



Società Autostrada Tirrenica p.A.

GRUPPO AUTOSTRADALE PER L'ITALIA S.p.A.

AUTOSTRADA (A12) : ROSIGNANO – CIVITAVECCHIA LOTTO 7

TRATTO: BRETELLA DI PIOMBINO

PROGETTO DEFINITIVO

INFRASTRUTTURA STRATEGICA DI PREMINENTE INTERESSE
NAZIONALE LE CUI PROCEDURE DI APPROVAZIONE SONO REGOLATE
DALL' ART. 161 DEL D.LGS. 163/2006


DOCUMENTAZIONE GENERALE

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. Alessandro Alfì Ord. Ingg. Milano N. 20015 COORDINATORE GENERALE APS	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 RESPONSABILE DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURE
--	--	---

RIFERIMENTO ELABORATO					DATA: FEBBRAIO 2011		REVISIONE	
-	DIRETTORIO			FILE			n.	data
	codice	commessa	N.Prog.	unita'	n. progressivo			
-	12	12	1701	STP	002	-		
					SCALA:			

 ingegneria europea		ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	
		ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	
CONSULENZA A CURA DI :		IL RESPONSABILE UFFICIO/UNITA'	Ing. Maurizio Torresi – Ord. Ingg. Milano N. 16492

RESPONSABILE DI COMMESSA Arch. Mario Canato Ord. Arch.. Venezia N. 1294 COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO	VISTO DEL COMMITTENTE 	VISTO DEL CONCEDENTE 
---	---	--

Sommario

1. PREMESSA.....	4
2. LE INDAGINI SPECIALISTICHE	5
2.1. RILIEVI CARTOGRAFICI E TOPOGRAFICI.....	5
2.1.1 Reti di Georeferenza - Reti di Inquadramento e di Raffittimento.....	5
2.1.2 Restituzione Fotogrammetrica.....	5
2.2. INDAGINI E INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	6
2.2.1 Indagini Geognostiche	6
2.2.2 Inquadramento Geologico.....	6
2.2.3 Inquadramento Geomorfologico	7
2.2.4 Inquadramento Idrogeologico	9
3. IDROLOGIA ED IDRAULICA.....	10
3.1. NORMATIVA PER LA TUTELA DEL TERRITORIO E DELL'INFRASTRUTTURA DAL RISCHIO IDRAULICO	10
3.2. INTERFERENZE IDROGRAFICHE	13
3.2.1 Idrologia	14
3.2.2 Idraulica.....	14
3.2.3 Interventi di sistemazione idraulica.....	15
3.3. SISTEMA DI DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE	16
3.3.1 Premessa.....	16
3.3.2 Descrizione delle opere	16
3.3.3 Determinazione delle portate di progetto.....	17
3.3.4 Idrologia	17
3.3.5 Determinazione della capacita' di smaltimento.....	22
3.3.6 METODOLOGIA DI CALCOLO – ANALISI DEI RISULTATI.....	22
4. GEOTECNICA.....	23
4.1. SISMICITA' DELL'AREA	23

4.2.	INQUADRAMENTO GEOTECNICO DEL TRACCIATO.....	26
4.3.	RILEVATI E BONIFICHE.....	27
5.	IL TRACCIATO STRADALE.....	29
5.1.	INQUADRAMENTO.....	29
5.2.	CARATTERISTICHE STRADA IN PROGETTO.....	30
5.3.	SVINCOLI	32
6.	CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PROGETTO.....	33
6.1.	INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI.....	33
6.2.	CARATTERISTICHE PLANIMETRICHE.....	33
6.3.	CARATTERISTICHE ALTIMETRICHE	38
6.4.	ANALISI DI VISIBILITÀ	40
6.5.	ASSE STRADALE PRINCIPALE (CAT. “D” DEL D.M. 5/11/2001).....	41
6.5.1	<i>Andamento planimetrico e verifica diagrammi di velocità.....</i>	<i>41</i>
6.5.2	<i>Andamento altimetrico</i>	<i>43</i>
6.5.3	<i>Verifiche di visibilità.....</i>	<i>43</i>
6.6.	VERIFICHE VISIBILITÀ VIABILITÀ SECONDARIE	45
6.7.	PAVIMENTAZIONI.....	46
	IL PROGETTO DELLE PAVIMENTAZIONI HA PREVISTO DUE TIPOLOGIE DI INTERVENTO.....	46
6.8.	OPERE D’ARTE MAGGIORI.....	48
6.8.1	<i>Viadotto Montegemoli (Asse principale) e Scavalco ferroviario (viabilità IN03)</i>	<i>49</i>
6.8.2	<i>Viadotto Cornia Vecchia 1 (Asse principale)</i>	<i>51</i>
6.8.3	<i>Viadotto Cornia Vecchia 2 (Asse principale)</i>	<i>52</i>
6.9.	OPERE D’ARTE MINORI	54
6.9.1	<i>Tombini idraulici.....</i>	<i>54</i>
6.10.	BARRIERE DI SICUREZZA.....	55
6.11.	SEGNALETICA	57

7.	IMPIANTI ELETTROMECCANICI DI ITINERE.....	59
7.1.	PREMESSA	59
7.2.	SCOPO DEL PROGETTO	59
7.2.1	OPERE TECNOLOGICHE IN VIABILITÀ ORDINARIA INTERFERITA	59
7.3.	INTERVENTI OGGETTO DELLE OPERE	59
7.3.1	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA.....	59
7.3.2	ALLACCIAMENTI ELETTRICI PRIMARI DA ENTE DISTRIBUTORE LOCALE	60
8.	ESPROPRI ED INTERFERENZE.....	61
8.1.	ESPROPRI	61
8.2.	INTERFERENZE	62
9.	CANTIERIZZAZIONE DELL'OPERA.....	64
9.1.	CANTIERE CO01	64
9.1.1	<i>Generalità.....</i>	<i>64</i>
9.1.2	<i>Caratteristiche generali delle aree di cantiere</i>	<i>66</i>
9.1.3	<i>Aspetti idraulici.....</i>	<i>67</i>
9.2.	CANTIERE CO02	68
9.2.1	<i>Generalità.....</i>	<i>68</i>
9.2.2	<i>Caratteristiche generali delle aree di cantiere</i>	<i>71</i>
9.2.3	<i>Aspetti idraulici.....</i>	<i>72</i>
10.	MODALITA' E FASI REALIZZATIVE	73
11.	LE OPERE A VERDE E L'INTEGRAZIONE PAESAGGISTICA.....	74
12.	INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE E INTEGRAZIONE DELLE VIABILITA' CONNESSE.....	80

1. PREMESSA

Il progetto del prolungamento della strada statale 398 verso il porto di Piombino è scaturito in seguito ad accordi intercorsi tra le Amministrazioni central e quelle locali, e ha origine, in particolare, dal Protocollo d'Intesa sottoscritto in data 11 aprile 2005 dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, dal Ministero delle Attività Produttive, dalla Regione Toscana, dalla Provincia di Livorno, dal Comune e dall'Autorità Portuale di Piombino, avente per oggetto "Azioni per il miglioramento delle condizioni ambientali dell'area industriale e portuale e la riqualificazione del territorio di Piombino", col fine di coordinare gli interventi infrastrutturali, di bonifica e di sviluppo industriale.

L'intervento ricade per intero nell'ambito del comune di Piombino e si configura come un drastico miglioramento delle modalità di accesso al centro abitato, alla zona industriale ed al porto provenendo dall'autostrada A12 dallo svincolo di Venturina-Piombino.

Viene qui presentato il progetto definitivo, dotato di SIA, del collegamento fra la SS398 e il Porto di Piombino, fino all'allacciamento con Via Unità d'Italia, per uno sviluppo di circa 4km.

2. LE INDAGINI SPECIALISTICHE

2.1. Rilievi cartografici e topografici

2.1.1 Reti di Georeferenza - Reti di Inquadramento e di Raffittimento

I vertici delle reti di inquadramento e raffittimento sono stati materializzati sul terreno ed è stata misurata la posizione assoluta mediante tecniche GPS. Di essi sono fornite le coordinate nei sistemi rispettivamente: WGS84, Gauss-Boaga, rettilinee Spea; per quanto attiene alla quota, è stata misurata con il sistema GPS.

La rete di inquadramento è stata collegata alla rete nazionale di riferimento IGM95 mentre la rete di raffittimento è stata collegata alla rete di inquadramento.

2.1.2 Restituzione Fotogrammetrica

1. Rilevo dei punti fotografici d'appoggio dei modelli stereoscopici

Operazione preliminare alla restituzione fotogrammetrica da doversi eseguire è stato il rilievo dei punti fotografici d'appoggio (P.A.F.) dei modelli stereoscopici che sono stati utilizzati per la restituzione fotogrammetrica alla scala 1:1.000 e 1:5.000.

2. Restituzione fotogrammetrica alla scala 1:1.000

Per la redazione del progetto è stata eseguita una restituzione fotogrammetrica alla scala 1:1.000 utilizzando i fotogrammi del volo basso (1:4.000) per una fascia di territorio pari a circa m 100 a cavallo dell'asse di progetto.

3. Restituzione fotogrammetrica 1:5.000

La restituzione fotogrammetrica alla scala 1:5.000 è stata realizzata utilizzando i fotogrammi del volo alto (1:15.000) per una fascia media di territorio cartografato pari a circa m 500 a cavallo dell'asse di progetto.

2.2. Indagini e inquadramento geologico

2.2.1 Indagini Geognostiche

Per la realizzazione del presente progetto sono state realizzate due campagne di indagini geognostiche dedicate. Inoltre, laddove disponibili, sono state considerate tutte le indagini bibliografiche pregresse (costituite dalle indagini Lucchini e indagini provenienti dal database del Circondario Val di Cornia).

Le indagini in sito di progetto eseguite sono costituite da:

- sondaggi verticali a carotaggio, spinti a profondità variabili fino a 40 m di profondità da p.c., con prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati, esecuzione di prove di caratterizzazione geotecnica in foro e installazione di strumentazione piezometrica;
- pozzetti esplorativi superficiali (0 - 4 m di profondità), con esecuzione di prove di carico su piastra e prove di densità in sito.
- prove penetrometriche statiche con piezocono
- prove sismiche verticali, costituite da una prova CH in fori di sondaggio strumentati e una prova con cono sismico (tipo DH) a fianco di una prova penetrometrica statica.

Le prove di laboratorio realizzate sui campioni prelevati nel corso delle indagini in sito consistono in prove di caratterizzazione fisica e di classificazione dei terreni, prove di caratterizzazione meccanica con 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, nonché prove di compattazione e portanza finalizzate al riutilizzo ed al recupero delle terre da scavo

Sono state infine effettuate analisi chimico ambientali del terreno e dell'acqua di falda, in accordo al DL 152/2006.

L'ubicazione delle indagini di progetto e bibliografiche è riportata nella cartografia geologica allegata al progetto. Le risultanze delle indagini sono allegate al progetto in elaborati specifici, in forma di certificati.

2.2.2 Inquadramento Geologico

L'assetto geologico della Toscana tirrenica centro meridionale è rappresentabile come impilamento di diverse unità deposizionali, sovrapposte tettonicamente; le età di tali unità geologiche risultano comprese fra Triassico e Quaternario, con successioni che spesso non appaiono né regolari né uniformi, ma al contrario disomogenee, discontinue e con ripetizioni di serie.

Questa disomogeneità è imputabile ad un assetto tettonico sviluppatosi in più fasi: ad un primo corrugamento in un regime di sforzi tettonici compressivi, legati all'orogenesi alpina nel bacino tirrenico, è seguita, a partire

dal Miocene inferiore, una tettonica distensiva che ha portato al collasso e allo smembramento della catena nord-appenninica.

La configurazione originaria dell'edificio a falde è rappresentabile attraverso l'impilamento di più unità tettoniche sovrapposte, quali le Unità Liguri, le Unità Subliguri, le Unità della Falda Toscana, il Basamento. In particolare sono documentati ampi sovrascorrimenti delle coltri alloctone (Unità Liguridi e Subliguridi) sui litotipi originari autoctoni (formazioni della Serie Toscana).

Su tale successione si aggiungono in litotipi della serie Neogenica Toscana formatesi interamente durante la fase tettoniche distensive successive all'orogenesi appenninica (Miocene - Pleistocene) e infine i depositi sedimentari di ambiente continentale legati a meccanismi deposizionali avvenuti in tempi recenti.

Il promontorio di Piombino è caratterizzato da affioramenti della falda Toscana, ai quali si sovrappongono gli elementi Subliguri. Infatti lungo i rilievi collinari più prossimi all'area di interesse progettuale affiorano prevalentemente le unità Subliguri, costituite dalle Arenarie di Suvereto oligoceniche. Lungo l'estremità meridionale del promontorio sono invece prevalenti le sequenze torbiditiche eoceniche di Salivoli Piombino. Entrambe le formazioni suddette sono bordate da elementi sabbiosi di origine eolica ascrivibili alla serie Neogenica (sabbie di Donoratico).

Nella vasta pianura posta a NE del promontorio si individua la valle fluviale del Cornia, bonificata in più fasi nel corso del XIX secolo. Oggi sono ancora presenti sia aree umide, sia aree in cui la regimazione idraulica è affidata a sistemi di sollevamento meccanico, entrambe poste a quote prossime al livello medio marino. In tutta questa zona prevalgono naturalmente i sedimenti alluvionali e di colmata, caratterizzati da depositi con granulometrie comprese fra le sabbie (da mediamente a poco addensate) e le argille fortemente organiche (altamente compressibili).

Il tracciato di progetto si sviluppa pressoché interamente in piano, lungo la parte terminale del bacino del Cornia ed a ridosso dei rilievi collinari sopra descritti. Buona parte delle aree attraversate dal tracciato sono antropizzate e occupate da attività industriali che hanno obliterato le evidenze geologiche originarie.

Per una descrizione dettagliata delle formazioni geologiche attraversate e loro caratteristiche stratigrafiche si rimanda agli elaborati geologici allegati al progetto (relazione geologica, carta geologica, profili geologici longitudinali).

2.2.3 *Inquadramento Geomorfologico*

La regione costiera toscana è caratterizzata da fenomeni evolutivi legati alle caratteristiche delle diverse formazioni geologiche, alla tettonica e ai processi esogeni che a più riprese hanno agito sulle litologie affioranti.

In generale si possono distinguere diverse forme predominanti di paesaggio, riconducibili essenzialmente alle diverse caratteristiche litologiche dei terreni che costituiscono il substrato (Piano Strutturale Val di Cornia - Circondario del Cornia, 2006). Fra queste, quelle interessanti il promontorio di Piombino e zone limitrofe sono riconducibili a:

forme influenzate dalla struttura in rocce stratificate, diffuse laddove si hanno affioramenti delle unità Liguri, Subliguri e formazioni non carbonatiche della Falda Toscana; la maggiore erodibilità delle formazioni, conferisce ai rilievi forme da mediamente a poco accidentate, con inclinazione dei versanti spesso modesta; la stabilità dei versanti è influenzata dalla giacitura degli strati in relazione all'esposizione geografica;

aree di pianura alluvionale, costituite dalle aree in cui prevalgono i sedimenti sciolti, spesso scarsamente compattati; in prossimità della costa si associano ad ampie fasce palustri, le cui bonifiche, operate storicamente, ne hanno mutato sensibilmente l'assetto originario.

Il promontorio di Piombino è formato da rilievi le cui quote più elevate (mai superiori a 300 m s.l.m.) sono a ridosso del margine costiero occidentale. Nella porzione orientale, più prossima all'era di interesse progettuale si è sviluppato maggiormente il centro urbano e industriale di Piombino; i pendii sono piuttosto blandi (complice l'assetto strutturale Est - vergente delle formazioni stratificate) e si raccordano con regolarità alla piana alluvionale del Cornia.

Va comunque sottolineato che la quasi totalità delle forme individuate in prossimità del tracciato di progetto interessano i processi antropici, che sono diffusi su tutti i tipi di substrato e in particolare nelle zone pianeggianti.

I risultati dello studio geomorfologico, eseguito tramite fotointerpretazione e rilevamento di dettaglio, sono riportati negli elaborati geologici allegati al progetto (relazione geologica, carta geomorfologica), dove tutti gli elementi legati alla rielaborazione morfologica del territorio sono stati distinti in relazione ai diversi processi evolutivi, quali:

a) forme legate alla rete idrografica: corsi d'acqua, antiche linee di costa, depositi di colmata (anche se questi ultimi sono a loro volta subordinati ai processi antropici)

b) forme legate alla gravità: aree dissestate quiescenti e/o stabilizzate, corrispondenti alle aree a pericolosità da frane elevata (PFE) indicate dal Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Toscana Costa

c) morfologie legate all'azione antropica. ossia le numerose forme di trasformazione del paesaggio naturale a seguito dell'attività umana, storica e recente.

2.2.4 Inquadramento Idrogeologico

A grande scala, nell'area costituita dal circondario della Val di Cornia (che comprende Piombino, Suvereto, San Vincenzo e Campiglia Marittima), è stata definita una unità idrogeologica di interesse idropotabile costituita dall'acquifero Multistrato della Pianura del Cornia.

Tale acquifero occupa tutta l'area di pianura, ed è costituito dai depositi alluvionali di conoide e subalveo a granulometria molto eterogenea. L'acquifero è una struttura di grande importanza per l'approvvigionamento idrico della regione. Nella parte meridionale della piana, più prossima all'area di studio, si presenta multistrato, con frequenti strutture lentiformi di canale nei subalvei

Il forte sfruttamento dell'acquifero ha indotto una serie di variazioni piezometriche con un progressivo abbassamento della falda e conseguente arretramento del livello zero verso l'interno. Recenti studi hanno quantificato un abbassamento consistente della falda (esterno all'area di studio), con un deficit idrico pari a svariati milioni di mc accumulatosi negli ultimi decenni

All'interno dell'area di studio sono stati identificati tre diversi complessi idrogeologici:

- a) complesso alluvionale di pianura, comprende tutti i depositi alluvionali antichi e recenti presenti lungo la piana del Cornia;
- b) complesso dei terrazzi pleistocenici, legato alla presenza della formazione sabbiosa pleistocenica, che borda e ricopre le formazioni sedimentarie più antiche..
- c) complesso delle rocce arenacee stratificate; a cui appartengono le arenarie di Suvereto.

per un esame dettagliato dei complessi, delle loro potenzialità di utilizzo e vulnerabilità si rimanda agli elaborati idrogeologici allegati al progetto (relazione geologica e idrogeologica e carta idrogeologica).

3. IDROLOGIA ED IDRAULICA

Nell'ambito della progettazione degli interventi di realizzazione dell'autostrada A12 Rosignano-Civitavecchia, per la nuova bretella di Piombino, sono state analizzate le interferenze idrografiche attraversate ed effettuata la progettazione delle opere di attraversamento e degli interventi di sistemazione.

Il Piano strutturale d'area della Val di Cornia contiene lo studio idrologico ed idraulico relativo alle interferenze idrografiche attraversate dal progetto. In proposito occorre sottolineare che, visto l'esistenza di uno studio idrologico idraulico di dettaglio della zona attraversata dall'infrastruttura, si è utilizzato tale studio, stante il carattere di ufficialità e non sono stati ritenuti necessarie ulteriori approfondimenti nelle analisi idrologiche ed idrauliche.

Si è effettuata un'analisi dei fenomeni idrodinamici e morfologici indotti dall'interazione delle opere di attraversamento, esistenti ed in progetto, con gli alvei, con particolare attenzione a fenomeni di tipo erosivo o di sedimentazione, definendo le tipologie e le dimensioni degli interventi correttivi eventualmente necessari.

3.1. Normativa per la Tutela del territorio e dell'Infrastruttura dal Rischio Idraulico

I corsi d'acqua presenti in questo studio ricadono geograficamente nella provincia di Livorno e sono di competenza dell'Autorità di Bacino dell'Ombrone. Il Piano per l'assetto idrogeologico (PAI) dei bacini Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone è redatto, adottato e approvato ai sensi dell'art. 17 comma 6-ter della legge 18 maggio 1989, n. 183, quale piano stralcio del piano di bacino. Esso ha valore di piano territoriale di settore e integra gli strumenti di governo del territorio di cui alla legge regionale 16 gennaio 1995 n. 5 e costituisce atto di pianificazione ai sensi dell'art. 18 comma 2 della Legge 11 febbraio 1994 n. 109.

Inoltre con le delibere di consiglio comunale 26 aprile 2004, n. 27, 27 aprile 2004, n. 55 e 28 aprile 2004, n. 19, i comuni di Campiglia Marittima, Piombino e Suvereto hanno approvato l'atto di avvio del procedimento per la formazione del nuovo piano strutturale in osservanza della delibera di giunta esecutiva del circondario Val di Cornia 19 aprile 2004, n. 20...

Si riporta di seguito una breve sintesi del quadro normativo vigente in materia di vincoli idraulici sul territorio. Il quadro legislativo storico è costituito dal T.U. sulle OO.PP. di cui al R.D. 25/7/1904 n.523 in cui le opere idrauliche sono il centro di tutto il sistema di difesa idraulica e vengono divise in cinque categorie.

DIRETTIVE COMUNITARIE	DIRETTIVA	BREVE STRALCIO DESCRITTIVO
	Direttiva 2000/60/CE	Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque (Direttiva acque).
Direttiva	Direttiva del Parlamento europeo e Consiglio, del	

	2006/118/CE	12 dicembre 2006, sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.
	Direttiva 2007/60/CE	Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2007, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni.
NORMATIVA NAZIONALE	LEGGE	BREVE STRALCIO DESCRITTIVO
	Regio Decreto Legislativo 30/12/1923, n° 3267	Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie.
	RD 25/07/1904 n° 523	Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani. La legge introduce il vincolo idrogeologico.
	DPR 15/01/1972 n° 8	Trasferimento alle Regioni a statuto ordinario delle funzioni amministrative statali in materia di urbanistica e di viabilità, acquedotti e lavori pubblici di interesse regionale e dei relativi personali ed uffici
	L. 64/74	Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
	L. 319/76 (Legge Merli)	Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento. La legge sancisce l'obbligo per le Regioni di elaborare il Piano di risanamento delle acque.
	DPR 24/7/1977 n° 616	Trasferimento delle funzioni statali alle Regioni
	L. 431/85 (Legge Galasso)	Conversione in legge con modificazioni del decreto legge 27 giugno 1985, n. 312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale.
	L. 183/89	Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo. Scopo della legge è la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi (art. 1 comma 1). Vengono inoltre individuate le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione (art. 3); vengono istituiti il Comitato Nazionale per la difesa del suolo (art. 6) e l'Autorità di Bacino (art. 12). Vengono individuati i bacini idrografici di rilievo nazionale, interregionale e regionale (artt. 13, 14, 15, 16) e date le prime indicazioni per la redazione dei Piani di Bacino (artt. 17, 18, 19).
	DL 04-12-1993 n° 496	Disposizioni urgenti sulla riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione della Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente. (Convertito con modificazioni dalla L. 61/94).
	L. 36/94 (Legge Galli)	Disposizioni in materia di risorse idriche.

	DPR 14/4/94	Atto di indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale ed interregionale, di cui alla legge 18 maggio 1989, N. 183.
	DPR 18/7/95	Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei Piani di Bacino.
	DPCM 4/3/96	Disposizioni in materia di risorse idriche (direttive di attuazione della Legge Galli).
	Decreto Legislativo 31/3/1998, n° 112	Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59
	DPCM 29/9/98	Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1989, N. 180. Il decreto indica i criteri di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico (punto 2) e gli indirizzi per la definizione delle norme di salvaguardia (punto 3).
	L. 267/98 (Legge Sarno)	Conversione in legge del DL 180/98 recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania. La legge impone alle Autorità di Bacino nazionali e interregionali la redazione dei Piani Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico e le misure di prevenzione per le aree a rischio (art. 1).
	DL 152/99	Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.
	DL 258/00	Disposizioni correttive e integrative del DL 152/99.
	L. 365/00 (Legge Soverato)	Conversione in legge del DL 279/00 recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della Regione Calabria danneggiate dalle calamità di settembre e ottobre 2000. La legge individua gli interventi per le aree a rischio idrogeologico e in materia di protezione civile (art. 1); individua la procedura per l'adozione dei progetti di Piano Stralcio (art. 1-bis); prevede

NORMATIVA REGIONALE (TOSCANA)		un'attività straordinaria di polizia idraulica e di controllo sul territorio (art. 2).
	LEGGE	BREVE STRALCIO DESCRITTIVO
	LR 81/94	Disposizioni in materia di risorse idriche. La Regione Toscana, in attuazione della legge Galli ha emanato tale legge con la finalità di recupero e mantenimento della risorsa idrica.
	LR 50/94	Interventi strutturali finalizzati alla messa in sicurezza idraulica dei bacini idrografici toscani.
	L.R. 5/95	Norme per il governo del territorio
	D.C.R. 155/97	Direttive tecniche per l'ingegneria naturalistica
	L.R. 91/98	Norme per la difesa del suolo
	Delibera 25/01/2005, n.6	Approvazione del piano di tutela delle Acque della Regione Toscana
	L.R. 20/2006	In attuazione al D.lgs 152/2006, ha per oggetto la tutela delle acque, tra cui, art.1, comma 1 c), le acque meteoriche e di lavaggio delle aree esterne di cui all'art. 113 del decreto legislativo citato. In attuazione al D.lgs 152/2006, ha per oggetto la tutela delle acque, tra cui, art.1, comma 1 c), le acque meteoriche e di lavaggio delle aree esterne di cui all'art. 113 del decreto legislativo citato.
Regolamento regionale 8 settembre 2008 n. 46/R	Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006 n. 20, che disciplina le acque meteoriche dilavanti.	

3.2. Interferenze idrografiche

Il tracciato in progetto interseca tre corsi d'acqua, con tre manufatti di attraversamento.

La **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** riporta per i corsi d'acqua in studio, la progressiva autostradale e la tipologia del manufatto di attraversamento.

I corsi d'acqua appartengono all'Autorità di Bacino Toscana Costa mentre gli enti idraulicamente competenti sul territorio sono la Provincia di Livorno ed il Consorzio di bonifica Alta maremma.

Opera	Corso d'acqua	Progressiva di progetto	Dimensioni opere
	Nome del fosso	[km]	[m]
VI01	Fosso Montegemoli	0+940.00	Ponte unica luce 33 m
VI02	Fosso Cornia Vecchia	1+154.00	Viadotto otto luci 391 m complessivi
VI03	Nuovo Allacciante Fosso Cornia Vecchia	2+777.30	Viadotto due luci 70 m complessivi

3.2.1 Idrologia

Come premesso, si è preso a riferimento lo studio idrologico ed idraulico contenuto nel Piano Strutturale d'area della Val di Cornia.

In particolare la Relazione Idrologico ed Idraulica di tale Piano, fornisce le portate per effettuare le modellazioni idrauliche. Si riassume nella seguente tabella tali portate.

Opera	Corso d'acqua	Progressiva di progetto	Sezione di riferimento	Portata di progetto	Portata di progetto
				Tr=200 anni	Tr=100 anni
	Nome del fosso	[km]		[m³/s]	[m³/s]
VI01	Fosso Montegemoli	0+940.00	1402	35	28
VI02	Fosso Cornia Vecchia	1+154.00	1302	72.61	57.79
VI03	Nuovo Allacciante Fosso Cornia Vecchia	2+777.30	1301	72.61	57.79

3.2.2 Idraulica

Il Piano strutturale d'area della Val di Cornia riporta la verifica del bacino del Cornia Vecchia.

Si riportano di seguito i risultati ottenuti e si effettua l'analisi di tali risultati con le opere di progetto.

Opera	Corso d'acqua	Progress. di progetto	Sezione di rif.	Portata di progetto	Livello idrico	franco
				Tr=200 anni		
	Nome del fosso	[km]		[m³/s]	[m] slm	[m]
VI01	Fosso Montegemoli	0+940.00	1402	35	2.31	1.81
VI02	Fosso Cornia Vecchia	1+154.00	1302	72.61	1.90	6.11
VI03	Nuovo Allacciante Fosso Cornia Vecchia	2+777.30	1301	72.61	1.46	3.21

3.2.3 Interventi di sistemazione idraulica

L'inserimento di nuovi manufatti di attraversamento (ponti, ponticelli, tombini), sui corsi d'acqua principali, secondari e minori, possono implicare interventi di sistemazione e raccordo all'alveo originario a monte o a valle o da entrambi i lati dell'infrastruttura.

Le opere sono progettate per garantire la sicurezza sia del territorio circostante che dell'infrastruttura. In alcuni casi le condizioni morfologiche del corso d'acqua e del territorio, del tracciato plano-altimetrico e delle fondazioni delle strutture hanno reso necessario l'inserimento di sistemazioni idrauliche che garantiscano il livello di sicurezza dovuto.

Tali interventi di sistemazione si possono riassumere in quattro 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 in progetto, 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 nel tratto in oggetto e le sistemazioni idrauliche che si sono adottate caso per caso, con riferimento alla classificazione sopra riportata.

Lotto	Progressiva iniziale A12 [km]	Corso d'acqua	Dimensione manufatto [m]	Tipologia sistemazione [m]
7	0+940.00	Fosso Montegemoli	nuovo ponte L=33 m	Protezione in scogliera delle sponde
7	1+154.00	Fosso Cornia Vecchia	nuovo viadotto L =391 m	Protezione in scogliera delle pile 6 e 7
7	2+777.30	Nuovo Allacciante Fosso Cornia Vecchia	nuovo viadotto L =70 m	Protezione in scogliera pila 1

3.3. Sistema di drenaggio del corpo stradale

3.3.1 *Premessa*

Il presente paragrafo tratta del drenaggio di piattaforma, affrontando i problemi idraulici legati alle opere di raccolta, trasporto e recapito delle acque meteoriche che insistono direttamente sulla piattaforma stradale e sulle viabilità secondarie, e delle acque esterne non canalizzate che possono interessare il corpo stradale.

Nel tratto in esame il recapito delle acque di piattaforma è costituito prevalentemente dal fosso Cornia Vecchia.

3.3.2 *Descrizione delle opere*

La raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche dalla piattaforma stradale avviene mediante un sistema di embrici, fossi di guardia, di cunette triangolari e di canalette con griglia, il tutto integrato da una rete di collettori di diametro variabile in funzione delle esigenze.

Il sistema di drenaggio è di tipo “aperto” ossia non prevede il convogliamento dell’acqua di piattaforma ai presidi idraulici; in particolare, sono state previste le seguenti tipologie:

Nei tratti in cui il corpo stradale si sviluppa in rilevato, le acque meteoriche vengono canalizzate ed allontanate dalla sede stradale mediante la sezione defluente costituita dal cordolo a lato piattaforma e la piattaforma stessa. Le acque raccolte vengono poi convogliate verso il primo embrice disponibile con modalità variabili in funzione delle livellette stradali.

Gli embrici sono disposti ad interasse variabile e recapitano nel fosso di guardia posto al piede della scarpata.

I fossi di guardia sono di forma trapezia e vengono utilizzati sia quando la sezione stradale è in rilevato sia quando è in trincea. Nel primo caso il fosso è posto al piede del rilevato e serve a raccogliere le acque che scendono dal rilevato stesso e a convogliarle verso il recapito finale più vicino. Questi fossi sono generalmente in terra (FI1 ed FI2), tranne nei casi in cui la loro pendenza longitudinale sia molto elevata, nel qual caso si utilizzano fossi rivestiti per evitare che la forte velocità dell’acqua possa erodere il fondo. In presenza di sistema di drenaggio aperto, l’acqua della piattaforma stradale è indirizzata direttamente al fosso al piede del rilevato tramite embrici. Nel punto di scarico dell’embrice si deve quindi rivestire il fosso in CLS per evitare l’erosione.

Nei tratti con sviluppo in trincea o sotto i muri di controripa l’acqua della carreggiata viene raccolta dalla cunetta alla francese a sezione triangolare e convogliata nell’apposito tubo sottostante per mezzo di pozzetti grigliati disposti ad interasse variabile lungo lo sviluppo della cunetta. Anche in questo caso la cunetta, oltre a ricevere le acque provenienti dalla piattaforma, raccoglie anche le acque provenienti dalla scarpata per una fascia

variabile in funzione della naturale inclinazione del bacino dominante e dell'ubicazione delle canalizzazioni di protezione presenti a monte.

In trincea, viene utilizzata una cunetta triangolare detta CT1 che ha una larghezza lorda pari a 103 cm.

Nei tratti in curva con le due carreggiate stradali quasi complanari, la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche avviene in corrispondenza dello spartitraffico mediante una canaletta grigliata (CG) coadiuvata da un collettore dedicato in cui recapita in corrispondenza dei pozzetti posti ad interasse variabile.

Il sistema di drenaggio della piattaforma in viadotto è dotato di caditoie a bocchettone disposte ad interasse variabile. L'acqua raccolta viene poi convogliata all'interno di tubazioni suborizzontali correnti in acciaio staffate all'impalcato che la trasporteranno fino al punto di recapito previsto.

3.3.3 *Determinazione delle portate di progetto*

La determinazione delle portate è stata eseguita assumendo i seguenti tempi di ritorno:

- opere deputate al drenaggio della piattaforma principale (canalette, cunette, caditoie e embrici) Tr 25 anni;
- opere deputate al convogliamento delle acque (fossi e collettori) Tr 50 anni;
- opere al recapito delle acque (corsi d'acqua naturali, cavi/fossi irrigui, sottosuolo e presidi idraulici) Tr100 anni;

Per la determinazione delle portate di progetto è stato fatto riferimento a quanto riportato nel paragrafo seguente.

3.3.4 *Idrologia*

Le curve di possibilità pluviometrica facenti riferimento al tratto di strada in oggetto sono state calcolate con il procedimento di seguito descritto.

L'elaborazione delle curve di pioggia è stata effettuata sulla base dei contenuti della pubblicazione CNR – GNDCI – VAPI, "Sintesi del rapporto regionale per i compartimenti di Bologna, Pisa, Roma e zona emiliana del bacino del Po".

Nella progettazione dei sistemi di drenaggio è necessario far riferimento agli eventi meteorici di breve durata: nel caso specifico essi sono commisurati al tempo di risposta relativamente breve (in genere largamente inferiore all'ora) dei bacini e sottobacini in cui la superficie drenata è stata suddivisa.

Pertanto, partendo dalle curve di possibilità pluviometrica ottenute per $t > 1$ h, è stato necessario, applicando una nota metodologia proposta in letteratura (AAVV, Sistemi di fognatura, Manuale di progettazione, 1997, ed. HOEPLI), estendere il campo di validità delle curve di possibilità pluviometrica anche alle durate di pioggia inferiori all'ora partendo dalle serie storiche di dati disponibili che comprendono unicamente altezze di pioggia registrate per durate superiori all'ora.

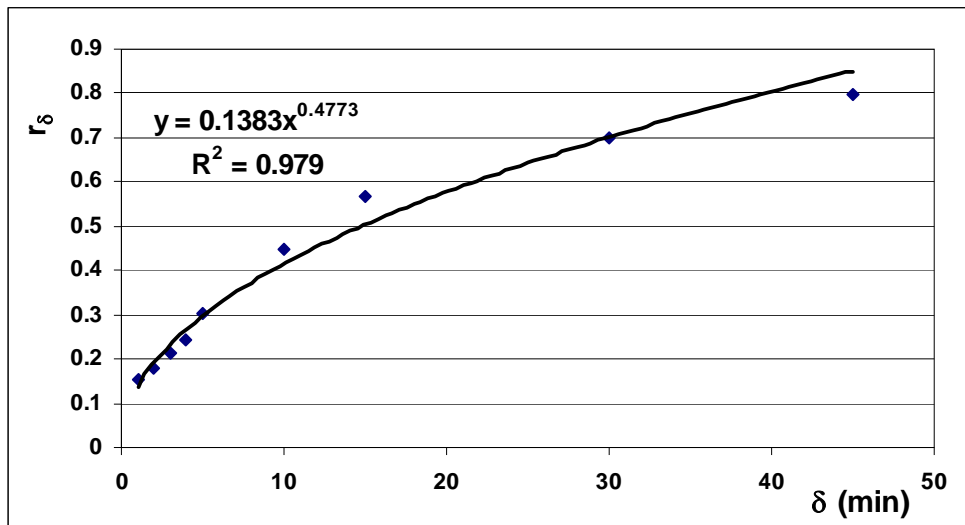
In particolare, il sopraccitato metodo parte dall'osservazione che i rapporti r_d fra le altezze di pioggia di durata d inferiori all'ora e l'altezza oraria sono relativamente poco dipendenti dalla località [Bell 1969]. Per le finalità del presente studio si è quindi ritenuto legittimo fare riferimento ai dati disponibili per il pluviografo di Milano Monviso dove, su un campione di 17 anni di osservazioni sono stati calcolati i rapporti r_d dei valori medi delle massime altezze di pioggia annue di diversa durata rispetto al valor medio della massima altezza annua oraria h_1 .

Visto che i tempi di corrivazione caratterizzanti i bacini analizzati risultano estremamente contenuti (nettamente inferiori all'ora) e che le curve di possibilità pluviometrica sono state ottenute mediante l'elaborazione delle piogge intense aventi durate superiore o uguale all'ora, nei successivi calcoli sono stati utilizzati i seguenti rapporti tra la massima altezza di precipitazione di durata δ e la massima altezza oraria.

δ (minuti)	1	2	3	4	5	10	15	30	45
$r_{\delta} = h_{\delta m} / h_{1m}$	0.155	0.178	0.215	0.241	0.304	0.449	0.568	0.7	0.799

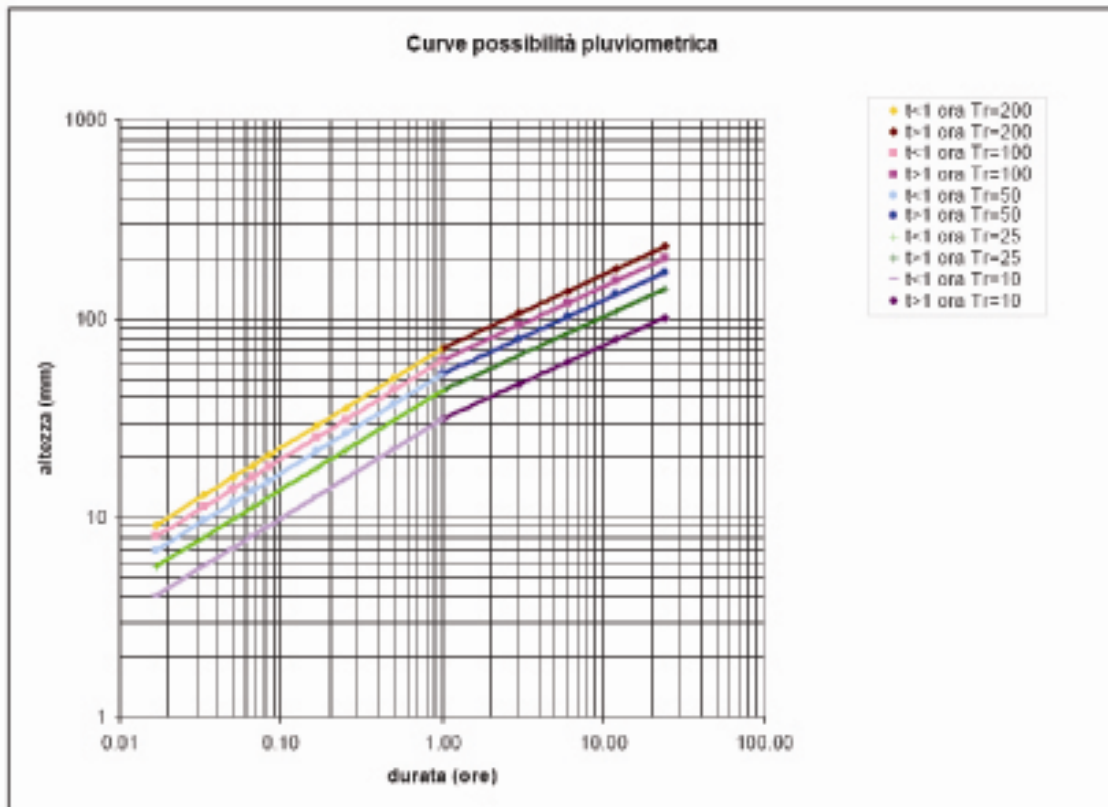
Effettuando un'interpolazione dei punti, con una legge di tipo potenziale, si sono ricavati i valori del coefficiente correttivo da introdurre nella valutazione delle piogge critiche di durata inferiore all'ora.

$$r_d = 0.1383d^{0.4773}$$



I valori sopra riportati sono stati elaborati sulla base di registrazioni effettuate al pluviografo di Milano Monvisio, su un campione di 17 anni (Piga E. Salis M. Passoni G. 1990 – “Analisi statistica delle piogge intense di breve e brevissima durata nell’area metropolitana di Milano” – Città Studi, Milano).

Di seguito si riporta il calcolo effettuato per i diversi tempi di ritorno, le LSPP sono state calcolate imponendo la continuità sull’ora. Le curve di possibilità climatica sono riportate nella tabella e figura seguenti per i diversi periodi di ritorno.



In particolare vengono forniti i parametri della curva di possibilità pluviometrica con i relativi coefficienti di crescita.

$$h(\delta) = a \cdot \delta^n$$

Curve di possibilità pluviometrica				
	<i>t</i> ≥ 1 ora		<i>t</i> < 1 ora	
<i>Tr</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>
200	71	0.37	71	0.50
100	62	0.37	62	0.50
50	53	0.37	53	0.50
25	44	0.37	44	0.50
10	31	0.37	31	0.50

Per il calcolo delle portate è stato utilizzato il metodo razionale.

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{3600000}$$

dove:

Q è la portata massima espressa in mc/s

A è la superficie del bacino in mq

C è il coefficiente di deflusso

i è l'altezza di precipitazione (mm/h) corrispondente ad una durata della precipitazione pari al tempo di corrivazione t_c e dipendente dal tempo di ritorno T_r

Il coefficiente C è un parametro minore dell'unità tramite il quale si tiene globalmente conto del complesso delle perdite del bacino (infiltrazione nel terreno, ritenzione nelle depressioni superficiali) a causa delle quali la portata al colmo è minore della portata di pioggia.

Questo è stato determinato operando la media pesata dei coefficienti attribuiti a ciascuna tipologia di superficie che costituisce ciascun bacino.

Il tempo di corrivazione in ore di ciascun bacino relativo a ciascuna sezione di calcolo è stato stimato mediante la seguente formulazione:

$$t_c = t_a + \frac{L}{v \cdot 3600}$$

Dove t_a è il tempo di accesso posto pari a 0,05 o a 0,08 ore a secondo dei casi, L è la lunghezza dell'asta principale in m e v è la velocità di percorrenza all'interno dell'elemento di smaltimento preso in esame.

3.3.5 Determinazione della capacità di smaltimento

La definizione della capacità di smaltimento di ciascuna opera è stata effettuata mediante l'espressione di Chezy:

$$Q = A \cdot \chi \cdot \sqrt{Ri}$$

nella quale:

Q (m³/s) è la portata;

A (m²) è l'area della sezione utile di deflusso;

R (m) è il raggio idraulico;

i (-) è la pendenza del canale.

Per quel che riguarda il coefficiente χ è stata adottata l'espressione di Gauckler - Strickler:

$$\chi = (Ks) \cdot R^{1/6}$$

dove Ks rappresenta la scabrezza del canale posta pari a 70 per superficie in cls ed a 80 per superficie in PP e PEAD.

3.3.6 METODOLOGIA DI CALCOLO – ANALISI DEI RISULTATI

Mediante le formulazioni sopra descritte, procedendo con un calcolo iterativo, è stato possibile definire gli sviluppi massimi di sufficienza in funzione della pendenza longitudinale di ciascuna delle opere seguenti:

- Embrici
- Canaletta con griglia
- Canaletta triangolare CT1
- Collettori circolari in PeaD e PP
- Fossi di guardia inerbiti
- Fossi di guardia rivestiti

Per una trattazione completa delle verifiche si rimanda all'elaborato *IDR_100 Relazione idraulica del sistema di drenaggio stradale*.

4. GEOTECNICA

4.1. SISMICITA' DELL'AREA

L'area sismogenetica di maggiore influenza per l'area in esame risulta quella del Mugello - Città di Castello – Leonessa, localizzata a ca. 110 Km a Est, associabile a terremoti con profondità comprese tra 0.5 (superficiali) e 8 km e magnitudo (momento) $M_w=6.2$. In particolare, l'area sismogenetica del Mugello, che si sviluppa per una lunghezza di 200 km lungo il confine occidentale nord-appenninico, costituisce il nucleo del sistema di faglie Etrusco (EFS) caratterizzato da meccanismi di faglia di tipo estensionale con immersione a Ovest, responsabile primo dell'elevata sismicità della regione Umbria.

A distanza di circa 100 km, a Nord del tracciato, si evidenzia la seconda zona sismogenetica di interesse, denominata Livorno Hills, avente profondità compresa tra 1 e 7 Km ed associabile ad eventi sismici di magnitudo pari a 5.7. Tale zona comprende la sorgente di Orciano Pisano (ritenuta responsabile del terremoto del 1846 - $M_w=5.7$).

In accordo con le prescrizioni delle NTC2008, l'Azione Sismica di progetto, in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite nelle verifiche strutturali e geotecniche, è definita a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito, a sua volta espressa in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su suolo rigido e superficie topografica orizzontale.

Inoltre, la definizione dell'azione sismica comprende la determinazione delle ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione, "ancorato" al valore $S_e(T=0) = a_g$, facendo riferimento a prefissate probabilità di eccedenza della stessa azione sismica nel periodo di riferimento V_R per la struttura. Tale periodo V_R è da definirsi a carico dei progettisti in funzione della vita nominale V_N dell'opera e della sua classe d'uso (vedi NTC2008, §2.4). Nel caso specifico per l'opera in progetto si assume $V_N=50$ anni (opera ordinaria), con classe d'uso IV ($C_U=2$). Di conseguenza:

$$V_R = V_N * C_U = 100 \text{ anni}$$

Nel par. 3.2.1 (NTC2008) la probabilità P di superamento nel periodo di riferimento V_R (P_{VR}) a cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente per lo stato ultimo di salvaguardia della Vita (SLV), è pari a:

$$P_{VR} = 10\%$$

A partire dal periodo di riferimento V_R , e dalla suddetta probabilità, è possibile calcolare, seguendo le istruzioni in allegato alle NTC2008, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R come:

$$T_R = - V_R / \ln(1 - P_{VR}) = 949 \text{ anni};$$

Avendo definito il periodo di ritorno, la forma dello spettro di risposta dipende dai seguenti parametri definiti per un sito rigido, con superficie topografica orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nelle tabelle in allegato al testo delle NTC2008, i suddetti valori vengono forniti, in funzione delle coordinate geografiche, per una griglia di punti prefissati sul territorio: i valori per luoghi geografici situati in punti intermedi della griglia si ottengono per interpolazione sui quattro punti adiacenti.

Nello specifico, per l'area in esame, si è fissato come riferimento indicativo un punto baricentrico del tracciato con coordinate:

N : 42°57'11" ; E : 10°32'40"

I relativi vertici della griglia di interpolazione sono i seguenti:

23377, 23378, 23599, 23600.

L'interpolazione dei valori di griglia tramite l'impiego del foglio di calcolo "Spettri di risposta – V. 1.0.3" fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha fornito i seguenti valori per le grandezze caratteristiche del sisma di progetto per le verifiche SLV:

$$a_g = 0.054 \text{ g}$$

$$F_0 = 2.843$$

$$T_c = 0.294 \text{ s}$$

La risposta sismica locale è ulteriormente condizionata dalle caratteristiche stratigrafiche e topografiche specifiche del sito, in quest'ottica la normativa prevede l'introduzione del fattore di sito S definito come:

$$S = S_S * S_T$$

dove S_S tiene conto della categoria di suolo, e S_T dell'andamento della superficie topografica.

Il primo termine è ricavabile dalla misura della velocità delle onde di taglio mediata su 30 m di profondità $V_{s,30}$ ovvero, ove il dato non sia disponibile, sul valore $N_{SPT,30}$ fatto registrare dalle prove pentrometriche per i terreni granulari o sul valore della coesione non drenata $C_{u,30}$ estrapolato da prove di laboratorio, per i terreni a grana fine. Nel caso in esame sono state effettuate n°2 indagini specifiche per la determinazione di $V_{s,30}$: quella con cono sismico (in corrispondenza della verticale penetrometrica CPTe 2) e una prova cross hole in corrispondenza del sondaggio SD4 della campagna 2010. Le prove si sono mostrate in buon accordo tra loro evidenziando come nella zona investigata, sia generalmente inferiore a 180 m/s.

Alla luce delle indagini specifiche, delle differenti verticali di sondaggio, nonché delle prove penetrometriche SPT condotte sui terreni granulari e dei valori di C_u estrapolati dalle prove di laboratorio, si possono definire tre categorie di suolo prevalenti lungo il tracciato di progetto:

- Asse stradale 0: categoria D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa $C_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina);
- Assi stradali 1a e 2 : categoria di sottosuolo C (Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina);
- Asse stradale 1b : categoria di sottosuolo B (Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $C_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Per quanto riguarda il secondo termine che partecipa alla determinazione del coefficiente di sito, per gli assi stradali "0", "1a" e "2", trattandosi di zone pianeggianti, si è assunta la categoria topografica T1 (Tabb. 3.2.IV e 3.2.VI - NTC 2008). Per quanto concerne l'asse 1b si propone l'utilizzo del coefficiente T2, indicato dalla normativa per i pendii con acclività media superiore a 15°.

4.2. INQUADRAMENTO GEOTECNICO DEL TRACCIATO

Sulla base dei dati disponibili, si è ritenuto opportuno identificare le formazioni geotecniche con quelle geologiche, evidenziando all'interno di esse, in presenza di alternanze di strati a grana fine e strati a grana grossa, la differenza di comportamento dei due tipi di materiale. In relazione a quanto sopra, le formazioni geotecniche hanno mantenuto la stessa denominazione di quelle geologiche. Le formazioni geologico-geotecniche individuate lungo il tracciato sono le seguenti:

I principali materiali incontrati, con caratteristiche geotecniche relativamente omogenee, sono:

- **da:** riporti, coperture di origine antropica e colmate;
- **al1:** materiali argillosi con sensibile componente organica di ambiente depositivo palustre, appartenenti ai depositi alluvionali olocenici;
- **al2:** materiali limo-sabbiosi ed in subordinate argillosi di ambiente depositivo deltizio, appartenenti ai depositi alluvionali olocenici;
- **QSG:** materiali sabbiosi e limosi appartenenti ai depositi pleistocenici;
- **su:** substrato arenaceo.

4.3. RILEVATI E BONIFICHE

I nuovi rilevati autostradali saranno realizzati con pendenza delle scarpate $4/7=V/H$ (V=Verticale, H=Orizzontale) e con interposizione di una banca di larghezza 2 m ogni 5 m di altezza (valutata a partire dal ciglio superiore del rilevato).

Le verifiche di stabilità dei rilevati e delle trincee sono state condotte in accordo al DM 14 gennaio 2008, Norme tecniche per le costruzioni (Gazzetta Ufficiale n.29 del 04.02.2008); in accordo ai contenuti di tale normativa, le verifiche agli Stati Limite Ultimi sono state condotte utilizzando la Combinazione 2 dell'Approccio 1, caratteristica dello stato limite di resistenza del terreno.

L'Approccio 1 – Combinazione 2 prevede l'utilizzo dei coefficienti parziali A2 per le azioni, M2 per i materiali ed R2 per le resistenze. Nello specifico:

- il set di coefficienti parziali A2 indica i seguenti fattori parziali da applicare alle azioni:
 - o $\gamma_{G1} = 1.0$ per i carichi Permanenti Favorevoli e Sfavorevoli;
 - o $\gamma_{G2} = 0.0$ per i carichi Permanenti non strutturali Favorevoli o Variabili Favorevoli;
 - o $\gamma_{Qi} = 1.3$ per i carichi Permanenti non strutturali Sfavorevoli o Variabili Sfavorevoli.
- il set di coefficienti M2 indica i seguenti fattori parziali da applicare ai materiali:
 - o $\gamma_{\varphi} = 1.25$ per la $\tan(\varphi')$;
 - o $\gamma_{c'} = 1.25$ per la coesione efficace c' ;
 - o $\gamma_{cu} = 1.40$ per la coesione non drenata C_u ;
 - o $\gamma_{\gamma} = 1.00$ per il peso specifico γ .
- il set di coefficienti R2 indica un coefficiente parziale pari a 1.1.

L'adozione di questo approccio comporta nelle analisi di stabilità l'utilizzo di carichi e parametri geotecnici fattorizzati con i coefficienti parziali A2 ed M2 di cui sopra e la verifica che il Fattore di Sicurezza risulti almeno pari a 1.1 ($R2=1.1$).

L'azione sismica nelle verifiche di stabilità con approccio pseudo-statico viene rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso del volume di terreno potenzialmente instabile. Nelle verifiche agli SLU, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tale forza possono esprimersi come:

$$F_h = k_h \cdot W$$

$$F_v = k_v \cdot W$$

dove k_h e k_v sono i coefficienti sismici orizzontale e verticale rispettivamente pari a:

$$k_h = \beta_s \times a_{max} / g$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

in cui

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito.

Per il sito in esame risulta:

β_s = pari a 0.24, valido per categorie di suolo B, C, D ed E con $ag(g)$ compresa tra 0.1 e 0.2.

$a_{max} = 0.133 \cdot g$

Pertanto i coefficienti sismici orizzontale e verticale risultano rispettivamente pari a:

$k_h = 0.032$

$k_v = \pm 0.016$

Oltre alle citate analisi di stabilità, in corrispondenza dei principali rilevati è stata svolta un'approfondita analisi dei cedimenti attesi. In ragione dell'ordine di grandezza dei cedimenti stimati (superiori al metro), del fatto che questi si svilupperanno nel tempo e considerato che i rilevati più alti si hanno in corrispondenza dei ponti, tutti impostati su pali, si rende necessario, oltre a realizzare i rilevati in progetto con materiale alleggerito, prevedere interventi di consolidamento del terreno che possano contenere i cedimenti e quindi le discontinuità che si potrebbero creare tra il rilevato di approccio ed il ponte autostradale. Gli interventi di consolidamento del terreno permettono inoltre di contenere l'attrito negativo sui pali di fondazione dei ponti e le spinte orizzontali che il cedimento dei rilevati genererebbe sui pali stessi.

Gli interventi di consolidamento del terreno consistono in una bonifica per sostituzione del terreno in sito (1m oltre i 20cm di scotico) con materiale alleggerito e, per i soli rilevati superiori ai 2m, nell'utilizzo di dreni a nastro.

5. IL TRACCIATO STRADALE

5.1. *Inquadramento*

Attualmente per accedere alla zona di Piombino percorrendo la SS1 Variante Aurelia è necessario uscire allo svincolo di Venturina e percorrere la SS398, strada che ha termine in corrispondenza della zona di Montegemoli, a circa 6 km da Piombino. Da qui il traffico è costretto a deviare percorrendo una serie di viabilità locali (via della Geodetica, la SP23, viale Unità d'Italia), passando di fatto dentro il centro abitato. La situazione è aggravata dal fatto che il traffico diretto e proveniente da Piombino è costituito per una percentuale molto cospicua da mezzi pesanti, in quanto sul territorio comunale, in prossimità del centro abitato, sono dislocate un numero piuttosto consistente di industrie siderurgiche e di altro tipo e sono presenti il porto turistico e commerciale con i traghetti in partenza per l'isola d'Elba e la Sardegna e le navi container. Vi è quindi una grossa quantità di TIR e mezzi pesanti che rendono più difficoltoso e critico il movimento del traffico locale diretto alle zone abitate. L'accesso al territorio risulta quindi assai difficile, soprattutto in corrispondenza dei periodi estivi dove si registrano fortissimi picchi di traffico per i movimenti turistici. E' inoltre da tenere conto del fatto che per il porto commerciale sono previsti una serie di sviluppi futuri ed ampliamenti che lo porteranno presto ad essere il 2° porto italiano in termini di tonnellaggio. La realizzazione dell'autostrada tirrenica determinerà inoltre un fenomeno di attrazione di ulteriori flussi di traffico per cui l'esigenza di realizzare un collegamento diretto con il porto e le aree industriali di Piombino diventa ancora più pressante.

Dalla zona di Montegemoli la viabilità di accesso a Piombino presenta attualmente una lunghezza complessiva di circa 3 km ed è strutturata, nel tratto Fiorentina-Gagno, dove è denominata SP23, su due corsie, una per senso di marcia, e nel tratto Gagno-Piombino su quattro corsie. Gran parte di queste viabilità sono caratterizzate dal fatto che le continue svolte a sinistra dei veicoli in ingresso ed uscita delle strade laterali costituiscono un elemento di forte criticità e rischio a causa dei frequenti incidenti che si verificano.

Il tracciato stradale del Lotto 7, che presenta una lunghezza di circa 2,920 km, inizia circa 300 m prima dell'attuale intersezione della SS398 con via della Geodetica e termina subito dopo lo scavalco del Cornia vecchia in località Terre Rosse.

L'intervento prevede la risistemazione dell'attuale intersezione a "T" tra la SS398 e via della Geodetica che verrà sostituita da una rotonda denominata R1 di diametro 50m.

Lungo il tracciato, che si sviluppa in un territorio sostanzialmente pianeggiante, sono inoltre presenti gli attraversamenti in viadotto degli alvei del canale Montegemoli e due volte del Fosso Cornia Vecchia.

5.2. Caratteristiche strada in progetto

Ciò che si intende realizzare è una viabilità capace di smaltire consistenti flussi di traffico per l'accesso al porto, alla parte industriale di Piombino e alla zona abitata. La tipologia di infrastruttura ottimale per un collegamento urbano di questo tipo è costituita da una strada tipo "D" del DM 5/11/2001, viabilità che garantisce due corsie per senso di marcia disposte su due carreggiate separate. La strada di nuova realizzazione, oltre che favorire l'accesso alla zona portuale di Piombino, permetterà di alleggerire il traffico sulle strade SP23 bis (via della geodetica), SP23 e viale Unità d'Italia, attualmente le uniche viabilità di accesso alla zona urbana, e per questo molto spesso congestionate.

L'intervento prevede la realizzazione di una viabilità tutta in nuova sede (se non si tiene conto del collegamento iniziale tra rotonda R1 e SS 398 esistente di lunghezza pari a circa 300 m), composta da due carreggiate distinte suddivise da un margine interno di 2.80m con banchine in sinistra di 50 cm. Ciascuna carreggiata sarà composta da 2 corsie di marcia di larghezza $L=3.25m$ e da banchine in destra di 100 cm. L'arginello dei rilevati sarà caratterizzato da una larghezza di 1.30m mentre nelle sezioni in trincea è prevista una cunetta di circa 1.00m di larghezza.

L'ultima parte dell'asse principale, dalla rotonda R2 alla rotonda R3 sarà realizzata in questo primo stralcio progettuale con una sola carreggiata. Per maggiore sicurezza è stata prevista la configurazione di questa viabilità temporanea come strada cat. "E" del DM 5/11/2001 prevedendone una dimensione raddoppiabile in modo da garantire una futura cat. "D".

SEZIONI TIPO IN RETTIFILLO "CAT. D" STRADE URBANE DI SCORRIMENTO – scala 1:100
IN RILEVATO

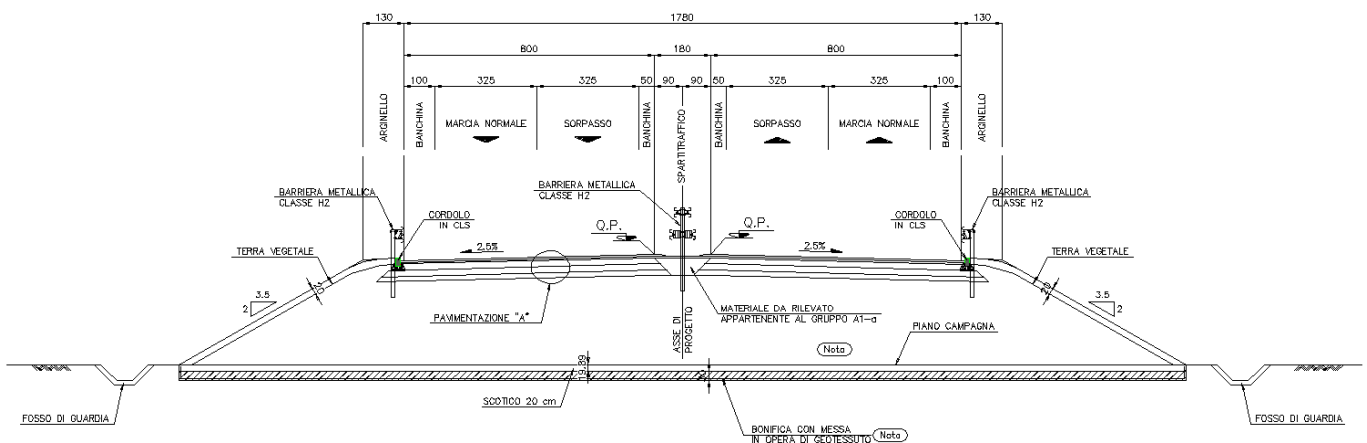


Figura 1: Sezione tipo di progetto

Le pendenze delle scarpate in rilevato è posta pari a 4:7 (altezza:base) con banca ogni 5 m di altezza, mentre in trincea sono previste scarpate con pendenza pari a 2:3 (altezza:base) con banca ogni 5 m di altezza. Per informazioni di dettaglio si rimanda agli elaborati tipologici da STD 100 a STD103.

Nello spartitraffico di larghezza 1.80 metri è prevista l'installazione di una barriera metallica monofilare di classe H2. Sui bordi laterali è prevista, laddove necessario, l'installazione di barriere di sicurezza metalliche di classe H2. Per maggiori dettagli sulle barriere di sicurezza si rimanda al paragrafo 8.10.

Nell'ambito del progetto sono poi compresi cinque interventi finalizzati a collegare l'asse principale con la viabilità locale esistente. Nello specifico si evidenziano una tipologie di viabilità di categoria "E" del DM 5/11/2001 con sezione trasversale di 7.00m composta da 2 corsie da 3.00m e 2 banchine da 0.50m.

Descrizione del tracciato

Il tracciato stradale ha inizio sulla SS398 circa 300 m prima dell'intersezione con via della Geodetica, in località Montegemoli. La SS398 viene collegata al nuovo tracciato attraverso una rotatoria nominata R1. Questa rotatoria rappresenta il collegamento a via della Geodetica il cui asse di attraversamento viene quindi collegato alla rotatoria stessa. I due rami di collegamento tra la rotatoria R1 e via della Geodetica sono denominati viabilità IN01 (ramo est) e IN02 (ramo ovest).

Il tracciato di progetto prosegue poi parallelo al fosso Cornia mantenendosi affiancato alla sua sponda destra mantenendo una distanza minima stabilita con i tecnici del Consorzio di Bonifica per poi attraversare il fosso Montegemoli con il viadotto omonimo. Attraverso un viadotto di 391 metri di lunghezza viene scavalcata la linea ferroviaria di collegamento Lucchini-FS ed il fosso Cornia vecchia portandosi alla sinistra dello stesso, e mantenendosi per un tratto di circa 750m nella zona individuata dalla linea Lucchini-FS ed il fosso sino a collegarsi alla rotatoria R2.

Dalla rotatoria R2 l'asse principale supera nuovamente il fosso Cornia ad una distanza di circa 180m a monte dell'attuale viadotto di attraversamento con un'opera di 70 metri per poi collegarsi dopo circa 50m alla rotatoria R3. L'asse principale, in questo primo stralcio, è stato progettato con una sola carreggiata riportata ad una sezione di categoria "E" del D.M. 5/11/2001, raddoppiabile alla futura sezione di categoria "D" del D.M. 5/11/2001.

Dalla rotatoria R2 inizia la viabilità denominata IN03 di collegamento alla futura zona cantieristica prevista nel Piano Regolatore Portuale (PRP) di Piombino.

Dalla rotatoria R3 parte la viabilità denominata IN05 di collegamento diretto con la rotatoria posizionata su Via dell'Unità d'Italia. Si collega alla viabilità IN05 l'ultima viabilità minore prevista nel progetto, denominata IN04, che collega con la futura area industriale prevista dal PRP e con la struttura di diporto su via delle Terre Rosse.

5.3. Svincoli

Come già evidenziato nella descrizione dell'intervento, lungo il tracciato di progetto non sono presenti svincoli, ma solo rotatorie di collegamento con le viabilità secondarie esistenti e di progetto.

6. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PROGETTO

6.1. INQUADRAMENTO NORMATIVO E CRITERI PROGETTUALI

Gli standard progettuali, in termini di composizione plano-altimetrica del tracciato e di dimensionamento degli elementi che compongono la sede stradale, sono stati adeguati a quanto indicato dalla norma di riferimento DM 05.11.2001 relativamente alle strade urbane di scorrimento (categoria D).

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 (recependo quindi il principio ispiratore del "Nuovo codice della Strada" – contenuto nell' Art. 1 – secondo il quale "Le norme e i provvedimenti attuativi si ispirano al principio della sicurezza stradale, perseguendo gli obiettivi di una razionale gestione della mobilità, della protezione dell'ambiente e del risparmio energetico").

Il progetto è stato quindi 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 e riportati nei seguenti paragrafi:

6.2. Caratteristiche planimetriche

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

(a) Raggio minimo delle curve planimetriche.

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

- pari a 77 metri nel caso di strade urbane di scorrimento (categoria D del DM 2001)

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

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

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

(c) *Compatibilità tra i raggi di due curve successive.*

Nella valutazione della compatibilità tra i raggi di due curve successive si dovrà fare riferimento all'abaco estratto dalla norma e riportato in fig. 2. Per le strade di Categoria D del DM 2001 è utilizzabile anche la "zona accettabile".

(d) *Lunghezza massima dei rettifili:*

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

dove V è la velocità massima dell'intervallo delle velocità del progetto, espressa in km/h ed L si ottiene in metri.

(e) *Lunghezza minima dei rettifili.* La verifica è stata eseguita facendo riferimento alla tabella estratta dalla norma e riportata in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**; per velocità la norma intende la massima desunta dal diagramma di velocità per il rettifilo considerato.

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

Tabella 1 – Lunghezza minima dei rettifili in relazione alla velocità

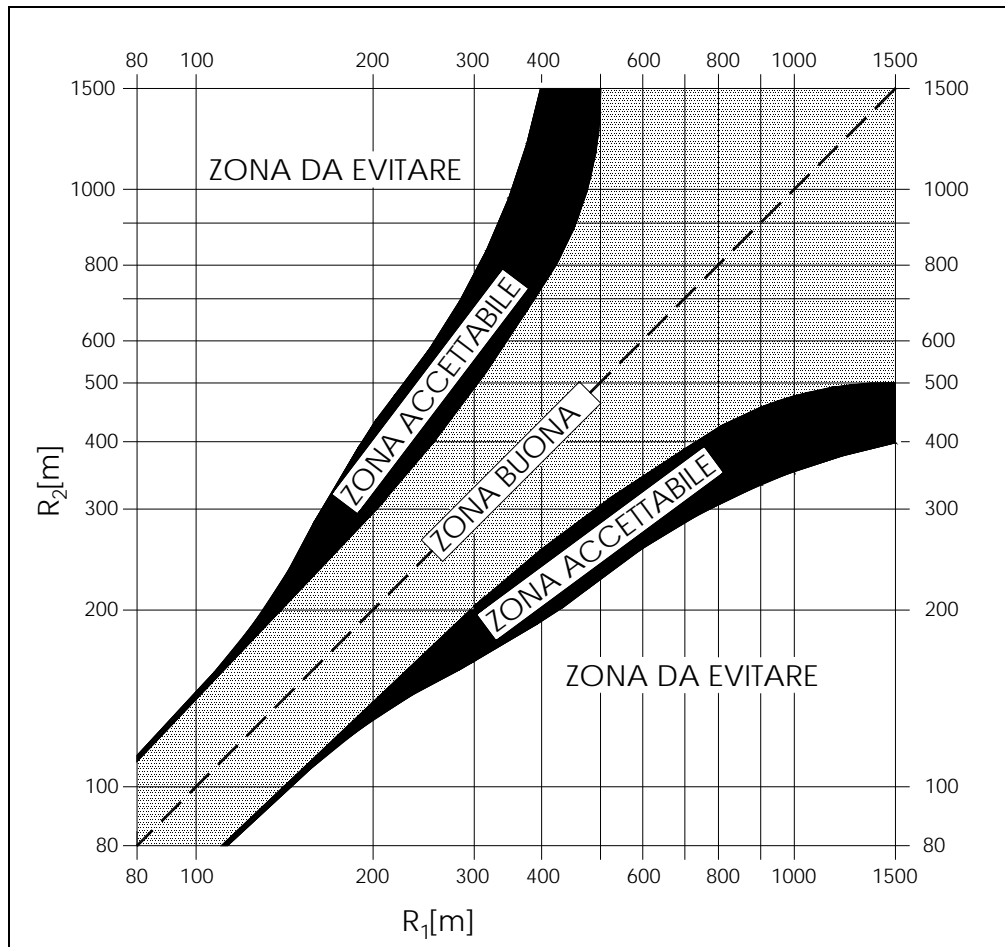


Figura 2 – Abaco di Koppel (DM 05/ 11/01)

(f) *Congruenza del diagramma delle velocità.* La norma prevede che per $V_{p,max} \leq 80$ km/h nel passaggio da tratti caratterizzati dalla $V_{p,max}$ a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità di progetto non deve superare 5 km/h (f_1). Inoltre, fra due curve successive (nel caso di $V_{p1} > V_{p2}$) tale differenza, comunque mai superiore a 20 km/h, è consigliabile che non superi i 10 km/h (f_2).

(g) *Lunghezza minima delle curve circolari.* La Norma prevede che una curva circolare, per essere percepita dagli utenti deve essere percorsa per almeno 2.5 secondi e quindi deve avere uno sviluppo minimo pari a:

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

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

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

Critero 1 (Limitazione del contraccolpo)

Affinché lungo un arco di clotoide si abbia una graduale variazione dell'accelerazione trasversale non compensata nel tempo (contraccolpo), fra il parametro A e la massima velocità V (km/h), desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide deve essere verificata la relazione:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{v^3}{c} - \frac{gvR \cdot (q_f - q_i)}{c}}$$

dove:

- c = contraccolpo;
- v = **massima velocità (m/s)**, desunta dal diagramma di velocità, per l'elemento di clotoide considerato;
- q_i = pendenza trasversale nel punto iniziale della clotoide;
- q_f = pendenza trasversale nel punto finale della clotoide;
- g = accelerazione di gravità.

Ponendo $c = \frac{14}{v(m/s)} = \frac{50.4}{V(km/h)}$ si ottiene:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{v^4}{14} - \frac{gv^2R \cdot (q_f - q_i)}{14}} = \frac{v}{\sqrt{14}} \sqrt{v^2 - gR \cdot (q_f - q_i)}$$

che, esprimendo la velocità in km/h diviene:

$$A_{\min} = \frac{V}{3,6\sqrt{14}} \sqrt{\frac{V^2}{12,96} - gR \cdot (q_f - q_i)}$$

Il DM 6792/2001 propone, in alternativa, di effettuare il calcolo con una formula approssimata che non tiene conto della componente dell'accelerazione centripeta compensata dalla variazione di pendenza trasversale. L'espressione per il calcolo di A_{\min} diventa, in questo caso:

$$A_{\min} = \frac{V^2}{12,96\sqrt{14}} = 0.0206125 \cdot V^2 \cong 0.021 \cdot V^2$$

Criterio 2 (Sovrapendenza longitudinale delle linee di estremità della carreggiata)

Nelle sezioni di estremità di un arco di clotoide la carreggiata stradale presenta differenti pendenze trasversali, che vanno raccordate longitudinalmente, introducendo una sovrappendenza nelle linee di estremità della carreggiata rispetto alla pendenza dell'asse di rotazione. Nel caso in cui il raggio iniziale sia di valore infinito (rettilineo o punto di flesso), il parametro deve verificare la seguente disuguaglianza:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{R}{\Delta i_{\max}} \times 100 \times B_i \cdot |q_i + q_f|}$$

dove:

- B_i = distanza fra l'asse di rotazione ed il ciglio della carreggiata nella sezione iniziale della curva a raggio variabile;
- Δi_{\max} (%) = sovrappendenza longitudinale massima della linea costituita dai punti che distano B_i dall'asse di rotazione; in assenza di allargamento tale linea coincide con l'estremità della carreggiata;
- $q_i = \frac{i_{ci}}{100}$ dove i_{ci} = pendenza trasversale iniziale
- $q_f = \frac{i_{cf}}{100}$ con i_{cf} = pendenza trasversale finale
- $|q_i + q_f|$ è il valore assoluto della somma delle pendenze trasversali

Nel caso di curve di continuità il medesimo criterio diventa:

$$A \geq A_{\min} = \sqrt{\frac{B_i \cdot (|q_f| - |q_i|)}{\left(\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_f}\right) \cdot \frac{\Delta i_{\max}}{100}}}$$

Criterio 3 (Ottico)

Per garantire la percezione ottica del raccordo e del successivo cerchio deve essere verificata la relazione :

$$R/3 \leq A \leq R$$

che, nel caso di clotoidi di continuità, diventa:

$$R_2/3 \leq A \leq R_1$$

dove R_1 è il raggio minore ed R_2 il raggio maggiore dei due cerchi raccordati con la clotoide di continuità.

Oltre ai criteri precedentemente descritti si è proceduto alla verifica del rapporto A_E/A_U delle due clotoidi in ingresso e in uscita da una curva circolare e del rapporto A_1/A_2 tra due clotoidi in un flesso asimmetrico, secondo quanto prescritto dal D.M. 5/11/2001:

$$2/3 \leq A_E/A_U \leq 3/2 \quad 2/3 \leq A_1/A_2 \leq 3/2$$

6.3. Caratteristiche altimetriche

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

(i) Pendenze longitudinali massime

La pendenza massima delle livellette, consentita dal DM 05/11/01 per strade di tipo D (strade urbane di scorrimento), è pari al 6%.

(j) Raccordi verticali convessi

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

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

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

- se invece $D > L$

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

dove:

R_v = raggio del raccordo verticale convesso [m]

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

Δi = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento

h_1 = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m]

h_2 = altezza dell'ostacolo [m]

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

(k) Raccordi verticali concavi

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

– se D è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

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

– se invece $D > L$

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

dove:

R_v = raggio del raccordo verticale concavo [m]

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

Δi = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento

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

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

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

6.4. Analisi di visibilità

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

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

Viste le caratteristiche della pavimentazione adottata che presenta un usura drenante come interfaccia superficiale al veicolo sono stati adottati i coefficienti di aderenza autostradali:

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

Tabella 2 – DM 6792/2001, coefficienti di aderenza impegnabile longitudinalmente

Per il calcolo è stata utilizzata la formula riportata al paragrafo 5.1.2. del DM 05/11/2001. Si è valutata la distanza di arresto punto per punto (passo 20 metri) in funzione della velocità di progetto e della pendenza longitudinale con la seguente espressione:

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

dove:

D_1 = spazio percorso nel tempo τ

D_2 = spazio di frenatura

V_0 =	velocità del veicolo all'inizio della frenatura	[km/h]
V_1 =	velocità finale del veicolo, in cui $V_1 = 0$ in caso di arresto	[km/h]
i =	pendenza longitudinale del tracciato	[%]
τ =	tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione)	[s]
g =	accelerazione di gravità	[m/s ²]
R_a =	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:

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

6.5. ASSE STRADALE PRINCIPALE (CAT. "D" DEL D.M. 5/11/2001)

L'asse di tracciamento stradale è fissato in corrispondenza dell'asse centrale della piattaforma stradale. E' su questo asse che sono applicate tutte le regole imposte dalla normativa relative al tracciamento planimetrico ed altimetrico.

Nei tratti a carreggiate unite (margine interno da 2.80 metri) l'asse di tracciamento definisce le quote di progetto di entrambe le carreggiate stradali. La rotazione delle sagome avviene intorno a due "fulcri" (uno per carreggiata) ubicati al bordo di ciascuna carreggiata (distanza di 0.90 metri dall'asse di tracciamento).

6.5.1 Andamento planimetrico e verifica diagrammi di velocità

Il tratto stradale in oggetto è stato considerato strada di categoria D (strada urbana di scorrimento), al quale le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" assegnano un intervallo di velocità di progetto compreso tra 50 e 80 km/h.

In *tabella seguente* vengono sintetizzati i risultati della verifica delle caratteristiche planimetriche rispettivamente per la carreggiata Sud e per la carreggiata Nord. Viene riportato il tipo di elemento planimetrico considerato e in funzione della velocità massima di progetto, desunta dal diagramma delle velocità, si registrano i valori dei parametri minimi da utilizzare per le curve di transizione.

È possibile notare come tutti gli elementi planimetrici rispettano le indicazioni normative.

Tipo Elemento	Prog In	Prog Fin	Raggio (m)	Vel. Max (Km/h)	Lungh. (m)	A	A ottico	A contr. Compl.	A sovr. long.
Da inizio Progetto a Rotatoria R1									
Rettifilo	0+000.00	0+035.57		80	35.57				
Circonferenza	0+035.57	0+291.62	2000	80	256.05				
Rettifilo	0+291.62	0+346.68		33.14	55.07				
Da Rotatoria R1 a Rotatoria R2									
Circonferenza	0+353.85	0+414.00	300	20.83	60.15				
Clotoide	0+414.00	0+489.00		36.38	75.00	150	100	27.293	61.805
Rettifilo	0+489.00	0+676.57		75.28	187.57				
Circonferenza	0+676.57	0+744.86	2000	80	68.28				
Rettifilo	0+744.86	1+010.18		80	265.33				
Clotoide	1+010.18	1+054.18		80	44.00	132	132	126.683	97.488
Circonferenza	1+054.18	1+124.03	396	80	69.85				
Clotoide	1+124.03	1+168.03		80	44.00	132	132	114.765	76.21
Clotoide	1+168.03	1+251.00		80	82.97	132	70	119.254	65.524
Circonferenza	1+251.00	1+380.63	-210	79.25	129.64				
Clotoide	1+380.63	1+463.61		80	82.97	132	70	119.559	64.807
Clotoide	1+463.61	1+546.58		80	82.97	132	70	119.862	65.524
Circonferenza	1+546.58	1+634.48	210	76	87.90				
Clotoide C1	1+634.48	1+717.45		80	82.97	132	70	131.981	65.524
Circonferenza	1+717.45	1+953.97	-2000	80	236.52				
Rettifilo	1+953.97	2+347.16		80	393.19				
Clotoide	2+347.16	2+422.16		64.08	75.00	150	100	78.134	80.05
Circonferenza	2+422.16	2+525.38	-300	48.53	103.22				
Rettifilo	2+525.38	2+559.73		27.12	34.35				
Da Rotatoria R2 a Rotatoria R3									
Rettifilo	2+559.73	2+602.36		76.86	42.63				
Circonferenza	2+602.36	2+683.75	175	71	81.38				
Clotoide	2+683.75	2+777.37		80	93.63	128.004	58.333	127.548	73.258
Rettifilo	2+777.37	2+927.45		80	150.08				

Tabella 3 - Verifiche planimetriche

6.5.2 Andamento altimetrico

La pendenza longitudinale delle livellette nel tratto in esame risulta sempre inferiore al valore massimo indicato dalla normativa che prescrive per strade di categoria D – Strade urbane di scorrimento di non superare la pendenza del 6%.

In tabella seguente sono riportati i risultati attinenti l'andamento altimetrico dell'asse stradale: in particolare nelle colonne (9) e (10) sono riportati i valori minimi dei raccordi verticali in funzione della verifica della distanza di visibilità per l'arresto. Dalla verifica risulta che i valori di progetto dei raggi sono sempre superiori a quelli minimi indicati dalla norma di riferimento.

Dall'osservazione dei risultati riportati nelle tabelle si evidenzia che per alcuni raccordi, in relazione ai bassi valori della differenza di pendenza fra le due livellette (Δi), la formula di calcolo non fornisce risultati per il calcolo di R_v min. I valori adottati in progetto per i raccordi verticali sono pertanto da ritenersi adeguati.

Tipo Racc. (1)	P. In (2)	P. Fin (3)	P media (4)	Raggio (5)	Prog In (6)	Prog Fin (7)	V max (8)	R ottico (9)	R din (10)
Convesso	0.1	-0.38	-0.14	14109.16	0+000.00	0+067.57	80	Qualsiasi	823
Concavo	-0.38	2	0.81	2100	0+242.47	0+292.50	43.33	Qualsiasi	241
Convesso	2	-2	0	500	0+340.30	0+360.30	23.05	Qualsiasi	68
Concavo	-2	0.32	-0.84	1500	0+433.65	0+468.47	32.13	Qualsiasi	133
Concavo	0.32	2.77	1.545	5000	0+741.75	0+864.12	80	884	
Convesso	2.77	-1.83	0.47	3275	0+864.12	1+014.83	80	3272	
Concavo	-1.83	4.93	1.55	3000	1+014.83	1+217.65	80	2461	
Convesso	4.93	-4.92	0.005	3320	1+217.65	1+544.43	80	3320	
Concavo	-4.92	-0.02	-2.47	3000	1+544.43	1+691.29	80	2666	
Concavo	-0.02	2	0.99	3500	2+442.79	2+513.49	44.25	Qualsiasi	252

Tabella 4 - Verifiche raccordi altimetrici

6.5.3 Verifiche di visibilità

In termini di visibilità plano-altimetrica, in virtù degli allargamenti previsti in progetto, la distanza di visibilità per l'arresto, calcolata a 80 km/h su pavimentazione bagnata, è garantita lungo tutto il tracciato di progetto.

Nella seguente tabella vengono riportati i risultati emersi dall'analisi di visibilità, in termini di allargamenti necessari, e dei quali è prevista nel progetto la realizzazione, al fine di garantire una distanza di visuale libera compatibile con la distanza necessaria per l'arresto. Le verifiche sono state effettuate tenendo conto del diagramma delle velocità, e dell'effettiva visibilità del conducente alla guida del veicolo: essa è stata calcolata considerando il punto di vista (occhio del guidatore) collocato al centro della corsia e ad un'altezza pari ad 1.10 m. rispetto al piano viabile, mentre il punto di mira (limite più lontano della corsia adiacente a quella impegnata

dal conducente) è stato trasversalmente collocato in corrispondenza del margine destro (in cui si materializza l'ostacolo costituito dalla barriera di sicurezza) ed un'altezza dal piano viabile di 0.10 m.

Come prescritto dal DM 2001 se l'allargamento risulta di entità minore di 0.20m allora la corsia conserva la larghezza del rettilineo (cfr 5.2.7).

Per una analisi di dettaglio si rimanda agli elaborati specifici "Diagrammi delle velocità e delle visuali libere" e agli elaborati "STD100" e "STD101".

VERIFICHE DI VISIBILITA' IN CURVA - Sezione Tipo "D" - VELOCITA' MAX = 80 km/h											
N° Curva	Prog. Iniz.	Prog. Fin.	Vers o	Margin e	R (m)	Allarg . D (m)	PI (%/100)	V (Km/h)	D a (m)	Dv (m)	Δ D
Carreggiata SUD											
Da Inizio Progetto A Rotatoria R1											
1	0+353.8 5	0+414.0 0	DX	EST	300.0		-0.04	20.83	18.3399 1	78.3623 8	60.022 5
Da Rotatoria R1 A Rotatoria R2											
2	1+054.1 8	1+124.0 3	DX	EST	396.0	0.20	0	80	93.8029	93.8446 3	0.0417
3	1+251.0 0	1+380.6 3	SX	INT	210.0	2.20	0.02	76	85.4770 8	85.8198 3	0.3427
4	1+546.5 8	1+634.4 8	DX	EST	210.0	2.40	-0.03	76	89.7651 4	89.9374 4	0.1723
5	2+422.1 6	2+525.3 8	SX	INT	300.0		-0.08	30	27.9077	71.8843 7	43.976 7
Da Rotatoria R2 A Rotatoria R3											
6	2+602.3 6	2+683.7 5	DX	EST	175.0		0	50	49.6271 7	59.2930 2	9.6659
Carreggiata NORD											
Da Inizio Progetto A Rotatoria R1											
1	0+353.8 5	0+414.0 0	SX	INT	300.0		-0.08	20.83	18.5378 9	71.7186 3	53.180 7
Da Rotatoria R1 A Rotatoria R3											
2	1+054.1 8	1+124.0 3	SX	INT	396.0	0.65	0	80	93.8029	94.0259 1	0.2230
3	1+251.0 0	1+380.6 3	DX	EST	210.0	2.30	-0.02	76	88.8380 7	88.9162 7	0.0782
4	1+546.5 8	1+634.4 8	SX	INT	210.0	2.10	0.03	76	84.7140 2	84.5524 8	-0.1615
5	2+422.1 6	2+525.3 8	DX	EST	300.0		-0.08	30	27.9077	78.2819 4	50.374 2
Da Rotatoria R2 A Rotatoria R3											
6	2+602.3 6	2+683.7 5	SX	INT	301.0		0	50	49.6271 7	71.8370 6	22.209 9

Tabella 5 - Allargamenti di piattaforma previsti in progetto

6.6. Verifiche visibilità viabilità secondarie

Per quanto riguarda le viabilità minori nelle verifiche per la visibilità in curva si è tenuto conto anche della quota parte di visibilità dovuta agli allargamenti per iscrizione del veicolo in curva, in questo modo l'allargamento necessario risulta ridotto, come si evince dalla tabella seguente:

Verifiche di Visibilità in Curva - Viabilità Tipo "E" - Vp=50 Km/h											
Curva n.	Prog. Iniz.	Prog. Fin	Verso	R (m)	Allarg. D (m)	PI (%/100)	V (Km/h)	D a (m)	Dv (m)	Δ D	Allarg. Iscriz. Veic. in curva
Viabilità IN03 Direzione Nuova Zona Cantieristica											
1	0+025.55	0+101.31	DX	52		0.0360	40	39.76	42.880	3.12	0.87
2	0+222.15	0+278.76	SX	65		0.0360	45	46.11	58.166	12.06	0.69
3	0+429.87	0+464.59	SX	100		0.0000	50	54.69	72.007	17.32	0.45
Viabilità IN03 Direzione Rotatoria R2											
2	0+025.55	0+101.31	SX	52		-0.0360	40	42.07	52.040	9.97	0.87
3	0+222.15	0+278.76	DX	65	1.63	-0.0360	45	49.09	49.089	0.00	0.69
4	0+429.87	0+464.59	DX	100	0.31	0.0800	50	51.13	51.135	0.00	0.45
Viabilità IN04 Direzione SUD											
1	0+093.76	0+170.15	SX	100		0.0000	50	54.69	72.007	17.32	0.45
2	0+207.40	0+241.60	DX	25		0.0000	30	28.70	30.651	1.96	1.80
Viabilità IN04 Direzione Nord											
1	0+093.76	0+170.15	DX	100	0.80	0.0000	50	54.69	54.689	0.00	0.45
2	0+207.40	0+241.60	SX	25		0.0000	30	28.70	35.516	6.82	1.80
Viabilità IN05 Direzione Rotatoria R3											
1	0+148.29	0+151.94	SX	52		-0.0080	40	41.08	52.040	10.96	0.87
2	0+434.82	0+443.37	DX	52	1.55	-0.0800	40	43.93	43.927	0.00	0.87
Viabilità IN05 Direzione Viale Dell'Unità d'Italia											
1	0+148.29	0+151.94	DX	52		0.0080	40	40.57	42.880	2.31	0.87
2	0+434.82	0+443.37	SX	52		0.0800	40	38.66	52.040	13.38	0.87

Tabella 6 - Verifiche visibilità in curva viabilità secondarie

6.7. Pavimentazioni

Il progetto delle pavimentazioni ha previsto due tipologie di intervento.

I due interventi oggetto del presente progetto sono stati differenziati in funzione dell'asse di riferimento. In particolare modo per l'asse principale e per l'IN 05, si prevede l'impiego di una sovrastruttura (TIPO 1) di spessore complessivo pari a 64 cm e così composta:

- usura drenante-fonoassorbente in conglomerato bituminoso (CB) con bitumi modificati tipo Hard di 4 cm;
- binder in CB con bitumi modificati tipo Hard di 5 cm;
- base in CB con bitumi modificati tipo Hard di 20 cm;
- fondazione legata in misto cementato (MC) di 20 cm;
- fondazione non legata in misto granulare (MGNL) di 15 cm.

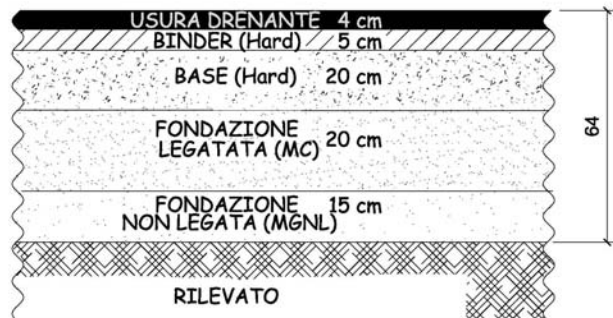


Figura 3 – Sovrastruttura nuove pavimentazioni (TIPO 1)

Il pacchetto previsto per gli assi secondari (IN 03 e IN 04) ha uno spessore di 43 cm (vedi Figura 2) con la seguente stratigrafia:

- usura in conglomerato bituminoso (CB) con bitumi normali di 4 cm;
- binder in CB con bitumi normali di 6 cm;
- base in CB con bitumi normali di 13 cm;
- fondazione non legata in misto granulare (MGNL) di 20 cm.



Figura 4 – Sovrastruttura nuove pavimentazioni (TIPO 2)

Per i tratti su impalcato è prevista la stesa dei soli strati di binder e usura con l'interposizione tra la soletta e la pavimentazione di uno strato di impermeabilizzazione di spessore pari a 1 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. La verifica è stata condotta facendo riferimento al tratto elementare maggiormente critico dal punto di vista dei carichi di traffico pesante a cui sarà soggetta la pavimentazione ovvero per la tipologia d'intervento TIPO 1 il tratto elementare corrispondente all'asse 3 (collegamento rotatorie R2/R3), mentre per la tipologia d'intervento TIPO 2 il tratto elementare corrispondente all'IN 03. In ambedue i casi è stata considerata una percentuale di veicoli pesanti transitanti sulla corsia di marcia pari all'100% (trattandosi di una sezione a una corsia per senso di marcia). I volumi di traffico pesante bidirezionale transitanti nei tre scenari progettuali (breve termine al 2016, medio termine al 2026 e lungo termine al 2036) sono stati determinati dallo studio 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.

6.8. Opere d'arte maggiori

La normativa di riferimento adottata per i calcoli strutturali è il vigente “D.M. 14 Gennaio 2008: Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (DM-2008)”. I carichi sismici di progetto sono in accordo alla norma citata. In particolare è stato preso come riferimento il Comune di Piombino e sono stati fissati i principali parametri del progetto sismico come specificato di seguito.

Vn = 50 anni	(vita nominale)
Classe d'uso = IV	(strade di cat. A)
Cu = 2.0	(coefficiente d'uso)
Vr = Cu x Vn = 2.0 x 50 = 100 anni	(vita di riferimento)
Stato limite di verifica: SLV	(stato limite di salvaguardia della vita)
Pvr = 10%	(probabilità di superamento dell'evento nella Vr)
Tr = 949 anni	(periodo di ritorno)
Categoria suolo di fondazione:	VI01 D
	VI02 D
	VI03 C
	VI04 C
Categoria topografica:	T1
Spettro di progetto:	elastico (Impalcato non isolato: smorzamento $\xi = 5\%$, fattore q = 1) (Impalcato isolato: smorzamento $\xi = 27\%$, fattore q = 1)

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

$$a_g = 0.051 \text{ g}$$

$$F_o = 2.845$$

$$T_C^* = 0.292 \text{ s}$$

$$S_S = 1.8$$

$$C_C = 2.313$$

$$S_T = 1.00$$

$$q = 1.0$$

Parametri dipendenti

$$S = 1.80$$

$$\eta = 1.00$$

$$T_B = 0.225 \text{ s}$$

$$T_C = 0.676 \text{ s}$$

$$T_D = 1.805 \text{ s}$$

6.8.1 Viadotto Montegemoli (Asse principale) e Scavalco ferroviario (viabilità IN03)

La scelta tipologica è stata indirizzata verso un'opera ad una campata, con spalle in calcestruzzo, impalcato costituito da travi in CAP a cassoncino e soletta in calcestruzzo gettata in opera. Le sottofondazioni sono realizzate con pali \varnothing 1200.

Sono state previste due larghezze di impalcato in funzione della tipologia stradale adottata:

- Strada tipo D: con due corsie da 3.25 metri e banchina in destra da 1.00 e in sinistra da 0.50 m;
- Strada tipo E: con due corsie da 3.00 metri e banchine da 0.50 m.

Al primo tipo, realizzato mediante due carreggiate, appartiene la seguente opera:

VI01-Viadotto Montegemoli al km 0+940.00: per lo scavalco del fosso Montegemoli

Al secondo tipo appartiene la seguente opera:

VI04-Scavalco FFSS al km 0+299.00: per la risoluzione dell'interferenza con la linea ferroviaria.

Le opere presentano, a completamento della sezione, due cordoli laterali da 0.70 metri ad eccezione del VI01 per il quale è previsto anche un cordolo centrale spartitraffico da 0.80m.

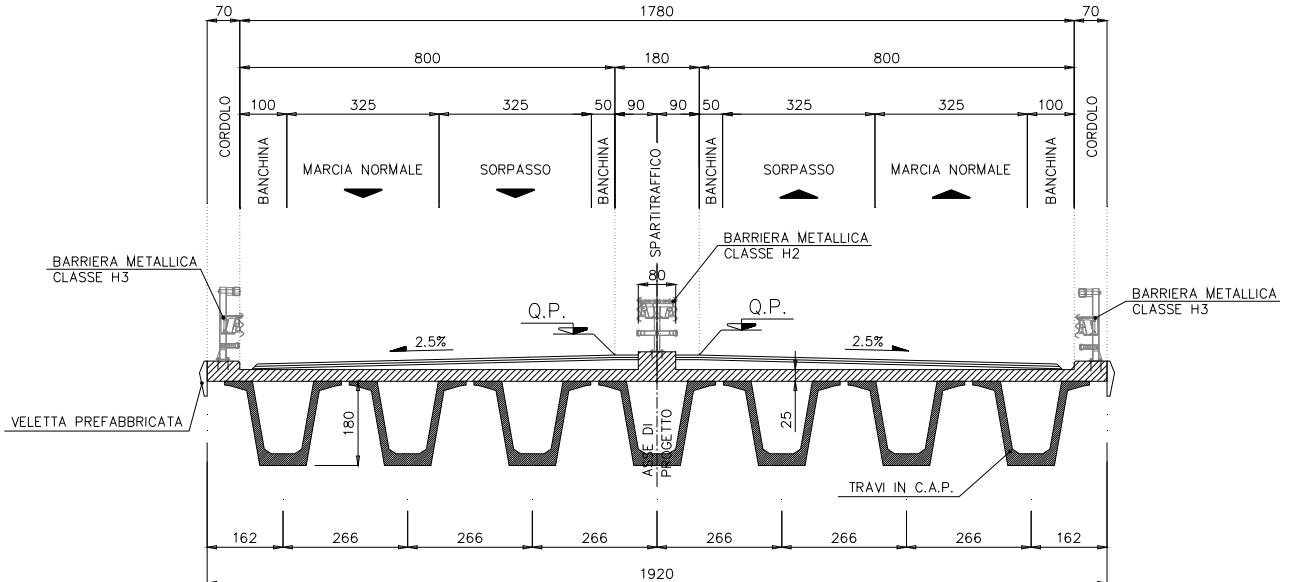


Figura 5 Sezione tipo impalcato Viadotto Montegemoli

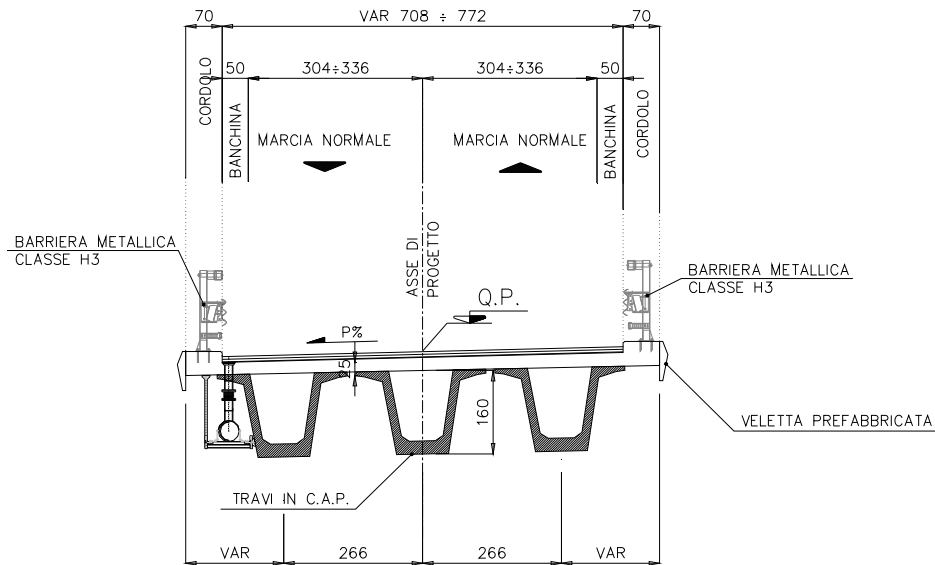


Figura 6 Sezione tipo impalcato Scavalco FFSS

Si riporta di seguito una breve descrizione delle opere oggetto di progettazione.

- *Viadotto Montegemoli*

L'opera consiste in un impalcato a campata unica, di luce misurata tra gli assi appoggi di 33.00m, realizzato con sette travi prefabbricate a cassoncino H180, semplicemente appoggiate all'estremità; le travi prefabbricate sono solidarizzate alla sovrastante soletta in cemento armato, dello spessore medio di 25.00 cm, mediante staffe di cucitura predisposte sulle ali superiori delle travi, realizzando così la collaborazione tra i due elementi strutturali.

In corrispondenza degli appoggi delle travi sono previsti trasversi di testata in cls di spessore 0.40m; si utilizzano appoggi in acciaio-teflon.

I sostegni di estremità sono costituiti da spalle a paramento verticale, fondate su pali 18φ1200.

- *Scavalco ferroviario*

L'opera consiste in un impalcato a campata unica, di luce misurata tra gli assi appoggi di 28.00m, realizzato con tre travi prefabbricate a cassoncino H160, semplicemente appoggiate all'estremità; le travi prefabbricate sono solidarizzate alla sovrastante soletta in cemento armato, dello spessore medio di 25.00 cm, mediante staffe di cucitura predisposte sulle ali superiori delle travi, realizzando così la collaborazione tra i due elementi strutturali.

In corrispondenza degli appoggi delle travi sono previsti trasversi di testata in cls di spessore 0.40m; si utilizzano appoggi in acciaio-teflon.

I sostegni di estremità sono costituiti da spalle a paramento verticale, fondate su pali 18φ1200.

6.8.2 Viadotto Cornia Vecchia 1 (Asse principale)

L'opera, posizionata tra le progressive 1+154.00 e 1+545, consiste in due impalcati affiancati realizzati su otto campate, sostenute da sette pile intermedie e due spalle di estremità. Le luci, misurate tra gli assi degli appoggi lungo l'asse di tracciamento, si succedono con la seguente scansione: 35.00 + 6 x 53.50 + 35.00 m, per una lunghezza complessiva di 391.00 m.

La sezione dell'impalcato è costituita da due travi a doppio T saldate, di altezza variabile da 2.40m a 2.70m, disposte ad interasse di 7.00m e collegate da trasversi ad anima piena.

La soletta in calcestruzzo, di spessore costante pari a 30 cm, è gettata su predalles tralicciate e prefabbricate, ed è resa collaborante con la sottostante struttura metallica mediante connettori tipo Nelson elettrosaldati sulle piattabande superiori delle travi; essa garantisce, insieme ai traversi, la ripartizione dei carichi tra le travi dell'impalcato in esame. La travata è dotata di un sistema di controventi di piano per la fase di montaggio.

La travata è realizzata mediante conci di lunghezza massima pari a 10.70m, per motivi di realizzabilità, trasporto e manutenzione.

La larghezza dell'impalcato in "direzione A12" è di 11.70m, dei quali 10.30m per la carreggiata stradale e 0.70m per i cordoli; l'impalcato in "direzione porto" è largo 11.80m, dei quali 10.40m per la carreggiata stradale e 0.70m per i cordoli.

Gli elementi laterali sono equipaggiati con barriere sicurvia di acciaio e presentano, sul lato esterno, delle velette prefabbricate.

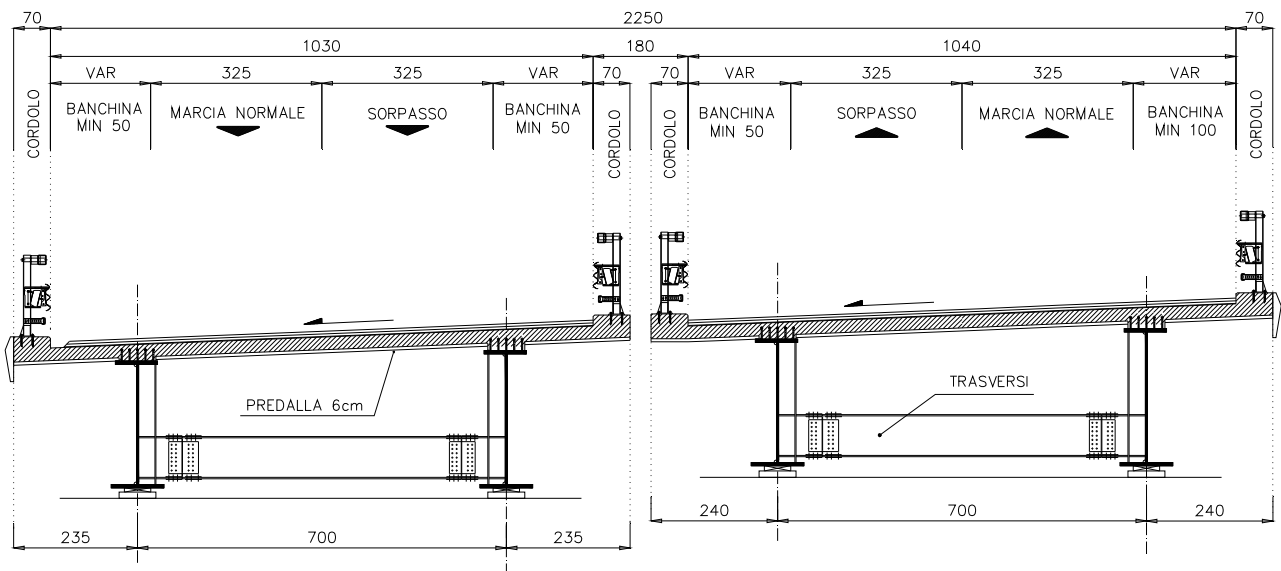


Figura 7 Sezione tipo impalcato Viadotto Cornia Vecchia 1

La scelta dell'impalcato misto acciaio-clt deriva da considerazioni legate a linearità e rapidità esecutive, semplicità nella realizzazione della soluzione continua, leggerezza e collaudate caratteristiche prestazionali nel campo di luci in esame.

Gli appoggi previsti per l'impalcato sono isolatori a scorrimento a superficie curva aventi uno smorzamento del 27%.

Le pile intermedie hanno un fusto rettangolare smussato di dimensioni esterne 9.90x1.20m e altezza massima di 9.60m; i sostegni di estremità sono costituiti da spalle a paramento verticale di altezza massima 3.20 m e spessore 1.60 m; sia pile che spalle sono fondate su pali ϕ 1200.

6.8.3 Viadotto Cornia Vecchia 2 (Asse principale)

L'opera, posta tra le progressive 2+777.30 e 2+847.30, è costituita da 2 campate continue di luce netta pari a 35 + 35 m (asse appoggi) per una lunghezza complessiva di 70m.

La sezione dell'impalcato è costituita da due travi a doppio T saldate, di altezza costante pari a 1.60m, disposte ad interasse di 5.40m e collegate da trasversi ad anima piena.

La soletta in calcestruzzo, di spessore costante pari a 30 cm, è gettata su predalles tralicciate e prefabbricate, ed è resa collaborante con la sottostante struttura metallica mediante connettori tipo Nelson elettrosaldati sulle piattabande superiori delle travi; essa garantisce, insieme ai trasversi, la ripartizione dei carichi tra le travi dell'impalcato in esame. La travata è dotata di un sistema di controventi di piano per la fase di montaggio.

La travata è realizzata mediante conci di lunghezza massima pari a 12.00m, per motivi di realizzabilità, trasporto e manutenzione.

Gli elementi laterali sono equipaggiati con barriere sicurvita di acciaio e presentano, sul lato esterno, delle velette prefabbricate.

Si utilizzano appoggi in acciaio-teflon.

Si riporta di seguito una sezione trasversale dell'impalcato.

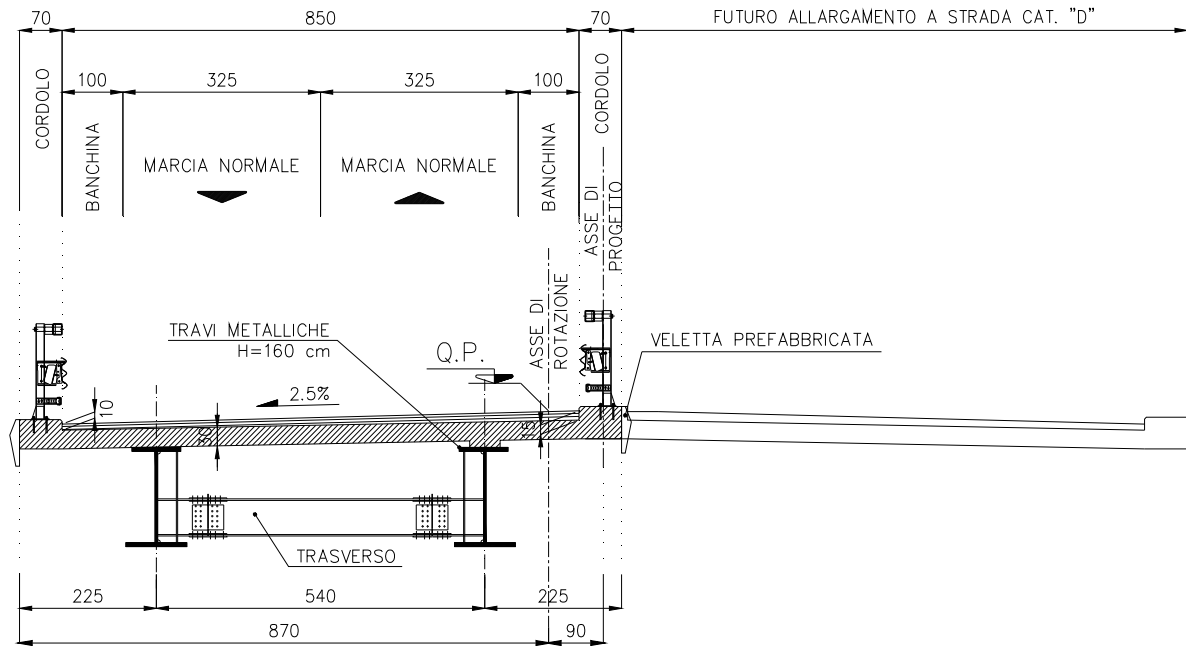


Figura 8 Sezione tipo impalcato Viadotto Cornia Vecchia 2

La scelta dell'impalcato misto acciaio-clc deriva da considerazioni legate a linearità e rapidità esecutive, semplicità nella realizzazione della soluzione continua, leggerezza e collaudate caratteristiche prestazionali nel campo di luci in esame.

La pila intermedia ha un fusto rettangolare smussato di dimensioni esterne 8.30x1.20m e altezza di 7.55m; i sostegni di estremità sono costituiti da spalle a paramento verticale di altezza 4.30 m.

Le fondazioni sono costituite da plinti su pali $\phi 1200$; data la posizione dell'opera (scavalco fluviale), per le fondazioni sono stati previsti adeguati approfondimenti, in considerazione di possibili fenomeni erosivi e di scalzamento.

6.9. Opere d'arte minori

6.9.1 Tombini idraulici

Il progetto definitivo prevede due tipologie di interventi:

1. Prolungamento di tombino $\Phi 1000$
2. Realizzazione di nuovo tombino $\Phi 1000$

In entrambi i casi il tubo sarà realizzato in calcestruzzo vibro compresso con rinfiacco in calcestruzzo.

E' previsto un tombino di tipologia uno compreso nella WBS CS02 e un totale di otto tombini di tipologia 2.

I tombini di tipologia 2 sono elencati nella tabella di seguito riportata:

TABELLA NUOVI TOMBINI CIRCOLARI

WBS	TB n°	Lt (m)	DN	KM
CS04	01	21.90	1000	2+279.00
IN03	02	13.20	1000	0+034.50
IN03	03	13.20	1000	0+185.80
IN03	04	10.10	1000	0+561.00
CS05	05	14.50	1000	2+700.00
IN04	06	13.50	1000	0+174.24
IN05	07	24.20	1000	0+350.00
IN05	51	15.80	1000	0+235.00

Tabella 7 – Elenco Nuovi tombini circolari $\Phi 1000$ (tipologia 2)

6.10. Barriere di sicurezza

Lungo il tracciato stradale sarà da prevedersi 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.

In particolare, l'asse principale dell'infrastruttura in oggetto (da inizio intervento a rotatoria R2) è una strada urbana di scorrimento (classe D) con classe di traffico di tipo III, in quanto negli scenari di traffico di progetto sono attese percentuali di veicoli pesanti superiori al 15%, con TGM bidirezionali evidentemente di molto superiore a 1000 veicoli/giorno.

Il D.M. 21.06.2004 fornisce 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 in Tabella 8 relativamente alle sole strade extraurbane secondarie (classe C) e strade urbane di scorrimento (classe D)

Tabella 8: classi minime di barriere per strade extraurbane secondarie (C) e urbane di scorrimento (D)

Tipo di strada	Traffico	Destinazione barriere		
		Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte
		a	b	c
Strade extraurbane secondarie (C) e strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3

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.

La tipologia delle barriere da prevedersi è quella di barriere metalliche a nastri; sul bordo laterale dovranno essere utilizzate barriere con nastro longitudinale principale a tripla onda, in modo da favorire il collegamento tra barriere di diversa tipologia.

I dispositivi impiegati per la protezione del bordo laterale dovranno essere caratterizzati da un livello di severità di classe A. Le barriere bordo ponte e in spartitraffico dovranno essere caratterizzate preferibilmente da classe

di severità A; potranno essere adottate in progetto barriere con livello di severità d'urto B nel caso in cui non risultino disponibili dispositivi della classe e del materiale previsti e con le caratteristiche compatibili con le specifiche di progetto rientranti nella classe A.

Con riferimento alla categoria dell'infrastruttura in progetto (strada urbana di scorrimento), la tipologia e classe di barriere previste per le diverse destinazioni (spartitraffico, bordo laterale e su opera d'arte) sono le seguenti:

- Per lo spartitraffico relativo al margine interno di separazione tra le carreggiate nord e sud: barriere metalliche a nastri da spartitraffico in configurazione monofilare di tipo bifacciale e classe H2;
- Per lo spartitraffico relativo al margine interno di separazione tra le carreggiate nord e sud in corrispondenza del viadotto a impalcati separati "Cornia Vecchia 1": barriere metalliche a nastri in configurazione bifilare di tipo bordo ponte e classe H2.
- Per il bordo laterale: barriere metalliche a nastri a paletti infissi di classe H2, e H3 in approccio alle opere d'arte (viadotti);
- Per le opere d'arte (viadotti): barriere metalliche a nastri di tipo bordo ponte di classe H3;

Per quanto riguarda l'installazione nello spartitraffico, i dispositivi di sicurezza dovranno avere caratteristiche di deformazioni permanenti tali da garantire il contenimento della barriera all'interno dello spartitraffico in linea con quanto indicato dal D.M. 5.11.2001. Con riferimento ai dispositivi da bordo laterale, questi dovranno avere caratteristiche di deformazione compatibili con il posizionamento degli elementi di arredo funzionale, quali pali di illuminazione, montanti di segnaletica verticale e barriere acustiche.

Il progetto stradale comprende anche la sistemazione delle seguenti viabilità:

- IN03 strada urbana di quartiere classe (E);
- Viabilità tra le rotonde R2 e R3, strada urbana di quartiere classe (E);
- IN04 strada urbana di quartiere classe (E);
- IN05 strada urbana di quartiere classe (E);

Per tali viabilità è opportuno precisare che il D.M.21.06.2004 è stato preso a riferimento, in quanto come espressamente indicato all'art.2 del D.M. 18.02.1992 e successivamente precisato dalla Circolare esplicativa del 21.07.2010 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, le viabilità con velocità di progetto inferiori ai 70km/h ricadono fuori dal campo di applicazione della norma.

Lungo i bordi laterali di tali viabilità, laddove ritenuto opportuno, sono state previste barriere metalliche a paletti infissi di classe H1. Con riferimento alla viabilità IN03 in corrispondenza dell'opera VI04 di scavalco della linea FS sarà da prevedersi l'impiego di barriere di classe H4, ritenendo prioritario il contenimento dei veicoli in relazione al rischio di caduta di questi sulla ferrovia.

Infine, per quel che riguarda la viabilità tra le rotonde R2 e R3, considerata la brevità della tratta in cui è anche presente il viadotto "Cornia vecchia 2" e tenuto conto della possibilità di un futuro ampliamento con variazione della strada da categoria E a D, saranno previste barriere della medesima classe di contenimento prevista per la viabilità principale (H2 per il bordo laterale e H3 per l'opera d'arte).

6.11. Segnaletica

Il progetto della segnaletica stradale ha per oggetto la definizione e il posizionamento di tutti gli elementi orizzontali (strisce di delimitazione della carreggiata, delle corsie, ecc.) o verticali (cartelli di pericolo e prescrizione, pannelli laterali o a portale di indicazione) di ausilio agli utenti stradali per una corretta e sicura fruizione del tratto stradale.

La progettazione della segnaletica da sviluppare nella fase esecutiva dovrà essere redatta in conformità alle normative vigenti di seguito elencate:

- D.L. 30.4.1992, n. 285 - Nuovo Codice della Strada" (dall' art. 37 al 45)
- D.P.R. 16.12.1992, n. 495 - Regolamento di esecuzione ed attuazione - Il capitolo) modificato e integrato dal D.P.R. 16.9.96, n. 610.
- DECRETO 10 luglio 2002 - Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo.
- D.Lgs 05.10.2006 n° 264 di recepimento della direttiva 2004/54/CE

Tutta la **segnaletica orizzontale** dovrà essere eseguita in conformità a quanto disposto dall'Art. 40 del Nuovo Codice della Strada e per la sua realizzazione dovrà essere impiegata vernice rifrangente all'acqua con post spruzzatura di perline rifrangenti.

Il materiale della segnaletica orizzontale deve essere antisdrucchiolevole e non deve sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione.

Lo schema di segnaletica orizzontale, prevede:

- striscia di mezzzeria da cm 15,
- strisce di margine della carreggiata da cm 25
- strisce di dimensioni maggiori per zebraure per canalizzazioni, barre di arresto, segnalazione di precedenza, ecc.

Per quanto concerne la **segnaletica verticale**, nello specifico dovranno essere seguiti i seguenti criteri guida:

- *Cartelli di tipo prescrittivi ed obbligo*: si prevede l'installazione di elementi con lo standard tipico delle strade di tipo "D".
- *Cartelli di preavviso e preselezione*: le tipologie previste sono state progettate in funzione della configurazione planimetrica dell'asse, degli svincoli, delle opere d'arte presenti, dei particolari elementi costitutivi e di specializzazione della carreggiata.

- *Cartelli di preavviso di intersezioni intersezione* (art. 127 del Regolamento): sono stati posti "in anticipo" rispetto al punto da segnalare, in modo da informare preventivamente sulle possibili direzioni da intraprendere; di forma rettangolare e/o quadrata contengono lo schema dell'intersezione o della rotatoria e i nomi delle località raggiungibili attraverso i vari rami dell'intersezione o della rotatoria.
- I *segnali di direzione* (art.128 del Regolamento) sono stati ubicati "sul posto", cioè in corrispondenza del punto da segnalare ed hanno le caratteristiche e le dimensioni stabilite dal Regolamento del Codice della Strada.

7. IMPIANTI ELETTROMECCANICI DI ITINERE

7.1. PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di fornire le indicazioni tecniche generali attuate per lo sviluppo del progetto impiantistico per opere complementari alla realizzazione della direttrice autostradale A12 Rosignano – Civitavecchia identificata nel tratto stradale del Lotto 7 Bretella di Piombino.

Le principali aree ed opere strutturali per le quali si rendono necessari gli opportuni interventi impiantistici sono identificabili negli elaborati grafici di progetto e riguardano la realizzazione di impianti di illuminazione a servizio delle rotonde di prossima realizzazione sul tratto oggetto delle opere.

Nei paragrafi successivi vengono indicate le predisposizioni impiantistiche ricorrenti negli ambiti summenzionati, che rappresentano l'oggetto degli allestimenti tecnologici contemplati nei progetti dei lotti d'opera componenti l'iniziativa.

7.2. SCOPO DEL PROGETTO

Le opere previste in progetto per tipologia di area di intervento possono essere così sintetizzate:

7.2.1 *Opere tecnologiche in viabilità ordinaria interferita*

- Realizzazione degli impianti di illuminazione esterna presso le rotonde di nuova realizzazione quale opera compensativa per il miglioramento delle viabilità locali sottoposte a riqualificazione;

7.3. INTERVENTI OGGETTO DELLE OPERE

Vengono di seguito indicate le tipologie di realizzazione impiantistica come da precedente elenco indicato nello scopo del progetto.

7.3.1 *Impianti di illuminazione esterna*

Con "impianti di illuminazione esterna" si intende il complesso formato dalle condutture, strutture ed apparati necessarie per la copertura illuminotecnica delle pertinenze autostradali (piste di immissione e diversione, svincoli, piazzali di stazione, etc) ed i percorsi in viabilità complementare alla piattaforma autostradale.

Ricadono altresì in tale categoria tecnologica gli apprestamenti illuminotecnici dedicati alle viabilità ordinarie.

Il dimensionamento di tali impianti sarà ottenuto dalla progettazione sottesa alle regole dettate dalla norma UNI 11248 ed UNI 13201_2 ad essa associata.

L'alimentazione elettrica di tali impianti sarà realizzata da punti di fornitura dedicati in BT o da cabine di trasformazione MT/BT di tratta entrambe richieste all'Ente erogatore locale (ENEL).

Lo standard adottato in progetto, a seconda delle dimensioni delle piattaforme da illuminare, prevede la predisposizione di punti luce su palo con corpi illuminanti e lampade LED per le pertinenze autostradali

(interasse pali 27-30 m circa per le rampe di svincoli) e lampade sodio alta pressione di adeguata potenza per i tratti in viabilità complementare ed ordinaria; i corpi illuminanti saranno sostenuti da pali ad altezze variabili tra i 8,5 ÷ 10m fuori terra.

Per l'illuminazione di aree quali ad esempio piazzali di stazione, aree di parcheggio in ambito di area di servizio, potrà essere concordato con la Committente l'uso di strutture a torre faro di adeguata altezza con lampade al sodio alta pressione.

In area di svincolo, se richiesto dal Committente, saranno inoltre previsti impianti di segnalazione guida antinebbia con apparecchi a LED colore ambra assemblati nelle lame delle strutture sicurvia (in sostituzione ai tradizionali moduli catarinfrangenti) e comandati da opportune sonde di rilevamento e/o manualmente attivabili dagli operatori di stazione quando queste risultano presidiate.

7.3.2 Allacciamenti elettrici primari da ente distributore locale

Ogni singola utenza elettrica o gruppi d'utenze dovranno essere sottomesse a consegna di rete primaria di alimentazione da parte dell'Ente distributore locale (ENEL, Aziende Elettriche Municipali); i punti di consegna in BT, tipicamente previsti in strutture dedicate, dovranno risultare in posizioni accessibili in sicurezza al personale di esercizio.

La Committente si farà carico degli oneri amministrativi di predisposizione allaccio all'utenza per le strutture oggetto delle opere procedendo in un secondo tempo alla voltura della competenza dei contratti stipulati agli enti locali proprietari finali degli impianti.

Gli impianti luce pubblica in viabilità ordinaria, gestiti con quadri stradali indipendenti, dovranno prevedere punti di allaccio in opportuni armadi stradali limitrofi agli impianti stessi.

8. ESPROPRI ED INTERFERENZE

8.1. Espropri

La progettazione riguarda la nuova costruzione, in base alle vigenti norme, della parte intermedia di una strada a quattro corsie, di collegamento al porto di Piombino, che nella soluzione finale, conetterà, senza interruzioni, il porto con la A 12.

Il tratto previsto si articola nel territorio del Comune di Piombino in Provincia di Livorno e consiste schematicamente in:

- Costruzione di una rotatoria “R1” con raccordi in corrispondenza dell’esistente incrocio della SS 398 a quattro corsie e della SP 23bis o della base geodetica;
- Primo scavalco del Cornia;
- Scavalco consecutivo della ferrovia “Lucchini” e del Cornia;
- Sviluppo in area demaniale ad uso delle acciaierie, con rotatoria “R2”.
- Superamento del Cornia con costruzione rotatoria “R3” e collegamento alla esistente “SP23” in località Gagno ed alla strada della Colmata.

Il tutto per uno sviluppo di circa km. 4 totali.

L’attività svolta, è mirata alla definizione delle aree da assoggettare ad esproprio o asservimento, al calcolo delle relative superfici ed alla previsione dei costi necessari per poter procedere all’acquisizione in via ablativa dei beni immobili di proprietà privata o pubblica.

La determinazione delle aree da espropriare è composta dai seguenti documenti, singolarmente per ciascun Comune amministrativo:

- Piano Parcellare;
- Elenco Ditte.

Per l’individuazione degli immobili da espropriare, sono state acquisite le mappe catastali digitalizzate e georeferenziate, sulle quali sono stati riportati gli ingombri delle nuove opere, procedendo alla sovrapposizione del fondo di mappa, costituito dai singoli fogli catastali uniti per Comune, con gli elaborati di progetto, opportunamente ancorati a punti significativi, quali spigoli di fabbricati e manufatti, determinando così il limite di occupazione o di asservimento comprensivo delle opere collaterali (es. scarpate, fossi di guardia, fondazioni, tiranti, ecc).

A ciascuna proprietà individuata è stato assegnato un numero progressivo (Bolla), che è riportato anche nell’elenco ditte.

L'Elenco delle ditte catastali, invece è stato predisposto per ciascun Comune, riportante l'indicazione di tutti gli intestatari catastali delle particelle da occupare, previste nel piano particellare.

Tale elenco è stato aggiornato, se venuti a conoscenza, dell'attuale intestazione della proprietà da espropriare.

L'elenco ditte contiene una scheda per ogni ditta descrittiva dell'attuale situazione catastale con i nominativi e dati anagrafici degli intestatari, il numero del piano parcellare e per ciascuna particella la superficie in occupazione, suddivisa a secondo del titolo.

Sono stati infine acquisiti, per la parte di interesse e competenza, gli strumenti urbanistici e le norme di attuazione degli usi del territorio e degli insediamenti, ai fini del riscontro di zonizzazioni, vincoli urbanistici, e quant'altro utile alla individuazione delle eventuali caratteristiche dei suoli assoggettati ad esproprio. E' stata predisposta una tavola con le sovrapposizione delle aree previste da espropriare e delle zone di PRG in maniera da determinarne l'esatta superficie suddivisa per zone omogenee, per le quali sono stati riscontrati i valori tabellari ai fini del pagamento della ICI.

8.2. Interferenze

A seguito della definizione del tracciato del Collegamento Stradale a quattro corsie tra la Autostrada A12 ed il Porto di Piombino, sono stati contattati tutti gli Enti pubblici e privati proprietari dei servizi di interesse collettivo le cui tubazioni e/o linee interferiscono in qualsiasi modo con il percorso del tracciato principale, secondario e delle opere complementari, di cantiere e provvisorie in genere.

Sono state rilevate numerose interferenze tra il tracciato e le linee dei sottoservizi. Di queste è stata inviato un elenco con cartografia agli Enti proprietari per un primo esame e controllo che ha costituito la prima base per il successivo confronto. Di questi Enti, oltre che gli storici Enel, Terna, Telecom, Snam si è riscontrato la presenza di Edison, Elettra e di reti di proprietà dell'acciaieria Lucchini.

In questa fase, assieme ai responsabili degli Enti ai quali è stato illustrato tutto il progetto, sono state esaminate le interferenze in funzione delle caratteristiche costruttive dell'infrastruttura, delle pile dei viadotti, delle opere di imbocco delle gallerie, il tipo delle gallerie ecc. ecc., tuttavia qualora nella fase del tracciamento topografico si verificasse il caso che una o più opere cadessero in corrispondenza di qualche sottoservizio sarà, naturalmente, necessario prevederne successivamente lo spostamento. Questo potrà risultare particolarmente probabile nella zona di innesto.

Tutte le interferenze sono state catalogate ed ordinate progressivamente in base all'origine della tratta e delle viabilità connesse.

Successivamente in apposita tabella, le interferenze, sono state ordinate per progressiva, sono state indicate le caratteristiche, l' ente di appartenenza e la scheda di risoluzione. Infatti per ogni singola interferenza che necessita di adeguamento, è stata predisposta una scheda nella quale sono state riportate le caratteristiche tecniche della stessa, le modalità di risoluzione, gli oneri occorrenti determinati sia da precedenti simili esperienze e/o concordati con i responsabili dell'Ente.

Volendo distinguere i diversi tipi di interferenze , si possono raggruppare nelle seguenti tipologie:

- Reti di approvvigionamento idrico (acquedotto);
- Reti raccolta e smaltimento acque reflue (fognature comunali e collettori consortili);
- Reti di trasporto e distribuzione energia elettrica (alta ed altissima tensione, media e bassa tensione per utenze private e Pubblica Illuminazione);
- Reti di trasporto e distribuzione gas (gasdotti alta pressione, gasdotti media e bassa pressione per utenze private);
- Reti di telecomunicazione (telefonia su cavo, telefonia mobile, fibre ottiche);
- Reti di teleriscaldamento;
- Oleodotti;
- Azotodotti ed ossigenodotti;
- Idrografia principale;
- Elettificazione linee ferroviarie;
- Altro, impianti particolari.

Dopo la prima di fase di censimento si è stato illustrato agli Enti o Società proprietarie delle reti il progetto sul quale stiamo lavorando, sulla forma, le dimensioni, il posizionamento delle pile dei viadotti, le opere collaterali ecc., al fine di identificare le reti che saranno in conflitto con l'opera progettata o che avranno bisogno di protezioni, deviazioni provvisorie o definitive a seguito della costruzione della strada.

E' da tenere presente che alcune reti non potranno essere interrotte neanche per tempi brevi, quindi in alcuni casi si dovrà prevedere la realizzazione di by pass prima dell'inizio dei lavori (Metanodotti in AP di proprietà delle acciaierie Lucchini).

E' stata presa in esame volta per volta ogni singola interferenza perché le modalità di ricollocamento varieranno a seconda del luogo dove si interviene. Le modalità di risoluzione delle interferenze sono riportate schematicamente e sinteticamente nelle singole schede e nelle tabelle riepilogative, con l'indicazione dell'onere necessario all'adeguamento.

Per maggiori approfondimenti si rimanda alla relazione *ESC_100 Relazione descrittiva Interferenze* e agli elaborati relativi.

9. CANTIERIZZAZIONE DELL'OPERA

9.1. Cantiere CO01

9.1.1 Generalità

In funzione delle attività presenti in cantiere è stata individuata, dopo un'attenta analisi del territorio, un'area alla progr. 1+100 lato carr. Ovest del nuovo Raccordo di Piombino alla realizzanda autostrada A12, nel territorio del comune di Piombino dove sono stati previsti:

- Cantiere Operativo
- Area di Caratterizzazione Terre
- Area di Supporto

L'area di cantiere risulta ubicata in adiacenza al nuovo raccordo, in corrispondenza del nuovo Viadotto Cornia Vecchia 1 "VI02". L'area risulta direttamente accessibile dalla strada Località Colmata, collegata sia alla S.P.23 "Strada Provinciale della Principessa" sia alla S.P. 23bis. Si è optato per la realizzazione di due aree di cantiere: la prima, ubicata in corrispondenza della spalla 1 del nuovo viadotto Cornia Vecchia 1, suddivisa in 2 sub-aree distinte e destinata ad attività di cantiere operativo e caratterizzazione terre, la seconda, ubicata più a sud, con funzione di area di supporto. L'accesso a ciascuna sottoarea è garantito da appositi cancelli. Nella presente relazione si descrive la sola area di cantiere operativo e caratterizzazione terre.

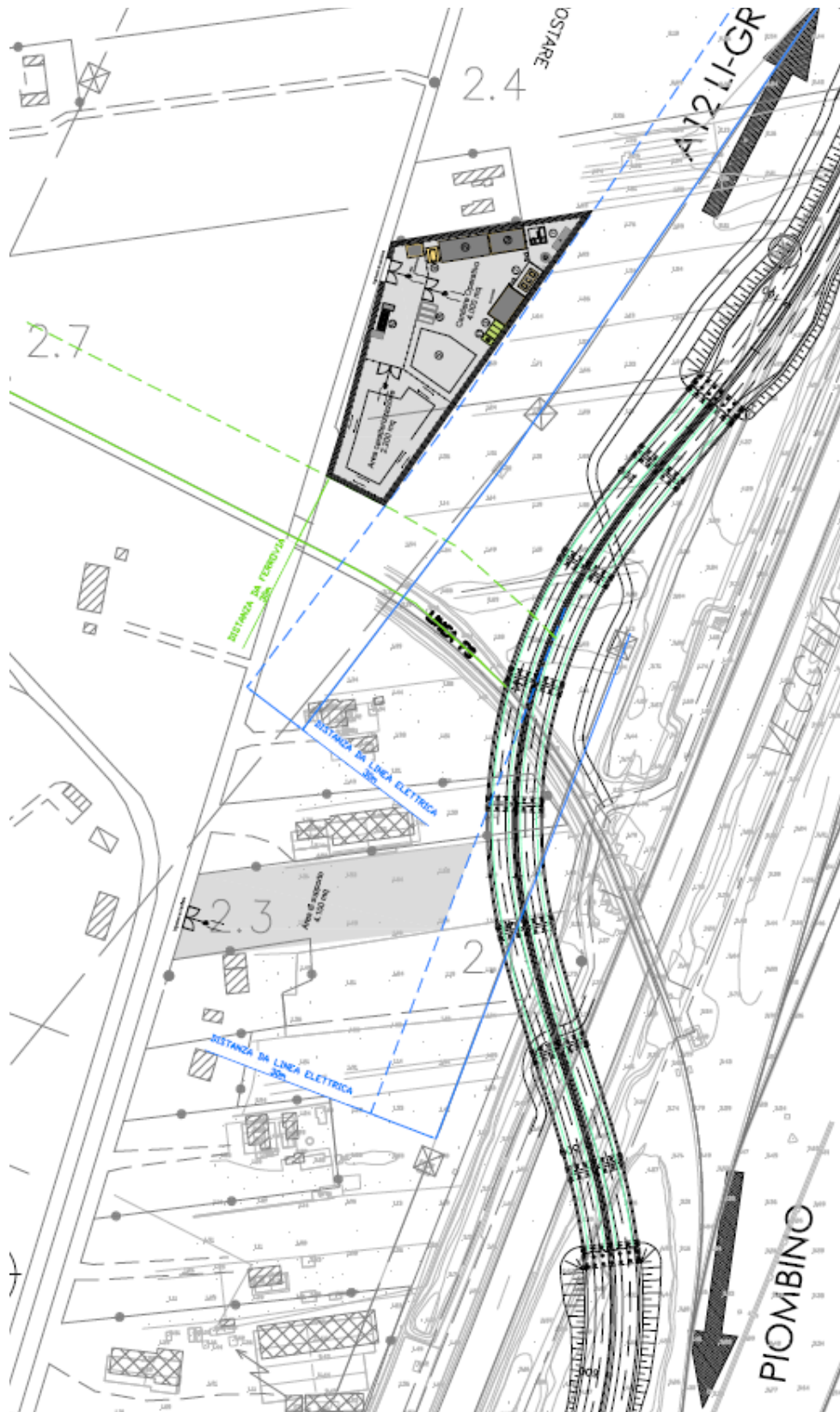
L'area adibita a "lavaggio ruote" è stata ubicata in prossimità del cancello principale di accesso all'area di cantiere, mentre la "pesa" è posizionata all'interno della sottoarea adibita a cantiere operativo.

La morfologia dell'area risulta pressoché pianeggiante, per cui risulta sufficiente effettuare modesti movimenti di terra adattando la quota e la pendenza dell'area di cantiere di progetto, minimizzando i volumi di riporto/sterro. Si prevede la realizzazione dello scotico superficiale dei primi 60 cm, necessario per la preparazione del piano di imposta e il cui materiale di risulta verrà collocato in dune perimetrali a protezione di ogni porzione di cantiere.

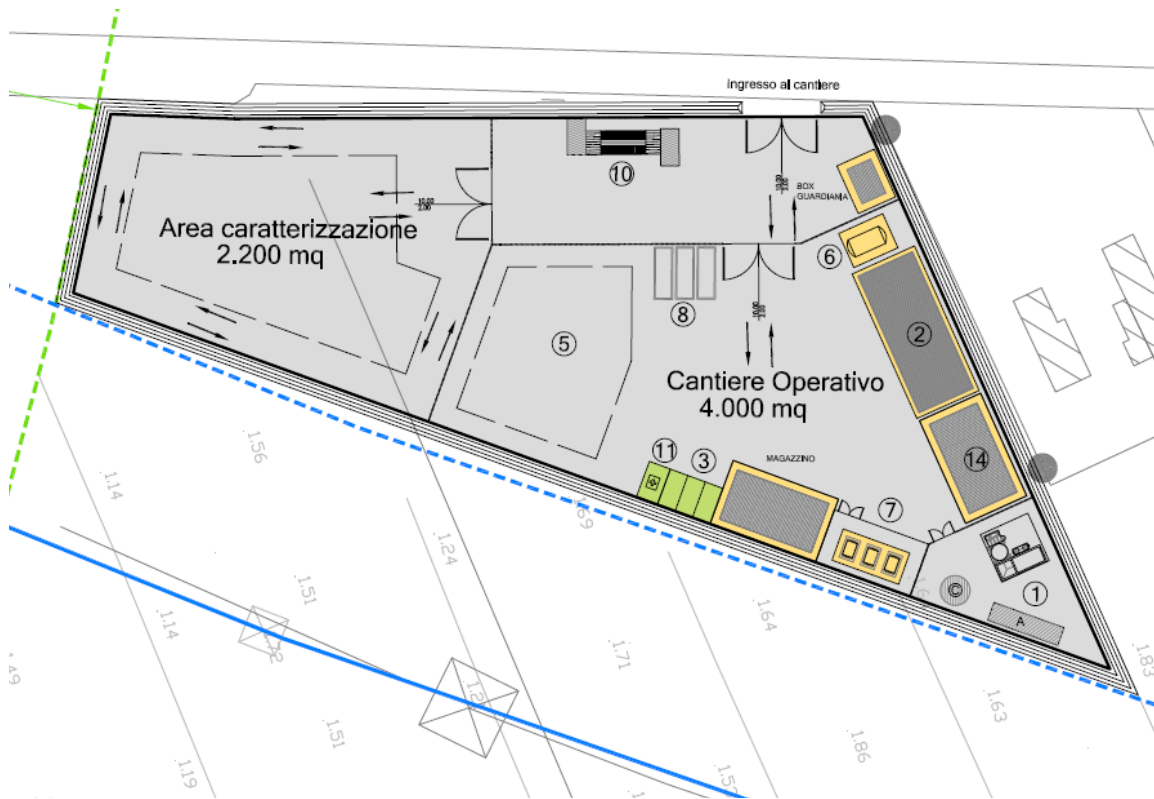
Particolare attenzione è stata posta alla presenza di reti elettriche e tracciati ferroviari presenti nella zona in cui è ubicata l'area di cantiere. Si sono quindi mantenute idonee distanze di sicurezza tra l'area di cantiere e le suddette interferenze.

Nelle figure seguenti si riporta l'ubicazione della suddetta area.

FIGURA (inquadramento 1:25.000)



Ubicazione aree di cantiere CO01



Layout aree di cantiere CO01

9.1.2 Caratteristiche generali delle aree di cantiere

1) Cantiere Operativo

Il cantiere operativo, di superficie pari a 4.000 mq, ospita: un'area di stoccaggio all'aperto, uffici e parcheggi, tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto.

Nel Campo Operativo troverà sede un'apposita area recintata al cui interno è ubicato l'impianto di disoleatura.

L'area di cantiere e le varie zone interne destinate a stoccaggio materiali, box e servizi di logistica del cantiere, saranno opportunamente delimitate da recinzioni.

La superficie del cantiere sarà completamente asfaltata mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato, 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso (binder+ tappeto di usura).

Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, ricovero, depositi, ecc. saranno opportunamente appoggiati su idonei basamenti in cemento armato da realizzarsi secondo quanto indicato dai disegni esecutivi ed in ogni caso dimensionati per sopportare i carichi ivi presenti.

Il deposito di carburante è conforme alla normativa vigente in materia (D.M. 19/03/1990 n. 76.)

Nell'area di cantiere sono previsti, inoltre, spazi per:

1. serbatoi carburanti < 9 mc
2. gruppi elettrogeni in ambiente insonorizzato
3. magazzino
4. parcheggio autovetture
5. punto incontro emergenza 118
6. box locale spogliatoi – wc – ricovero
7. box uffici
8. riserva idrica per gli usi di cantiere (escluso wc)
9. area stoccaggio materiali
10. container rifiuti

2) Area di Caratterizzazione Terre

Per poter effettuare la caratterizzazione chimica dei materiali terrosi provenienti dagli scavi è necessario, per attestare l'idoneità degli stessi ad essere riutilizzati per la realizzazione di rilevati o ritombamenti e quindi non allontanati dal cantiere e portati a discarica speciale, prevedere un'area la cui superficie totale è pari a circa 2.200 mq.

L'area verrà pavimentata, mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato, 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso (binder+ tappeto di usura), in modo da creare un piano di posa impermeabile. Le acque di piazzale saranno raccolte e trattate (sedimentazione-disoleatura) prima di essere recapitate attraverso una tubazione dedicata che ne permetterà il campionamento separato.

Nelle aree troveranno sede i cumuli di campionamento, realizzati a base rettangolare di altezza massima pari a 6 metri, con pendenza scarpate $\frac{1}{2}$.

9.1.3 Aspetti idraulici

Per gli aspetti relativi alle reti idriche presenti nell'area di cantiere, si rimanda alla relazione specifica appositamente predisposta (cfr. Elaborato IDR 200 Relazione idraulica).

9.2. Cantiere CO02

9.2.1 Generalità

Oltre al cantiere base descritto nel precedente capitolo, si prevede di installare un cantiere operativo in corrispondenza della nuova viabilità IN05, alla progressiva km 2+927,45 del nuovo raccordo di Piombino, ovvero al termine del Lotto 7, nel Comune di Piombino, sfruttando la geometria del nuovo assetto viario che andrà a costituirsi, composto da nuove viabilità di collegamento con la S.P.23 “Strada Provinciale della Principessa” ed intersezione a rotatoria.

Al fine di consentire l’accesso all’area di cantiere operativo, si è prevista la realizzazione di un’area di supporto ubicata in adiacenza alla S.P.23 “Strada Provinciale della Principessa”, nei pressi della località Gagno. Durante le fasi di realizzazione della nuova infrastruttura, sarà possibile dapprima utilizzare la suddetta area di supporto come cantiere operativo provvisorio, quindi, una volta realizzata la nuova viabilità IN05, accedere direttamente all’area di cantiere operativo ubicata in adiacenza al Fosso Allacciante ed al nuovo Viadotto Cornia Vecchia 2 “VI03”.

Per consentire l’accesso alle arre destinate alle lavorazioni a nord del Fosso Allacciante e del Fosso Cornia Vecchia, si prevede la realizzazione di apposita viabilità destinata ai mezzi di cantiere, che dipartirà dal cantiere operativo per raccordarsi con la strada interna allo Stabilimento Lucchini.

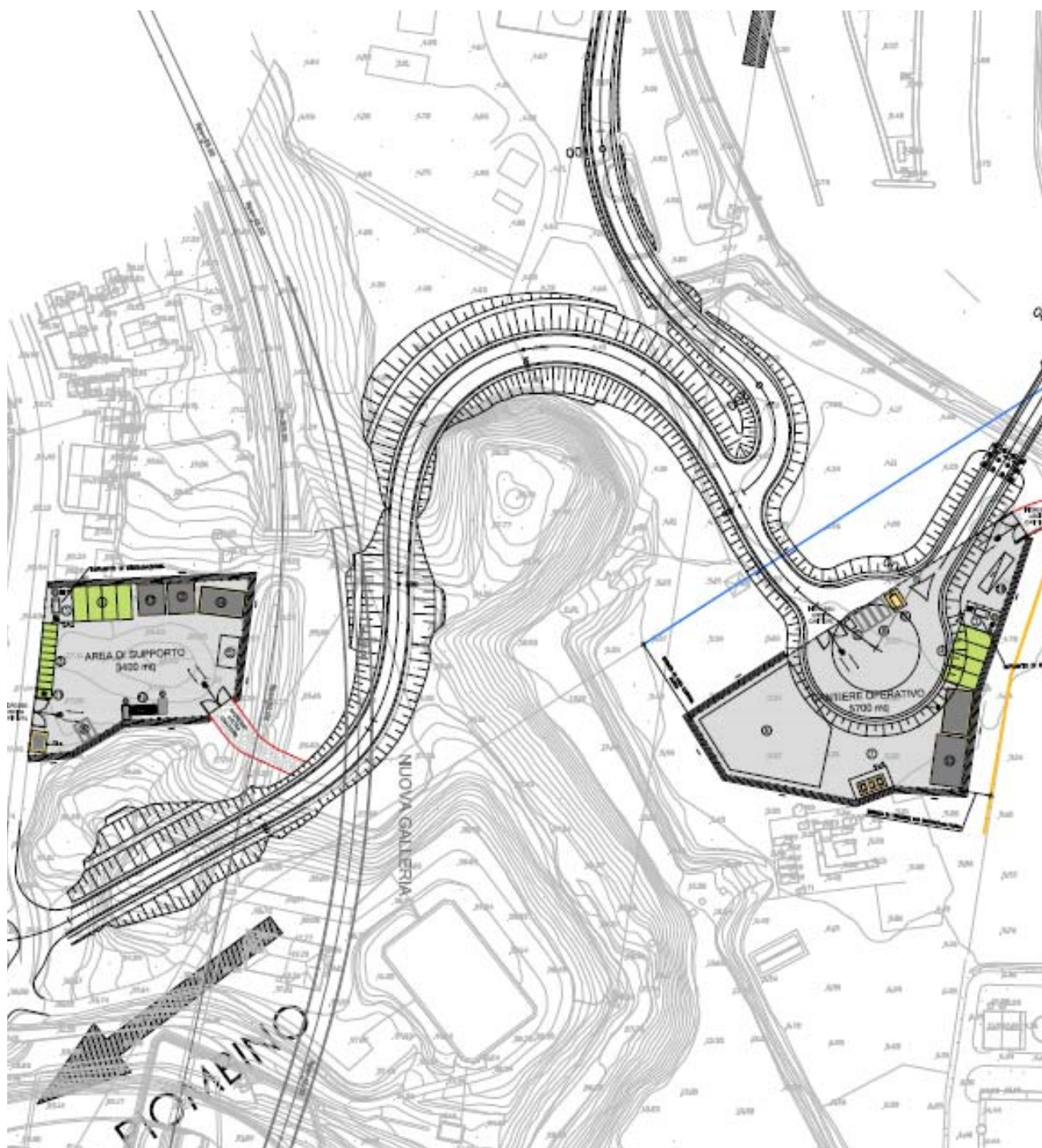
Il cantiere operativo sarà predisposto con tutti gli impianti necessari all’esecuzione delle opere d’arte costituenti svincoli e corpo stradale. In adiacenza all’area destinata al cantiere operativo, si prevede la realizzazione di un’area di caratterizzazione terre.

L’area adibita a “lavaggio ruote” trova ubicazione all’interno dell’area di supporto, mentre sono previsti parcheggi dei mezzi di cantiere sia nella suddetta area di supporto sia nell’area di cantiere operativo.

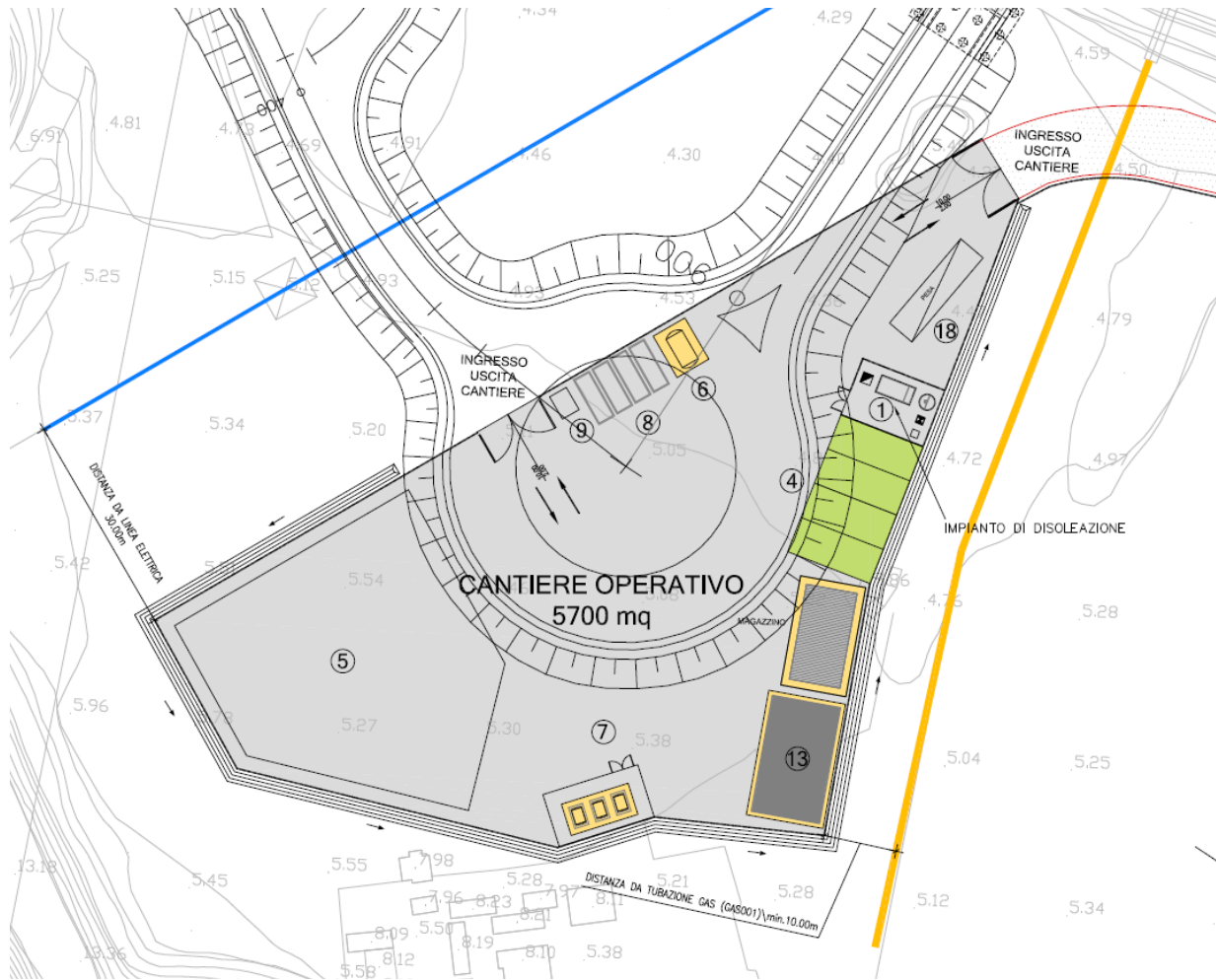
Considerata la modesta estensione delle aree di cantiere individuate, nonostante la morfologia del terreno presenti andamento non del tutto pianeggiante, soprattutto per quanto riguarda l’area di supporto, si ritiene comunque sufficiente effettuare modesti movimenti di terra.

Nelle figure seguenti si riporta l’ubicazione della suddetta area.

FIGURA (inquadramento 1:25.000)



Ubicazione aree di cantiere CO01



Layout area di cantiere operative CO01



Layout area di supporto CO01

9.2.2 Caratteristiche generali delle aree di cantiere

1) Area di supporto

L'area di supporto, di superficie pari a 3.400 mq, ospita i box uffici, i locali spogliatoi e i parcheggi a servizio dell'area di cantiere operativo ubicata ad est della stessa.

La superficie del cantiere sarà completamente asfaltata mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato, 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso (binder+ tappeto di usura).

Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, ricovero, depositi, ecc. saranno opportunamente appoggiati su idonei basamenti in cemento armato da realizzarsi secondo quanto indicato dai disegni esecutivi ed in ogni caso dimensionati per sopportare i carichi ivi presenti.

Nell'area di cantiere sono previsti, inoltre, spazi per:

1. serbatoi carburanti < 9 mc
2. punto incontro emergenza 118
3. box uffici
4. box locale spogliatoi – wc – ricovero
5. container rifiuti

Per l'emergenza sanitaria è previsto punto di raccolta con parcheggio dedicato ai relativi mezzi di soccorso.

2) Cantiere Operativo

Il cantiere operativo, di superficie pari a 5.700 mq, ospita gli apprestamenti necessari alle lavorazioni, quindi area di stoccaggio all'aperto, parcheggi, tettoie/capannoni da adibire ad eventuale officina al coperto.

L'area di cantiere e le varie zone interne destinate a stoccaggio materiali, box e servizi di logistica del cantiere, saranno opportunamente delimitate da recinzioni secondo le indicazioni contenute nelle tavole del progetto esecutivo e con caratteristiche e dimensioni previste dal Piano di Sicurezza e Coordinamento.

La superficie del cantiere sarà completamente asfaltata mediante pacchetto stradale realizzato con 30 cm di materiale arido stabilizzato, 6 cm di pavimentazione in conglomerato bituminoso (binder + tappeto di usura).

Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, depositi, ecc. saranno opportunamente appoggiati su idonei basamenti in cemento armato da realizzarsi secondo quanto indicato dai disegni esecutivi ed in ogni caso dimensionati per sopportare i carichi ivi presenti.

Il deposito di carburante è conforme alla normativa vigente in materia (D.M. 19/03/1990 n. 76.)

Nell'area di cantiere sono previsti, inoltre, spazi per:

1. serbatoi carburanti < 9 mc
2. gruppi elettrogeni in ambiente insonorizzato
3. parcheggio mezzi di cantiere
4. magazzino
5. container rifiuti
6. "pesa" automezzi

Per l'emergenza sanitaria è previsto punto di raccolta con parcheggio dedicato ai relativi mezzi di soccorso.

9.2.3 *Aspetti idraulici*

Per gli aspetti relativi alle reti idriche presenti nell'area di cantiere, si rimanda alla relazione specifica appositamente predisposta (cfr. Elaborato IDR 200 Relazione idraulica).

10. MODALITA' E FASI REALIZZATIVE

L'intervento avviene quasi tutto fuori traffico, a meno delle lavorazioni relative alla realizzazione della rotatoria denominata R1 di raccordo tra la SS398, la SP23bis e la nuova bretella, le cui fasi sono riportate nell'elaborato specifico (CAP601). Per quanto riguarda il tratto fuori traffico le uniche opere che necessitano di una fasizzazione per la loro realizzazione sono i viadotti VI01 e VI02 e il corpo stradale CS03, la cui esecuzione è legata alla risoluzione dell'interferenza EAT002, tali fasi sono riportate nell'elaborato CAP600.

Le tempistiche di realizzazione delle varie opere e le relazioni temporali tra di esse sono riportate nell'elaborato CAP001 "Diagramma dei lavori", i tempi totali della realizzazione dell'opera sono di 24 mesi.

11. LE OPERE A VERDE E L'INTEGRAZIONE PAESAGGISTICA

L'analisi degli impatti eseguita nel SIA ha evidenziato l'assenza di interferenze significative per cui, di conseguenza, non si ravvede la necessità di interventi importanti.

In generale sarà necessario rispettare buone pratiche di cantiere nella fase realizzativa ed eseguire alcuni limitati interventi a verde.

In maniera più specifica, come accennato nel quadro di riferimento progettuale, tali specifici interventi a verde sono così distinguibili:

1. Inerbimento: da applicare indifferentemente a tutte le scarpate e le aiuole delle rotatorie presenti;
2. Macchia arbustiva in corrispondenza di alcuni dei rilevati più alti e di una rotatoria;
3. Macchia arbustiva igrofila: in corrispondenza delle zone intercluse fra il tracciato e il fosso del Cornia ed in altre zone residuali comunque prossime al corso d'acqua laddove vi è una esigenza di ripristino o riqualificazione e comunque solo se l'intervento non altera il regime idraulico;
4. Fascia arborata igrofila da applicare in uno specifico caso in cui si ritiene necessaria una azione di mascheramento.

Rimandando alla cartografia allegata per la localizzazione di tali interventi di seguito se ne descrivono i contenuti che si ispirano comunque tutti alla logica dell'ecologia del paesaggio e quindi ad un rigoroso rispetto delle forme associative vegetali e della scelta di specie autoctone selezionate fra quelle in grado di sopravvivere e di crescere spontaneamente e di non incorrere in conformazioni artificiali avulse dal contesto.

Gli interventi saranno effettuati a lato del corpo stradale, parallelamente ad esso, lungo le fasce di rispetto disponibili.

Inerbimento

Questi interventi sono previsti per le superfici quali i versanti delle scarpate e dei rilevati, le aree intercluse, le aiuole e le rotatorie.

Le semine e le idrosemine costituiscono interventi di rivestimento con la finalità di fornire al terreno una rapida protezione dall'erosione idrica ed eolica; inoltre avviano la fase primaria necessaria, per la ricostituzione della copertura vegetazionale - evitando che il suolo nudo venga ricoperto da formazioni vegetali infestanti - il consolidamento del suolo e la sua evoluzione, l'attenuazione dell'impatto paesaggistico dei terreni denudati dalle opere di scavo e dei rilevati di nuova costituzione.

Il prato costituisce quindi una forma di protezione superficiale al dilavamento, ed una misura di mitigazione a carattere ecologico e paesaggistico.

La semina a mano viene eseguita su tutte le superfici piane o con pendenze inferiori a 20°, mentre per superfici con pendenze superiori, fino ad un limite di 37-40° si esegue l'idrosemina.

La semina della formazione prativa sarà effettuata in primavera o in autunno (settembre – novembre o marzo-maggio), evitando i mesi con periodi di aridità e quelli con temperature inferiori a 0°C.

Gli interventi saranno realizzati, per quanto possibile, subito dopo la preparazione e la sistemazione della terra da coltivo.

La miscela di semi utilizzata è costituita da graminacee e leguminose i cui apparati radicali svolgono azioni complementari: le radici fascicolate delle graminacee sono in grado di trattenere bene gli strati superficiali del suolo, mentre le radici fittonanti delle leguminose penetrano in profondità, arricchendo il suolo di azoto, data la capacità di fissazione di questo elemento, in condizione di simbiosi con batteri azotofissatori.

Le prime specie a germinare saranno le graminacee, seguite poi dalle leguminose. Una buona copertura del substrato sarà ottenuta non prima di 6 mesi dall'intervento di semina.

La cenosi erbacea ottenuta con questo intervento, muterà la sua composizione nel tempo, con una prima prevalenza di leguminose (i primi 2 anni) alla quale seguirà una prevalenza di graminacee.

Nel giro di qualche anno, la fitocenosi sarà arricchita da varie altre specie locali, che si propagheranno naturalmente.

La tabella seguente riporta la composizione della miscela polifitica da utilizzare per le semine e per le idrosemine.

Tab. 1/3.4.1 - Composizione della miscela polifitica da utilizzare per le semine e per le idrosemine.

Nome latino	Nome comune	Famiglia	Comp. %
<i>Lolium multiflorum</i>	Loietto	Graminacee	20%
<i>Lolium</i>	Loglio	Graminacee	10%
<i>Festuca rubra</i>	Festuca rossa	Graminacee	10%
<i>Cynodon dactylon</i>	Gramigna	Graminacee	5%
<i>Dactylis glomerata</i>	Erba mazzolina	Graminacee	5%
<i>Phleum pratense</i>	Coda di topo	Graminacee	5%
<i>Medicago lupulina</i>	Lupolina	Leguminose	20%
<i>Lotus corniculatus</i>	Ginestrino	Leguminose	10%
<i>Trifolium repens</i>	Trifoglio bianco	Leguminose	5%
Semi vari di fiorume di prateria			10%

Inerbimento tramite semina a spaglio

La semina manuale si esegue dopo aver preparato la superficie da inerbire, cercando di distribuire la semente in maniera omogenea e miscelando la semente nel sacco, prima di distribuirla sul terreno, al fine di rispettare la composizione polifitica. In seguito si provvede alla rastrellatura incrociata della superficie seminata.

Inerbimento delle superfici, tramite idrosemina

Dopo aver preparato il letto di semina, si provvede alla distribuzione della miscela di sementi in soluzione acquosa, arricchita con concimi e leganti, effettuata con un'apposita macchina idraulica specializzata (idrosemnatrice). Affinché la miscela risulti omogenea, va continuamente mescolata durante l'irrorazione.

La miscela risulta così costituita:

- 1 – acqua
- 2 – miscuglio di sementi di specie erbacee idonee alla stazione (30 gr/mq)
- 3 – fertilizzante chimico (30 gr/mq) e/o fertilizzante organico (stallatico maturo o liofilizzato) (50 gr/mq)
- 4 – additivo fitormonico per stimolare la radicazione e lo sviluppo della microflora del suolo.
- 5 – leganti e collanti come resine sintetiche ad effetto collante e cellulosa.

La quantità di prodotto irrorato varia dai 10 litri/mq per le stazioni acclivi ai 20 litri/mq per le stazioni pianeggianti. Il prodotto viene sparso in maniera uniforme ottenendo uno strato uniforme di 1-2 cm di spessore.

Macchia arbustiva

In corrispondenza dei rilevati più alti nonché in corrispondenza delle aiuole centrali all'interno di alcune rotatorie, si prevede la piantumazione di specie arbustive.

In tali aree, ed in particolare nelle rotatorie, per ragioni connesse alla sicurezza, particolarmente alla necessità di garantire una certa visibilità dell'intorno, occorre utilizzare specie che non sviluppino grandi altezze, eventualmente controllandone il portamento (massimo 60-70 cm).

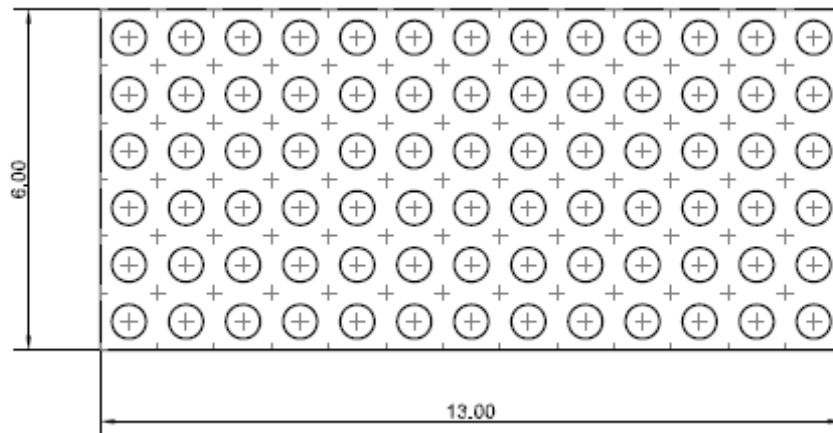
Per analoghe ragioni il modulo di impianto proposto è di tipo rado.

L'intervento viene realizzato attraverso la piantumazione di specie arbustive selezionate tra le quelle presenti negli habitat circostanti, tipiche dunque della macchia mediterranea.

In particolare si suggeriscono composizioni in egual misura di:

- *Cornus mas* (Corniolo)
- *Coronilla emerus* (Coronilla dondolina)
- *Ligustrum volgare* (ligustro)
- *Phillyrea latifolia* L. (Fillirea)
- *Pistacia lentiscus* L. (Lentisco)
- *Euonimus europea* (Berretta del prete)

Fig. 1/3.4.1 – Sesto di impianto previsto per la macchia arbustiva



Per quanto concerne la messa a dimora delle piantine il periodo più idoneo è quello del riposo vegetativo; particolare cura dovrà essere posta sia durante l'acquisto del materiale vegetale, verificandone attentamente la provenienza, lo stato sanitario (assenza di malattie, parassiti, ferite, ecc.) e le dimensioni, sia durante il trasporto e la messa a dimora delle piante, al fine di evitare loro ferite, traumi, essiccamenti. La messa a dimora degli arbusti comporta alcune operazioni complementari quali, naturalmente, lo scavo ed il successivo reinterro delle buche (o meglio della trincea) atte ad ospitare le piantine, la concimazione del terreno e la pacciamatura.

L'apertura delle buche verrà eseguita a mano, se necessario, si dovrà provvedere a costituire uno strato di materiale composto da ammendanti e fertilizzanti indicativamente in ragione massima di 0,5 kg/mc per ogni buca destinata ad alloggiare essenze arbustive. Le previste pratiche di concimazione vanno realizzate al fine di perseguire lo scopo di aiutare le piante nel periodo più difficile e cioè quello dell'attecchimento e potranno essere effettuate ricorrendo a sostanze chimiche o organiche. In fase di progettazione esecutiva un'analisi delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno fornirà utili elementi conoscitivi per poter valutare la tipologia di concimazione più idonea.

Macchia arbustiva igrofila

In corrispondenza delle zone intercluse fra il tracciato e il fosso del Cornia ed in altre zone residuali comunque prossime al corso d'acqua, laddove vi è una esigenza di ripristino o riqualificazione e comunque solo se l'intervento non altera il regime idraulico si prevede l'impianto di una fascia arbustiva di tipo igrofilo.

Con un sesto di impianto uguale a quello precedente si suggerisce l'utilizzo delle seguenti specie:

Cornus sanguinea (Sanguinella), 25%

Ligustrum Volgare (Ligustro), 50%

Euonimus europaeus (Berretta del prete), 25%

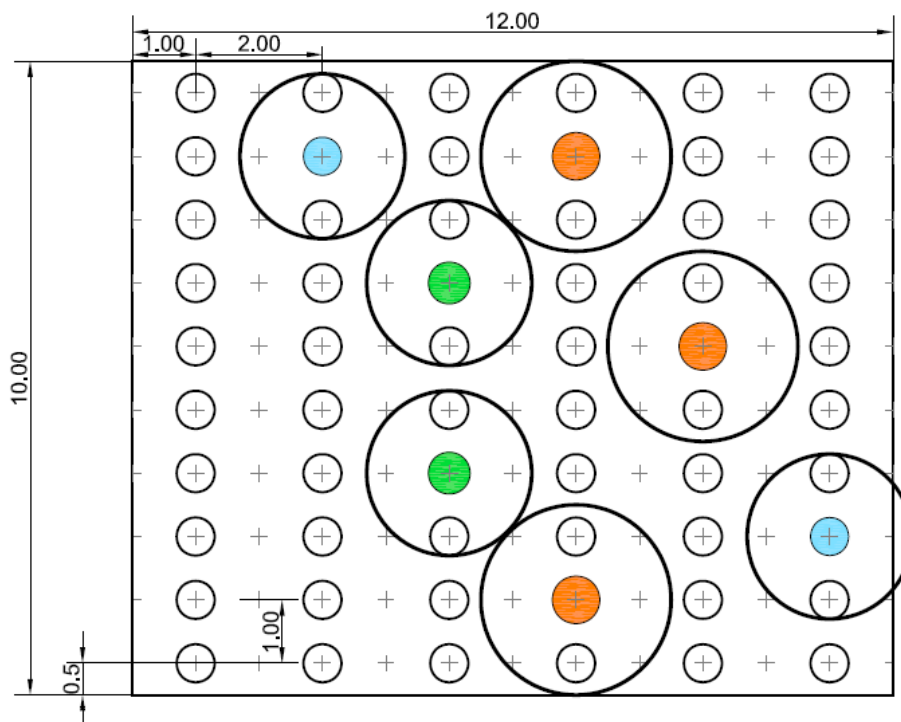
In alcuni casi può inoltre essere necessario un intervento di rinfoltimento o ripristino del canneto mediante la messa a dimora di esemplari di *Phragmites australis* e *Typha latifolia* con una distribuzione di 4 piante per metro.

Fascia arborata igrofila

La fascia arborata riguarda una specifica zona a ridosso del rilevato del ramo 5. Lo scopo è quello di favorire la riduzione dell'impatto percettivo a vantaggio sia dei futuri utenti della strada che dell'area residenziale posta relativamente a ridosso dell'opera.

Il sesto d'impianto suggerito è riportato nell'immagine seguente.

Fig. 2/3.4.1 – Sesto di impianto previsto per la fascia arborata igrofila



Esso è composto dalle seguenti specie arboree:

- *Salix alba* (salice bianco);
- *Salix elegnis* (salice raiolo);
- *Acer campestre* (Acero campestre);
- *Acer monosperolatum* (Acero minore).

Queste si accompagnano alle seguenti specie arboree:

- *Cornus sanguenea* (sanguinella), 25%
- *Crataegus monogyna* (biancospino), 25%
- *Ligustrum volgare* (Ligustro), 17%
- *Corylus avellana* (Nocciolo), 17%
- *Euonymus europaeus* (Berretta del prete), 16%

Per quanto riguarda le aree di cantiere si procederà innanzitutto alla eliminazione di materiali lapidei, metallici, olii e qualunque altra sostanza inquinante. Sarà quindi eseguito il dissodamento del terreno, procedere al rimodellamento morfologico attraverso il posizionamento di terreno di riporto e, superiormente ad esso, di uno strato di 15 cm di terreno vegetale. In seguito, sarà eseguita una semina allo scopo di restituire al suolo un certo grado di fertilità ai fini del recupero naturalistico procedendo, a seconda della destinazione condizioni preesistenti del sito, ad una semina a spaglio finalizzata alla restituzione all'uso agricolo o ad una piantumazione di specie arboree ed arbustive.

12. INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE E INTEGRAZIONE DELLE VIABILITA' CONNESSE

Nell'ambito del progetto sono compresi cinque interventi finalizzati a collegare l'asse principale con la viabilità locale esistente. Nello specifico si evidenzia una tipologia di viabilità di categoria "E" del DM 5/11/2001 con sezione trasversale di 7.00m composta da 2 corsie da 3.00m e 2 banchine da 0.50m.

Per gli elementi di margine e la sistemazione in dettaglio si rimanda all'elaborato tipologico STD XXX "Sezioni tipo di svincoli, rotonde, strade secondarie e strade interferenti".

Sono comprese quindi nel progetto i seguenti interventi di riqualifica, di riposizionamento e di integrazione per le viabilità secondarie:

- **IN01 – Sistemazione collegamento Ramo est di via della Geodetica con Rotatoria R1**
- **IN02 – Sistemazione collegamento Ramo ovest di via della Geodetica con Rotatoria R1**
- **IN03 – Nuova viabilità di collegamento alla futura zona cantieristica**
- **IN04 - Nuova viabilità di collegamento con la futura area industriale**
- **IN05 – Nuova viabilità di collegamento diretto con la rotonda posizionata su Via dell'Unità d'Italia**

Sono previsti inoltre due interventi mirati a garantire l'accessibilità (IN06) o la continuità (IN07) della viabilità d'argine destra idraulica del Fosso Cornia Vecchia.

Sono altresì comprese in progetto alcune intersezioni di tipo a rotatoria, che vanno a completare il quadro degli interventi (nell'elenco di seguito riportato sono evidenziate le rotonde inserite negli svincoli):

N.		Diametro esclusa banchina esterna (m)	Corsia (m)
R1	Asse principale – IN01 e IN02	50,0	8,00
R2	Asse principale – IN03	50,0	8,00
R3	Asse principale – IN05	50,0	8,00