

# Anas SpA

Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori

## S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131  
Risoluzione dei nodi critici – 1° stralcio  
dal km 158+000 al km 162+700

PROGETTO ESECUTIVO

CA283

PROGETTAZIONE: ANAS–Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori

PROGETTISTI:

Dott. Ing. Achille DEVITOFRANCESCHI    Dott. Ing. Alessandro MICHELI  
Ordine Ing. di Roma n. 19116            Ordine Ing. di Roma n. 19645

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Serena MAJETTA  
Ordine Geol. Lazio n. 928

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. Fabio QUONDAM

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Salvatore FRASCA

PROTOCOLLO

DATA

### ELABORATI GENERALI

Relazione generale

CODICE PROGETTO

PROGETTO    LIV. PROG.    N. PROG.

LOPLSP    E    1701

NOME FILE

TOOEGOOGENRE01A

REVISIONE

SCALA:

CODICE  
ELAB.

T O O E G O O G E N R E 0 1

A

SCALA

D

C

B

A

EMISSIONE

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

# Sommario

1	Premesse .....	6
2	Aspetti programmatici, stato di attuazione e finanziamenti.....	8
3	Procedure autorizzative e localizzative intervento .....	17
4	Raffronto tra progetto definitivo e progetto esecutivo.....	18
4.1	Svincolo di Bonorva Sud .....	19
4.2	Strada provinciale S.P. 125.....	20
4.3	Svincolo di Bonorva Nord .....	21
4.4	Aree di cantiere .....	22
4.5	Siti di deposito .....	22
5	Relazione del progetto con i piani .....	22
5.1	Strumenti della pianificazione/programmazione comunale .....	23
5.1.1	Comune di Bonorva (SS) dal km 155+100 al km 165+500.....	23
5.2	Coerenza con gli strumenti settoriali .....	24
5.2.1	Strumenti a livello nazionale .....	24
5.2.2	Strumenti a livello regionale e provinciale.....	24
5.3	Coerenza con gli strumenti territoriali e urbanistici .....	25
5.3.1	Strumenti a livello regionale e provinciale.....	25
5.3.2	Strumenti a livello locale.....	26
5.4	Coerenza con la pianificazione della tutela naturalistica.....	26
6	Regime vincolistico .....	26
6.1	Vincoli di tutela paesistico-ambientale.....	26
6.2	Usi civici.....	27
6.3	Vincolo idrogeologico .....	28
6.4	Aree naturali protette .....	28
7	Genesi degli interventi previsti in progetto.....	29
8	Valutazione d'impatto sulla sicurezza stradale.....	32

9	Cartografia e rilievi celerimetrici.....	37
10	Geologia.....	37
10.1	Indagini geognostiche.....	37
10.1.1	Indagini geognostiche preesistenti.....	37
10.1.2	Indagini progettazione definitiva.....	40
10.1.3	Indagini progettazione esecutiva.....	41
10.2	Modello Geologico di Riferimento.....	41
10.3	Modello Geologico di dettaglio.....	43
10.4	Bonifica del piano di posa dei rilevati.....	45
11	Geotecnica.....	46
11.1	Inquadramento geotecnico.....	46
11.2	Criteri di Caratterizzazione dei Terreni.....	47
11.2.1	Rilevati.....	50
11.2.2	Fondazioni opere d'arte.....	50
11.2.3	Opere di sostegno.....	51
11.3	Barriere paramassi.....	56
11.4	Sismicità.....	56
12	Idrologia e idraulica.....	56
12.1	Idrologia.....	56
12.1.1	Caratteristiche morfometriche e fisiografiche dei corsi d'acqua.....	57
12.1.2	Analisi pluviometrica.....	58
12.1.3	Stima delle portate al colmo.....	61
12.2	Idraulica.....	62
12.2.1	Verifiche idrauliche delle opere di attraversamento.....	62
12.2.2	Opere di drenaggio del corpo stradale.....	63
12.2.3	Vasche di prima pioggia.....	65
13	Archeologia.....	66

13.1	Premessa .....	66
13.2	Studio archeologico .....	69
13.2.1	Inquadramento territoriale .....	69
13.2.2	Metodologia d'indagine.....	70
13.2.3	Il potenziale/rischio archeologico relativo .....	73
14	Progetto stradale.....	74
14.1	Tipologia degli interventi previsti in progetto .....	74
14.2	Descrizione degli interventi previsti in progetto.....	78
14.2.1	Svincolo di Bonorva Sud.....	78
14.2.2	Svincolo di Bonorva Nord.....	79
14.2.3	Adeguamento S.P. 125 .....	80
14.3	Sezioni Tipo.....	85
14.3.1	Adeguamento svincolo di Bonorva sud.....	85
14.3.2	Svincolo di Bonorva nord di nuova realizzazione.....	85
14.3.3	Adeguamento S.P.125 .....	87
14.3.4	Viabilità interpodereale .....	87
14.4	Pavimentazioni.....	87
14.4.1	Svincolo di Bonorva sud .....	87
14.4.2	Svincolo di Bonorva nord.....	88
14.4.3	Adeguamento S.P. 125 .....	88
14.4.4	Viabilità interpodereale .....	89
14.5	Dispositivi di ritenuta.....	89
15	Opere d'arte maggiori .....	90
15.1	Cavalcavia di svincolo di Bonorva Sud km 0+941.....	90
15.2	Sottovia di svincolo di Bonorva Nord .....	92
16	Opere d'arte minori.....	93
16.1	Svincolo di Bonorva Sud .....	94

16.2	S.P. 125 .....	96
16.3	Svincolo di Bonorva Nord .....	98
16.4	Tombini idraulici circolari .....	99
17	Impianti tecnologici .....	100
17.1	Impianti di illuminazione intersezioni stradali .....	100
18	Monitoraggio incidentalità e traffico .....	101
18.1	Monitoraggio incidentalità.....	101
18.1.1	Banca dati ISTAT/ACI.....	102
18.1.2	Accordo quadro con ACI.....	102
18.1.3	Raccolta interna dati incidentalità .....	103
18.1.4	Gruppo di lavoro MIT .....	103
18.1.5	Conclusioni.....	104
18.2	Monitoraggio traffico.....	104
18.2.1	Il sistema di rilevamento del traffico Anas.....	104
18.2.2	Conclusioni.....	113
19	Cantierizzazione.....	113
19.1	Ubicazione delle aree di cantiere .....	114
19.2	Fasi dei lavori.....	114
19.2.1	Fasi dei lavori svincolo di Bonorva sud .....	115
19.2.2	Fasi dei lavori S.P. 125.....	117
19.2.3	Fasi dei lavori svincolo di Bonorva nord .....	119
19.3	Bilancio dei materiali.....	123
19.4	Cave .....	124
19.5	Aree di deposito .....	125
19.6	Durata dei lavori .....	126
20	Interventi di mitigazione e compensazione ambientale .....	126
20.1	Criteri di progettazione adottati .....	126

20.2	Descrizione degli interventi di inserimento paesaggistico ambientale.....	127
20.2.1	Criteri metodologici.....	127
20.2.2	Descrizione interventi di inserimento paesaggistico ambientale.....	127
20.3	Sistemazione ambientale dei siti di deposito definitivo.....	131
21	Piano di monitoraggio ambientale .....	132
22	Espropri.....	133
22.1	Descrizione delle aree .....	133
22.1.1	Caratteristica e Consistenza.....	133
22.2	Criteri per la definizione delle aree interessate e delle indennità .....	134
23	Interferenze .....	134
23.1	Descrizione dei sotto servizi e degli impianti interferenti .....	135
23.1.1	Adeguamento S.P. 125 .....	135
23.1.2	Svincoli di Bonorva sud e Bonorva nord .....	135
24	Stima economica dei lavori.....	135

# 1 Premesse

La S.S. 131 di “Carlo Felice” è la via di comunicazione più importante della Sardegna e di cui costituisce il principale collegamento viario. Essa, infatti, sviluppandosi in direzione Sud-Nord da Cagliari a Porto Torres, per un estensione di circa 235 km, collega i centri abitati più importanti dell’isola.

La S.S. 131 è composta da un’asta principale, di sviluppo pari a 235 km, che si estende tra Cagliari e Porto Torres collegando Cagliari, Oristano e Sassari, e da tre diramazioni:

- la S.S. 131 D.C.N. che si innesta sull’asta principale in corrispondenza del km 125+500, svincolo presso Abbasanta, e serve il capoluogo di provincia di Nuoro, mentre è in fase di completamento la prosecuzione verso Olbia;
- la S.S. 131 dir. che fa parte della viabilità urbana dell’area vasta di Cagliari;
- la S.S. 131 bis che si dirama dall’asta principale al km 173+300, presso Torralba, e prosegue per Chiesi e Ittiri.

Mentre la S.S. 131 dir. e la S.S. 131 bis sono assi di importanza soprattutto locale, l’asta principale della “Carlo Felice” e la sua diramazione per Nuoro e Olbia formano la “Y” che costituisce la rete fondamentale della rete viaria sarda in quanto:

- è l’arteria che collega tra loro i quattro capoluoghi di provincia;
- connette le aree più popolate del territorio regionale;
- i suoi terminali (Cagliari, Porto Torres e in prospettiva Olbia) costituiscono i principali porti della Sardegna;
- dei tre aeroporti attualmente aperti al regolare servizio di linea, due sono o saranno direttamente raggiungibili da essa (Cagliari e Olbia), mentre per Alghero è attesa la realizzazione della viabilità principale di accesso.

La S.S. 131 è stata negli anni ’60 oggetto di consistenti lavori di ammodernamento che, oltre a migliorarne il tracciato in varie parti, ne hanno ampliato la carreggiata, portandola da due a quattro corsie, ma conservando la maggior parte degli incroci e degli innesti nella originaria conformazione a raso.

La nuova infrastruttura è stata realizzata con caratteristiche di superstrada, affini a quelle riscontrabili sulle strade statali 131 D.C.N. 131 Dir., 130 e 554.

Rimangono inoltre lungo la strada numerose intersezioni a raso, prive delle necessarie canalizzazioni per eseguire in sicurezza le manovre di svolta a sinistra.

Ancora più fitte sono le relazioni con la viabilità minore, costituita da strade vicinali e di penetrazione o addirittura da accessi a proprietà private, poste lungo la strada, la maggior parte dei quali non più muniti di regolare autorizzazione Anas. Ciò produce situazioni di pericolo considerando che i veicoli lenti (ad esempio macchine agricole) si immettono, senza alcuna canalizzazione di sicurezza, su una strada ad elevata velocità di percorrenza.

In generale un ulteriore elemento di criticità è rappresentato dal mancato controllo della urbanizzazione, specialmente lungo i tratti in pianura e nelle immediate vicinanze dei centri abitati, che ha consentito la nascita di numerose costruzioni immediatamente a ridosso della strada e degli svincoli, compromettendone il funzionamento. Per effetto poi dell'assenza di recinzione, si ha la possibilità di ingresso di animali nella sede stradale.

I lavori di ammodernamento finora eseguiti riguardano le province di Cagliari e Oristano; essi possono essere definiti organici in quanto il problema della pericolosità è stato affrontato in maniera radicale. Infatti, oltre a prevedere la costruzione di svincoli e l'impianto dello spartitraffico, è stata realizzata una viabilità laterale di servizio, separata da quella principale, al fine di consentire la circolazione dei veicoli lenti nelle lottizzazioni adiacenti l'asse e garantire la continuità territoriale, mediante cavalcavia o sottovia.

Su indicazione della R.A.S., l'obiettivo da conseguire nel tempo, in funzione dei flussi di finanziamento, è costituito dalla trasformazione della attuale via in un'infrastruttura con elevate caratteristiche prestazionali, con completo controllo degli accessi, predisposta per poter essere successivamente adeguata in una vera e propria autostrada.

Tali peculiarità, unitamente al forte incremento dei volumi di traffico ed all'esigenza di maggiori velocità di percorrenza, nel frattempo intervenuti, ne hanno aumentato notevolmente le caratteristiche di rischio, rendendo quindi indispensabile l'adeguamento delle caratteristiche della strada alle reali necessità del traffico attuale.

A partire dalla fine degli anni '90 il tratto di strada statale S.S. 131 dal km 6+000 al km 108+300 è stato oggetto di vari interventi di adeguamento e ammodernamento al tipo III delle norme C.N.R.78/80, con sezione modificata a 19,50 m, grazie al ricorso a finanziamenti Anas e del quadro comunitario di sostegno QCS 1994/99 e 2000/2006.

Per quanto riguarda la geometria dell'asse stradale, i progetti sono stati impostati secondo le indicazioni contenute nelle "Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane" di cui al B.U. CNR 78/1980.

Ai fini della sezione trasversale, l'asse principale è stato inquadrato funzionalmente come strada di Tipo III. La piattaforma stradale presenta una larghezza pari a 19,50 m e risulta costituita



da una corsia di marcia, pari a 3,50 m, una corsia di sorpasso, pari a 3,50 m, ed una banchina in destra pari a 1,75 m con spartitraffico centrale pari a 2.00 m.

La restante parte dell'itinerario, dal km 108+300 in poi, è stata oggetto di studi di progettazione di adeguamento e ammodernamento alle norme del D.M. 5/11/2001. In tale ambito si inseriscono i progetti preliminari del 2° lotto omogeneo e del 3° lotto omogeneo, di cui si parlerà più avanti

L'infrastruttura oggetto dell'intervento, sia in termini funzionali sia in virtù degli elementi caratteristici della sezione tipo (strada a carreggiate separate da spartitraffico), assolve i compiti di una tipologia B (secondo il D.M. 05/11/2001). Tuttavia il ridotto modulo delle corsie nei tratti ancora non soggetti ad intervento, e soprattutto la presenza, in tutto il tratto non adeguato, di intersezioni a raso ed la numerosa presenza accessi ha portato l'Anas, ad inserirla come tipo C nella classifica provvisoria delle strade.

## 2 Aspetti programmatici, stato di attuazione e finanziamenti

Il progetto in esame nasce dalla necessità di adeguare e migliorare il grado di sicurezza del tratto di strada statale S.S. 131 di "Carlo Felice" compreso tra le chilometriche 108+300 e 109+500.

La Strada statale S.S. 131 appartiene agli itinerari di legge obiettivo, e costituisce l'asse portante della Piastra Logistica euro-mediterranea della Sardegna. La Piastra Logistica euro-mediterranea della Sardegna risulta costituita dalle infrastrutture indicate dalla delibera CIPE121/2001, successivamente aggiornata dalla delibera CIPE26/2014, come di seguito riportate.

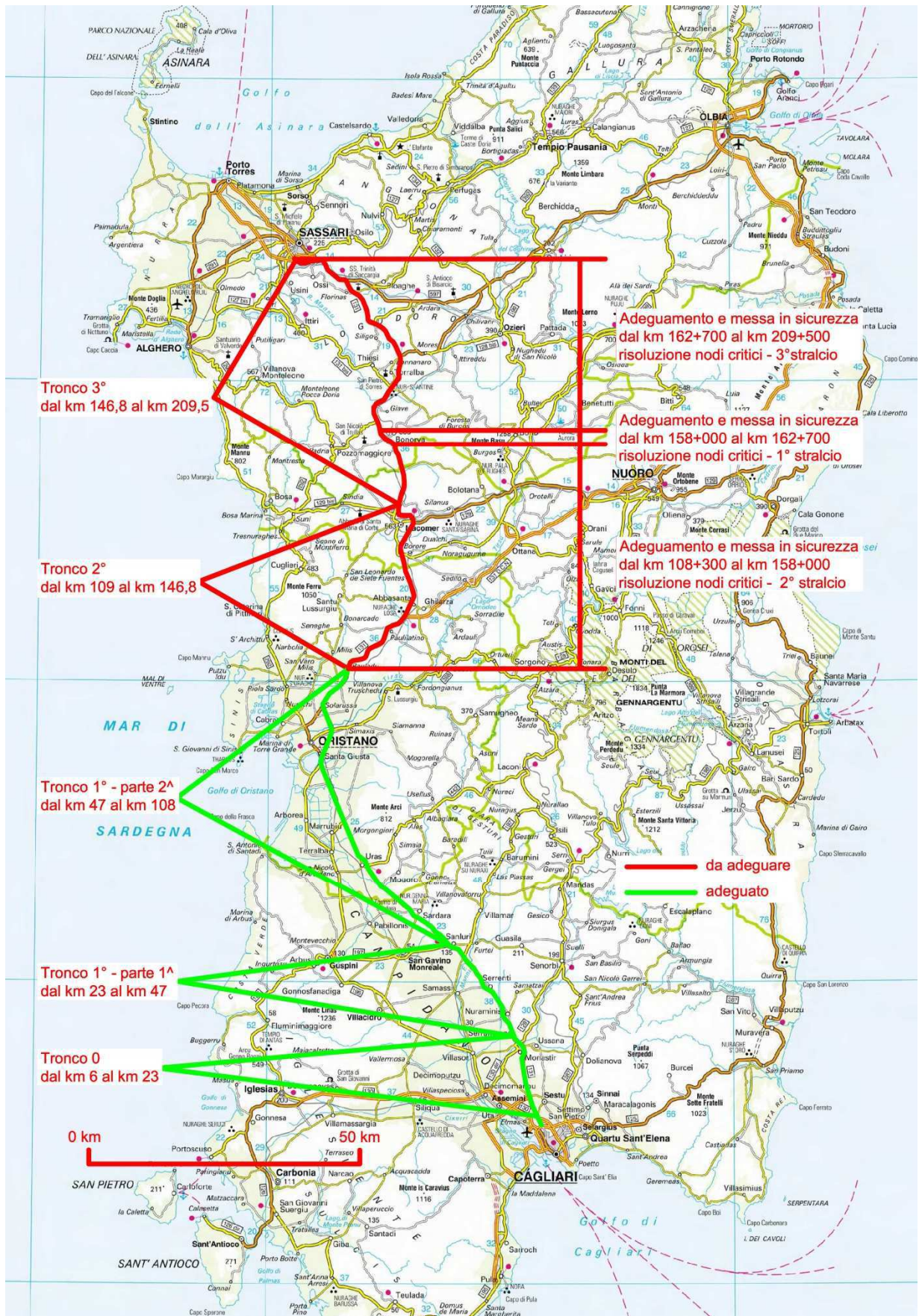
Infrastruttura	Intervento	Ente Aggiudicatore	Costo (mln di €)	Totale disponibilità (mln di €)	Totale fabbisogno (mln di €)
11.05 Adeguamento SS 131 Cagliari - Sassari	S.S. 131 Carlo Felice dal km 23+475 al Km 32+300	Anas	34,80	34,80	-
	S.S. 131 Carlo Felice dal km 41+000 al Km 47+600	Anas	33,34	41,15	-
	S.S. 131 Carlo Felice dal Km 108+300 al km 146+800 tratta Bauladu Macomer lotti 5-6-7 e 8 (2° lotto omogeneo)	Anas	610,00	0,01	609,99
	S.S.131 Carlo Felice dal Km 146+800 al km 209+482 tratta Macomer - Sassari (3° lotto omogeneo)	Anas	763,00	-	763,00
	Svincoli e messa in sicurezza dal Km 146+800 al Km 209+600	Anas	120,00	-	120,00
<b>11.05 Adeguamento SS 131 Cagliari - Sassari</b>			<b>1.613,44</b>	<b>137,06</b>	<b>1.492,99</b>

<b>Infrastruttura</b>	<b>Intervento</b>	<b>Ente Aggiudicatore</b>	<b>Costo (mln di €)</b>	<b>Totale disponibilità (mln di €)</b>	<b>Totale fabbisogno (mln di €)</b>
<b>11.10 Interconnessioni con l'Aeroporto di Olbia</b>	SS 131 SS 125 Interc. aeroporto Olbia lotto 1 e 2	Regione Sardegna	-	-	-
<b>11 .15 Sassari -Olbia: Potenziamento</b>		<b>Anas</b>	<b>926,67</b>	<b>937,07</b>	<b>10,40</b>
<b>11 .20 SS 291 Della Nurra</b>	SS 291 Della Nurra lotto1-2-3-4	<b>Anas</b>	<b>65,44</b>	<b>103,85</b>	
<b>11 .25 Interconnessione Cagliari con SS131-131</b>	Asse mediano di scorrimento di Cagliari	Comune Cagliari	<b>45,00</b>	-	<b>45,00</b>
<b>11 .26 Viabilità Asse mediano scorrimento</b>	Connessione tra l'Asse mediano e via San Paolo	Comune Cagliari	<b>45,00</b>	<b>45,00</b>	-
<b>11 .30 SS125-131bis:Nuoro- Olbia-S.Teresa</b>	SS125-131bis:Nuoro- Olbia-S.Teresa di Gallura	Regione Sardegna	<b>172,00</b>	<b>172,00</b>	-
<b>11 .32 SS554 Asse attrezzato</b>	SS 554 Eliminazione degli svincoli a raso - lotti funzionali - (Asse attrezzato urbano)	RAS/Anas	<b>233,23</b>	<b>233,23</b>	
<b>11 .35 Percorso sott. area metropolitana</b>	Percorso sotterraneo area metropolitana Cagliari	Comune Cagliari	<b>277,09</b>	<b>168,09</b>	<b>109,00</b>
<b>11 .40 Fermata colleg. capol/aerop.Cagliari</b>	Coll. ferr. tra il capoluogo e l'aeroporto Elmas	RFI	<b>11,01</b>	<b>11,01</b>	-
<b>11 .45 Int. velocizz. sulla dors. Cagliari</b>	Interventi di velocizzazione sulla dorsale Cagliari-Oristano	RFI	<b>147,00</b>	<b>130,00</b>	<b>17,00</b>
<b>11 .46 Porto di Cagliari</b>	Banchinamento avamposto per navi Ro- Ro del Porto Canale – 1° e 2° lotto - Avamposto est Porto Canale di Cagliari - realizzazione distretto della cantieristica - opere a mare	RAS - Autorità portuale di Cagliari	<b>89,56</b>	<b>30,33</b>	<b>59,23</b>
<b>11 .50 Porto di Golfo Aranci</b>	11.50 Porto di Golfo Prolungamento pontile est del Porto Golfo Aranci	Regione Sardegna	<b>2,58</b>	<b>2,58</b>	-
<b>11 .55 Porto di Porto Torres</b>	Compl.nto centro intermodale Merci Porto Torres - Realizzazione darsena servizi porto Commerciale 1 lotto - Adeguamento tecnico funz.le Porto di Porto Torres 1 lotto	Regione Sardegna	<b>91,29</b>	<b>31,63</b>	<b>59,66</b>
<b>11 .60 Porto di Olbia adeguamento impianti</b>	Escavo della secca prospiciente il molo n.1 - Nuova stazione Olbia attrezzaggio centro Micaleddu - Olbia centro intermodale	Regione Sardegna	<b>82,08</b>	<b>20,75</b>	<b>61,33</b>
<b>11.65 Allacciamento Porto di Olbia</b>	Allacciamento Porto di Olbia	Anas	<b>9,38</b>	<b>12,00</b>	
<b>11. Piastra Logistica Sardegna</b>		-	<b>3.810,77</b>	<b>2.034,60</b>	<b>1.833,81</b>

Tabella 0 “ Programma delle infrastrutture Strategiche” allegata alla delibera CIPE 26-2014

Anche l'intervento di costruzione di nuovi svincoli e messa in sicurezza della S.S. 131 dal km 146+800 al 209+500 è compreso nella lista degli interventi di legge Obietto. Poiché il progetto in esame risulta in estensione all'intervento sopra citato, appare logico considerarlo appartenente anch'esso alla rosa dei interventi di Legge Obiettivo, e soggetto alle relative procedure.

Il progetto generale di adeguamento della S.S. 131 è stato suddiviso in vari tronchi come di seguito indicato:



- **tronco 0** - dal km 6+000 al km 23+000, con lavori di adeguamento completati;
- **1° tronco - parte 1^** - dal km 23+000 al km 47+000, con lavori di adeguamento sostanzialmente completati, ad esclusione dei lotti dal km 23+885 al km 32+412 e dal km 32+412 al km 41+000, con lavori ancora in corso, per rescissione contrattuale con l'impresa aggiudicataria originaria;
- **1° tronco - parte 2^** - dal km 47+000 al km 109+000, con lavori di adeguamento completati;
- **2° tronco** dal km 109+000 al km 146+800, ha ottenuto il Compatibilità ambientale n. DEC/DSA/2004/00025 in data 22/01/2004 ed è stato presentato al CIPE nel febbraio del 2003, per la localizzazione urbanistica, la dichiarazione di pubblica utilità ed il reperimento dei necessari finanziamenti;
- **3° tronco** dal km 146+800 al km 209+482, presentato al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio in data 18/03/2003, ha ottenuto il parere positivo circa la compatibilità ambientale in data 14/12/2004.

La carenza cronica di fondi, accentuata dalla crisi economica dell'ultimo lustro, non ha consentito la conclusione della procedura di approvazione da parte del CIPE, lasciando il disegno complessivo di ammodernamento e adeguamento dell'intera S.S. 131, opera non ancora completata.

La strada statale 131 "Carlo Felice" costituisce senza dubbio l'infrastruttura stradale più importante sul territorio della regione Sardegna, sia sotto il profilo socioeconomico, rappresentando il collegamento diretto tra i capoluoghi storici dell'isola, sia sotto il profilo trasportistico, rappresentando la dorsale della rete fondamentale della viabilità sarda con funzione di garantire spostamenti interprovinciali rapidi e ad alto livello di accessibilità.

Affinché le caratteristiche funzionali di tale importante arteria viaria fossero adeguate alle funzioni svolte e agli elevati flussi di traffico presenti, e garantire minori tempi di percorrenza contestualmente ad elevati standard di sicurezza, la Regione Autonoma della Sardegna, con convenzioni stipulate tra gli anni 80 e 90 e successivi atti aggiuntivi, ha affidato ad alcuni gruppi di professionisti le progettazioni di adeguamento e ammodernamento dell'intera infrastruttura stradale.

Il limitato flusso di risorse finanziarie ha consentito, ad oggi, l'adeguamento della "Carlo Felice" da Cagliari sino al km 109+500 in corrispondenza dello svincolo di Bauladu. Per quanto riguarda la parte restante, i progetti già predisposti dalla Regione non hanno trovato uno sviluppo esecutivo, causa l'assenza di finanziamenti in relazione all'elevato costo delle opere.

I progetti del 2° tronco, dal km 109+000 al km 146+800, e del 3° tronco, dal km 146+800 al km 209+482, prevedono la ricostruzione dell'arteria stradale secondo un nuovo tracciato, in gran

parte in variante rispetto a quello attuale, e caratterizzato dall'adeguamento della sede stradale con ampliamento della carreggiata, dalla eliminazione delle immissioni a raso, da miglioramenti plano-altimetrico del tracciato, dall'introduzione di una pavimentazione drenante e dalla realizzazione di strade complanari a servizio della domanda di mobilità locale.

L'elevato costo delle opere previste nei citati progetti, e nel contempo, l'assoluta necessità di interventi per sopperire ai deficit mostrati dall'arteria in termini di confort e di sicurezza, ha indotto l'Anas a sviluppare, in tempi recenti, un progetto di minor impegno finanziario per la realizzazione di interventi di messa in sicurezza dei tratti maggiormente critici presenti nei tronchi sopra citati, già individuati con il supporto delle analisi sviluppate dall'Università degli Studi di Cagliari.

Al fine di definire le priorità di intervento lungo l'asse della S.S. 131 la Regione Autonoma della Sardegna ha commissionato diversi studi all'Università degli Studi di Cagliari.

Un primo studio, dal titolo "Consulenza per l'individuazione dei tratti critici del tronco omogeneo della Strada Statale 131 "Carlo Felice" dal km 146+800 al km 209+482, con particolare riferimento agli svincoli, al fine della predisposizione a cura dell'ANAS S.p.A. del completamento delle progettazioni necessarie all'appalto dei lavori dei tratti prioritari indicati", è stato redatto dal Dipartimento di Ingegneria del Territorio dell'Università degli Studi di Cagliari, a seguito di convenzione stipulata 21 dicembre 2006 con l'Assessorato dei Lavori Pubblici della Regione Sardegna, nell'ambito del Protocollo d'Intesa stipulato in data 13 aprile 2005 fra l'Assessore dei lavori Pubblici della Regione Sardegna e l'Università degli Studi di Cagliari.

L'oggetto dell'incarico, così come specificato all'art. 1 riportato nella suddetta convenzione, consisteva nella *"predisposizione di uno studio dei tratti critici del tronco omogeneo Macomer – Sassari della Strada Statale 131 "Carlo Felice" dal km 146+800 al km 209+482, con individuazione dei tratti prioritari, con particolare riferimento agli svincoli, al fine di consentire, date le limitate future risorse finanziarie, il completamento della progettazione, con le integrazioni richieste dalla Commissione Speciale VIA, dei tratti maggiormente critici che emergeranno dal suddetto studio"*.

In particolare, veniva richiesto all'art. 2 *"il supporto tecnico all'Assessorato da attuarsi con la predisposizione di uno studio che, ponendo a base i progetti preliminari (approvati con la delibera del Consiglio di Amministrazione dell'ANAS S.p.A. n°128 de 25.09.2003 e sui quali la Commissione Speciale VIA si è favorevolmente espressa rimandando al progetto definitivo alcune importanti modifiche) predisposti dai Gruppi di progettazione a suo tempo incaricati dall'Assessorato, dia indicazione sui contenuti e sugli obiettivi che il completamento delle*

progettazioni degli interventi dovrà prevedere, in funzione della attuale situazione di traffico e incidentalità, e dei tratti critici esistenti. Lo studio dovrà contenere in particolare:

- a) l'individuazione dei tratti prioritari del tronco omogeneo della Strada Statale 131 "Carlo Felice" dal km 146+800 al km 209+482 (svincoli di Macomer, Bonorva, Cossoine, etc.);
- b) le fasi di progettazione da sviluppare nonché i relativi tempi di svolgimento;
- c) le prescrizioni e norme tecniche da rispettare;
- d) i livelli di progettazione e gli elaborati grafici e descrittivi da redigere;
- e) la stima parametrica dei costi dei singoli interventi."

Lo studio effettuato, emesso nel settembre del 2007, concludeva che la maggior parte delle intersezioni esistenti sul tratto della S.S. n° 131 dal km 146+800 al km 209+482 si presentano in condizioni tali da permettere un loro mantenimento, anche se con alcuni interventi migliorativi localizzati.

Pur tuttavia lo studio ha evidenziato alcuni punti nodali per i quali è necessario e urgente un intervento di adeguamento funzionale e strutturale, in quanto non assicurano più le condizioni minime di sicurezza soprattutto per la presenza di punti di conflitto legati alle manovre di svolta a sinistra, ritenendo prioritari gli interventi risolutivi delle seguenti intersezioni:

<b>km</b>	<b>opera</b>	<b>Tipo intervento</b>
km 145-146	1° svincolo Macomer	interventi di miglioramento dello schema esistente
km 149+000	Macomer nord	riprogettazione in sede dell'intersezione
km 162+000	Bonorva	riprogettazione in sede dell'intersezione
km 166+000	Cossoine Pozzomaggiore	riprogettazione in sede dell'intersezione
km 190+400	Intersezione a raso	riprogettazione in sede dell'intersezione
km 193+000	Intersezione a raso	riprogettazione in sede dell'intersezione
km 194+200	Florinas – S.P. Ploaghe Codrongianus	interventi di miglioramento dello schema esistente
km 119+000	Paulilatino	riprogettazione in sede dell'intersezione

La realizzazione in atto del collegamento Sassari - Olbia, già avviato per i primi lotti, potrebbe determinare consistenti incrementi di traffico sulla direttrice Nord-Sud, sia verso Sassari che verso Cagliari. Per consentire, quindi, un efficace impiego delle risorse disponibili e di quelle

prevedibili nel medio termine, e dunque una più efficace incisività delle progettazioni degli interventi sulla strada statale 131, l'Assessorato ai Lavori Pubblici della Regione Autonoma della Sardegna ha affidato all'Università degli Studi di Cagliari, ai sensi della Delibera di Giunta Regionale 24/07/2012, n. 32/58, la predisposizione di uno studio dei prevedibili volumi di traffico in transito sulla S.S. 131, al fine di individuare, sia dal punto di vista trasportistico che dal punto di vista del rapporto costi-benefici, gli interventi prioritari sui quali sviluppare le attività progettuali sia nel breve-medio periodo che in prospettiva futura.

Pertanto un secondo studio è stato commissionato al CIREM Centro Interuniversitario Ricerche Economiche e Mobilità dell'Università degli Studi di Cagliari dal titolo "*Studio di fattibilità e di funzionalità della S.S. 131 (da km 109 a km 212) a seguito della realizzazione della nuova S.S. Sassari-Olbia*", emesso in data novembre 2013.

Lo studio scientifico commissionato, grazie alla costruzione e all'aggiornamento del grafo di rete e della matrice origine-destinazione di tutti gli spostamenti della rete, previa calibrazione del modello tramite specifici rilievi di traffico e simulazione degli effetti indotti dalla realizzazione della Sassari - Olbia, ha individuato le opere sulle quali concentrare l'attività progettuali consentendo un ottimale impiego delle risorse finanziarie necessarie.

Più in particolare lo studio ha determinato che l'intervento sulla Sassari - Olbia non comporta un aumento rilevante del carico veicolare nella parte "alta" della S.S. 131, salvo che per il tratto in prossimità dell'ingresso di Sassari, che mostra importanti incrementi dei flussi di traffico.

Lo studio ha analizzato il tratto della S.S. 131 tra Bauladu e Porto Torres nella sua attuale conformazione, in termini di caratteristiche geometriche, livelli di servizio, flussi di traffico, sicurezza, accessibilità e costo dei lavori necessari per l'ammodernamento, onde valutare, attraverso un'analisi multicriteria, le priorità degli interventi dei lotti già programmati.

Dallo studio scientifico scaturiscono due scenari di riferimento, il primo a lungo termine ed il secondo di breve-medio periodo:

a) il **primo**, che non considera la variabile costo di costruzione e che dunque può continuare a rappresentare un'ipotesi più a lungo termine, prevede l'adeguamento dell'intera infrastruttura dal km 109+500 al km 209+600 secondo gli standard dimensionali dei lotti già realizzati sino a Bauladu e individua come prioritari, nell'ordine, i seguenti interventi:

N.	S.S. 131 "Carlo Felice" 2° e 3° tronco	km	criticità
1	Accesso per Sassari	202-209	Tratto tortuoso e ondulato, assenza banchine, gallerie

2	Codrongianos/Florinas – innesto S.S. 597	193-198	Tratto tortuoso e ondulato, separazione carreggiate su livelli diversi, distanza da muri di controripa
3	Bauladu - Paulilatino	109,5-117	Tratto ondulato, banchine insufficienti, distanza da spartitraffico
4	Paulilatino – svincolo S.S. 131dcn	117-123	Tratto ondulato, banchine insufficienti
5	Giave - Siligo	168-189	Tratto ondulato, banchine insufficienti, distanza da spartitraffico
6	Siligo – Codrongianos/Florinas	189-193	Banchine insufficienti, distanza da spartitraffico

Tale scenario trova conferma, in sede di Intesa Generale Quadro, nelle poste finanziarie complessive relative sia ai così detti “2° lotto omogeneo” (per 816,5 milioni di euro) e “3° lotto omogeneo” (per 1.035 milioni di euro), all’interno dei quali si collocano le suddette priorità;

b) il **secondo scenario**, che inserisce il parametro costi/benefici e che dunque rappresenta l’unica ipotesi percorribile nel breve-medio termine, prevede la possibilità di eliminare le principali criticità puntuali (intersezioni a raso) e di procedere nella messa in sicurezza di una parte dell’itinerario, nei punti maggiormente critici, come rappresentati nella seguente tabella:

<b>Messa in sicurezza dei nodi critici e del 2° e 3° lotto omogeneo</b>	<b>km</b>	<b>costo (milioni €)</b>
Eliminazione intersezione a raso Z.I. di Paulilatino	121	6,0
Sistemazione dello svincolo sulla S.S. 129 comprensivo dello svincolo per Bìrori	142	8,5
Realizzazione di un nuovo svincolo a semiquadrifoglio con cappi su quadranti opposti, tra Mulargia e la S.S. 129-bis (eliminazione dell’intersezione a raso)	148	12,0
Realizzazione di una nuova intersezione di collegamento con la viabilità secondaria parallela, con opere di scavalco della S.S. 131	158	40,0
Eliminazione dell’intersezione di Bonorva e realizzazione di una rotatoria con la vecchia S.S. 131 e la S.P. 43	162	
Realizzazione di due complanari della lunghezza di circa 8-10 km ciascuna, dallo svincolo di Cossoine fino al km 158	158÷165	



<b>Messa in sicurezza dei nodi critici e del 2° e 3° lotto omogeneo</b>	<b>km</b>	<b>costo (milioni €)</b>
Eliminazione dell'intersezione a raso di Cossoine e realizzazione di un nuovo svincolo a trombetta rovescia; realizzazione di due opere di scavalco della SS131 per collegare la viabilità secondaria parallela	165	15,0
Eliminazione del tratto con separazione delle carreggiate e intersezione a raso e realizzazione di opere di scavalco della S.S. 131	190	12,0
Messa in sicurezza, con adeguamento della sezione della carreggiata in sede, dei tratti maggiormente critici della S.S. 131, tra Bauladu e Sassari	109÷209	50,0
<b>TOTALE</b>		<b>143,5</b>

Tale scenario trova quasi completa conferma nelle somme previste dal D.L. 133/2014 “Misure urgenti per l’apertura dei cantieri, la realizzazione delle opere pubbliche, la digitalizzazione del Paese, la semplificazione burocratica, l’emergenza del dissesto idrogeologico e la ripresa delle attività produttive”, il cosiddetto Decreto Sblocca Italia.

Il Governo Centrale, Dipartimento per lo Sviluppo e la coesione economica ed il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, la Regione Autonoma della Sardegna, d’intesa con l’Anas, hanno provveduto stipulare l’Accordo di programma quadro in data 29/09/2014.

Con delibera CIPE 50/2014 sono state assegnate le risorse del fondo per lo sviluppo e la coesione 2007-13 per l’ammodernamento della S.S. 131 dal km 119+500 al km 165+000 – definito come 1° intervento funzionale, per un importo di 37.436.497,00 €.

Con successivo Decreto Interministeriale n. 198 in data 14/11/2014, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ed il Ministero dell’Economia e delle Finanze, è stata finanziata la somma di 143,0 milioni di euro, relativa all’intervento denominato “Messa in sicurezza dei principali svincoli della Strada Statale 131 in Sardegna”, ricomprendendo in esso anche l’intervento diffuso di messa in sicurezza dei tratti maggiormente critici tra i km 108+300 e 209+500.

Infine la definitiva copertura del finanziamento è stata garantita mediante il “1° Atto integrativo all’Accordo di programma quadro Interventi di rilevanza strategica regionale nel settore della viabilità” del 20 novembre 2015, di cui alle Delibere CIPE n. 50/2014 (risorse FSC riassegnate ai sensi del punto 2.3 della delibera CIPE 21/2014) e n. 31/2015 come rimodulata dalla

delibera CIPE n. 96/2015, che assegna € 1.400.000,00 a valere sui Fondi RAS Cap. SC07.0001-UPB S07.01.001 del Bilancio 2008.

<b>Fonte di finanziamento</b>	<b>Importo in €</b>
CIPE 50/2014 fondi FSC	37.436.497,00
Decreto Interministeriale n. 498 del 14/11/2014	143.000.000,00
Fondi RAS 1° atto integrativo all'APQ in data 20/11/2015	1.400.000,00
<b>Sommano</b>	<b>181.836.497,00</b>

### **3 Procedure autorizzative e localizzative intervento**

L'intero progetto, da km 108+300 al km 209+500, è stato sottoposto a procedura di approvazione in regime di legge obiettivo, avviata in data 12/06/2015, con cui il soggetto attuare ha chiesto contestualmente:

1. l'avvio della procedura di VIA ai sensi degli artt. 165, 167 c. 5 e dell'art. 183 del D.Lgs. 163/2006 e s. m. i.;
2. l'avvio della procedura di approvazione del Piano di Utilizzo di cui al D.M.161/2012;
3. l'avvio della procedura di verifica preventiva dell'interesse archeologico, ai sensi dell'artt. 95 e 96 del D.Lgs. 163/2006 e s. m. i.;
4. nonché l'espletamento della Conferenza di Servizi istruttoria di cui al D.Lgs 163/06 e l'approvazione da parte del CIPE del progetto definitivo dell'opera, tenendo conto di tutte le proposte di prescrizioni o varianti acquisite agli atti, ai fini dell'accertamento della compatibilità ambientale e della localizzazione ai fini urbanistici ed edilizi, nonché ai fini della apposizione del vincolo preordinato all'esproprio e della dichiarazione di pubblica utilità e dell'assegnazione delle risorse finanziarie necessarie relativamente all'intero intervento.

La conferenza di servizi convocata in data 29/07/2015 si è conclusa il 12/08/2015, nel corso della quale si sono espresse le Amministrazioni. La raccolta dei pareri si è conclusa nel settembre del 2015.

Nell'allegata delibera CIPE n. 108/2015, sono riportate le prescrizioni e raccomandazioni emesse dalle amministrazioni convenute in sede di Conferenza di servizi.

Nel settembre del 2015 l'Assessorato dei Lavori Pubblici della Regione Sardegna ha chiesto una valutazione sull'opportunità di appaltare l'opera in due o più lotti funzionali, ai fini di una migliore organizzazione logistica dei lavori e, soprattutto, per assicurare una più rapida esecuzione degli interventi, *“considerato che l'opera in argomento non può definirsi un vero e proprio intervento infrastrutturale "a rete" ma risulta essere la somma di più "interventi puntuali" finalizzati alla messa in sicurezza degli svincoli della SS 131 distribuiti nel tratto che va dal km 108,300 (dopo lo svincolo di Bauladu) al km 209,500 (svincolo di Sassari - viale Italia)”*.

Quindi, anche in considerazione della scadenza delle risorse del fondo per lo sviluppo e la coesione 2007-13 per l'ammodernamento della S.S. 131 dal km 119+500 al km 165+000 – definito come 1° intervento funzionale, per un importo di 37.436.497,00 €, l'Anas ha ritenuto opportuno suddividere l'intero progetto in tre stralci funzionali, per garantire una contestuale realizzazione delle opere e l'integrale utilizzo dei finanziamenti, come di seguito specificato:

- **1° stralcio dal km 158+000 al km 162+700;**
- **2° stralcio dal km 108+300 al km 158+000;**
- **3° stralcio dal km 162+700 al km 209+500.**

Il tratto di infrastruttura stradale afferente il 1° stralcio, compreso tra i km 158+000 e 162+700, interessa interamente il territorio del Comune di Bonorva e ricade in provincia di Sassari.

#### **4 Raffronto tra progetto definitivo e progetto esecutivo**

Per la parte stradale rispetto al progetto definitivo approvato non sono state introdotte varianti. Le differenze riscontrabili tra progetto definitivo approvato ed il presente progetto esecutivo sono minimi scostamenti derivanti solo da un affinamento proprio della progettazione della fase esecutiva, frutto di maggiori approfondimenti condotti sulla base del nuovo rilievo celerimetrico. Di seguito si illustrano le ottimizzazioni apportate tra il progetto definitivo sottoposto a valutazione di impatto ambientale ed il successivo livello di progetto esecutivo.

La prima differenza significativa riscontrabile è che il progetto originario di risoluzione dei nodi critici era solo fittiziamente diviso in due stralci.

Il progetto definitivo del 1° e 2° stralcio dei nodi critici è stato sottoposto a procedure di approvazione in regine di legge obiettivo in maniera unitaria, interessando un tracciato di oltre 100 km.

Il limite convenzionale tra il 1° ed il 2° stralcio era fissato al km 146+800, nei pressi della salita che precede l'altipiano di Campeda, subito ad nord dell'abitato di Macomer, a circa 2,2 km a sud dello svincolo di Mulargia –Macomer.

Il 1° stralcio dei nodi critici coincideva con il 2° tronco (o 2° lotto omogeneo) della S.S. 131, dal km 109+000 al km 146+800. Il 2° stralcio dei nodi critici coincideva invece con il 3° tronco (o 3° lotto omogeneo) della S.S. 131, dal km 146+800 al km 209+482.

Per le ragioni esposte nel capitolo 3 “Procedure autorizzative e localizzative intervento” l’Anas ha ritenuto opportuno suddividere l’intero progetto nei tre stralci funzionali come appresso indicati:

- **1° stralcio dal km 158+000 al km 162+700;**
- **2° stralcio dal km 108+300 al km 158+000;**
- **3° stralcio dal km 162+700 al km 209+500.**

da affidare a tre operatori economici differenti.

Pertanto il progetto esecutivo del 1° stralcio dei nodi critici riguarda solo 4,7 km di tracciato di S.S. 131, ed in particolare la parte centrale del tratto ancora da ammodernare.

Il 1° stralcio si estende dallo svincolo di Bonorva Sud allo svincolo di Bonorva Nord.

Il progetto del 1° stralcio prevede l’adeguamento dello svincolo di Bonorva Sud, l’adeguamento della S.P. 125 e l’adeguamento dello svincolo di Bonorva Nord, con un tratto di 1.650 m in variante sull’asse della S.S. 131.

#### **4.1 Svincolo di Bonorva Sud**

Per quanto riguarda lo svincolo di Bonorva Sud l’esame della planimetria di raffronto consente di affermare la sostanziale coincidenza del sedime del progetto definitivo approvato dal CIPE e con il sedime del progetto esecutivo.

La variazione più significativa riguarda l’estensione dell’intervento sull’asse della S.S.131. lato Cagliari. Poiché l’intervento di inserimento delle corsie specializzate di decelerazione (Rampa C) e accelerazione (Rampa B) avviene in un tratto in curva, per motivi di raccordo delle falde delle piattaforme delle rampe con le falde del piano stradale esistente della S.S. 131, è stato necessario prolungare dal lato sud per circa 330 m prevedendo il rifacimento del pacchetto di pavimentazione dell’asse principale SS131 (per regolarizzare pendenze trasversali). L’intervento prevede inoltre la sostituzione della barriera spartitraffico nel rispetto della normativa tecnica di settore.

Sempre per analoghe motivazioni di raccordo delle falde delle piattaforme delle rampe A e D con le falde del piano stradale esistente della S.S. 131 è stato necessario prolungare dal lato nord per circa 75 m il rifacimento della sola pavimentazione sull’asse della S.S. 131.

E' altresì riscontrabile una diversa conformazione dell'innesto della strada interpodereale 1 con la viabilità esistente, in quanto si è ritenuto opportuno distanziarlo maggiormente dall'innesto dei rami di svincolo. La diversa conformazione geometrica riguarda un limitato tratto di viabilità, circa 145 m, tra l'altro impegnando un'area degradata, relitto di un cantiere presumibilmente impiegato nella costruzione della variante ferroviaria della galleria di Campeda.

In ottemperanza della raccomandazione CIPE n. 2.1.4 la viabilità locale 1 è stata prolungata sul lato Nord di circa 180 m e raccordata al cavalcavia esistente con una curva di raggio 34 m. Inoltre per lo stesso cavalcavia esistente è previsto il rifacimento dei cordoli e la sostituzione della barriera di sicurezza, operazioni non previste nel progetto sottoposta a procedura di VIA ma che incrementano la sicurezza dell'utenza.

Per quanto riguarda gli aspetti idraulici lo svincolo di Bonorva Sud è interessato da un'invalveazione del corso d'acqua che collega gli scolarari T1, T2 e T3. Per tale svincolo è inoltre previsto un sistema di raccolta delle acque di piattaforma chiuso, con la previsione di una vasca per sversamenti accidentali, collocata tra la rampa A e la viabilità locale 1 in recepimento della prescrizione CIPE 1.2.6. sub b.

## **4.2 Strada provinciale S.P. 125**

L'aggiornamento del progetto esecutivo non presenta scostamenti rispetto a quanto previsto nel progetto definitivo sottoposto a procedura di V.I.A. Rispetto al progetto definitivo approvato dal CIPE sono state ottimizzate le viabilità di accesso tra le progressive 1+050 e 1+155, per circa 100 m, per consentire il collegamento di due fondi agricoli alla S.P. 125. Minime modifiche sono riscontrabili per il rispetto delle distanze di visibilità ed una migliore percorribilità del tracciato, in corrispondenza di due curve la prima tra le progressive 2+895 e 3+045 e la seconda tra le progressive 3+570 e 3+750, mentre si è resa possibile una riduzione delle scarpate in scavo tra le progressive 3+090 e 3+360 e tra le progressive 3+385 e 4+155 con conseguente minor consumo di suolo.

Lungo il versante di monte della S.P. 125, in recepimento della prescrizione CIPE n. 1.1.6, è prevista l'installazione di un sistema di barriere paramassi.

Per quanto concerne le opere d'arte nel progetto definitivo erano previsti due muri di sostegno di lunghezza 40 e 140 m tra le progressive 3+990 e 4+200 ed un muro di sottoscarpa da 55 m in corrispondenza del tornante. Sulla base del nuovo rilievo topografico di dettaglio il progetto esecutivo ricalca le stesse scelte progettuali, prevedendo un muro di lunghezza 40 m tra le

progressiva 3+713 e 3+750, una paratia di estensione 177 m tra le progressive 3+687 e 3+876 ed un muro di sottoscarpa di estensione 140 m in corrispondenza del tornante.

Infine nella stesura del progetto esecutivo si è reso necessario inserire uno scatolare idraulico (Tombino T4-b) di sezione 1,50 x 1,50 m, prevedendo a valle un'inalveazione di collegamento con il tombino scatolare T5 sull'asse principale. Entrambe le opere scolarari non erano previste nella versione del progetto definitivo ma si sono rese necessarie per gli affinamenti progettuali propri del livello di progettazione esecutiva.

### **4.3 Svincolo di Bonorva Nord**

Come previsto per gli altri interventi anche per lo svincolo di Bonorva Nord il progetto esecutivo sostanzialmente ricalca esattamente quanto previsto nel progetto definitivo approvato. In particolare nella precedente versione progettuale erano previste opere di contenimento delle scarpate di scavi e rilevati, scelte che si sono confermate sulla base del rilievo celerimetrico di dettaglio. Tuttavia la morfologia particolarmente acclive della sella su cui si imposta lo svincolo in oggetto ha richiesto uno sviluppo totale delle diverse opere di sostegno maggiore a quanto previsto nel progetto definitivo: in particolare nel progetto definitivo si erano resi necessari n. 5 muri di lunghezza complessiva 962 m ed una paratia di estensione 150 m. Nella revisione progettuale per un livello di progettazione esecutiva sono previsti 6 muri per una lunghezza complessiva di 1.298 m e due paratie per una lunghezza complessiva di 159 m (di cui una paratia da 140 m di tipo provvisoria). A valle di tale ottimizzazione del progetto delle opere di sostegno l'ingombro del sedime dello svincolo risulta in riduzione rispetto al progetto definitivo approvato.

I rilievi celerimetrici di maggior dettaglio hanno consentito una riduzione dell'intervento in corrispondenza della strada interpodereale 3, mentre l'intervento di progetto sull'asse della S.S. 131 è stato esteso di circa 210 m lato Cagliari e di circa 90 m lato Sassari per un miglior raccordo all'infrastruttura esistente.

Per quanto riguardano i temi di idraulica si evidenzia che per lo svincolo di Bonorva Nord è previsto un sistema di raccolta delle acque di piattaforma chiuso, con la previsione di una vasca per sversamenti accidentali, collocata tra la rotatoria Sud e la viabilità interpodereale 1, in recepimento alla prescrizione CIPE 1.2.6. sub b.

Nella versione del progetto esecutivo è previsto il rifacimento integrale dello scatolare idraulico T5, previa demolizione di quello esistente, mentre sono confermate le tipologie e le scelte progettuali del progetto definitivo sulle altre opere d'arte presenti.

#### 4.4 Aree di cantiere

Nel tratto interessato dai lavori nel progetto definitivo erano previsti 4 cantieri.

<b>Progetto definitivo Opera di riferimento</b>	<b>Ubicazione Km</b>	<b>Cantiere logistico mq</b>	<b>Cantiere operativo mq</b>
Svincolo Bonorva sud	159+000	7.800	8.900
complanare sud SP 125	160+250	/	7.500
Svincolo Bonorva nord	162+500	/	9.800

Nella rivisitazione del progetto esecutivo, considerazioni di natura logistica e di necessità di ridurre gli impatti sulla componente degli Habitat hanno portato alla scelta di rinunciare al cantiere posto lungo la S.P. 125. Per la restante parte i cantieri previsti nel definitivo sono stati confermati nella presente versione di progetto esecutivo, seppur con una riduzione dell'estensione complessiva.

<b>Progetto esecutivo Opera di riferimento</b>	<b>Ubicazione Km</b>	<b>Cantiere logistico mq</b>	<b>Cantiere operativo mq</b>
Svincolo Bonorva sud	159+000	5.800	8.000
Svincolo Bonorva nord	162+500	/	9.850

#### 4.5 Siti di deposito

I sito di deposito definitivo del materiale di scavo in esubero, non reimpiegabile per carenza di caratteristiche geo-meccaniche, sono stati confermati nel sito della ex cava Calzoneddu e nel sito della ex cava Badde e Rena.

Nella tabella seguente si riportano i raffronti delle capienze delle due aree nelle diverse versioni del progetto definitivo ed esecutivo.

	<b>Prog. definitivo</b>	<b>Prog. esecutivo</b>
<b>Sito deposito</b>	<b>capacità (mc)</b>	<b>capacità (mc)</b>
Calzoneddu	76.624,23	92.271,8
Badde e Rena	166.692,20	174.376,10
	<b>243.316,43</b>	<b>266.647,92</b>

### 5 Relazione del progetto con i piani

L'analisi della pianificazione vigente è stata articolata secondo varie scale di approfondimento, da ambiti territoriali più estesi fino all'ambito comunale. In particolare sono stati analizzati i seguenti strumenti:

## **Scala nazionale**

- Piano Generale dei Trasporti e della Logistica
- Legge Obiettivo
- Programma Operativo Nazionale
- Piano Nazionale per il Sud

## **Scala regionale- Scala provinciale**

- Piano Regionale dei Trasporti
- Piano Paesistico Regionale
- Piano Urbanistico Provinciale (P.U.P./ P.T.C.) - Sassari
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico
- Piano Regionale delle Attività Estrattive
- Piano Regionale di Tutela delle Acque
- Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna
- Piano Stralcio di Bacino Regionale per l'utilizzo delle Risorse idriche
- Piani Regionali di Gestione delle Acque
- Piano Generale degli Acquedotti
- Piano Regionale della Qualità dell'Aria
- Piano Forestale Ambientale Regionale

## **Livello locale**

- Piano urbanistico di Bonorva

## **5.1 Strumenti della pianificazione/programmazione comunale**

### ***5.1.1 Comune di Bonorva (SS) dal km 155+100 al km 165+500***

Il PUC vigente del comune di Bonorva sostituisce integralmente il vigente Programma di Fabbricazione e gli strumenti attuativi per le parti in contrasto, in adeguamento alle prescrizioni della Legge Regionale 22 Dicembre 1989 n° 45 e successive modifiche e integrazioni ai sensi Del. C.C. N. 9 del 05/03/2001 pubblicato sul B.U.R.A.S. N. 14 del 27/04/2001).

Lo scopo prefissato del P.U.C. è quello di tradurre in norma i contenuti emersi prevalentemente in linea tecnica dall'analisi geomorfologica, socio-economica, e dalle esperienze dei professionisti locali operanti nel territorio, al fine di verificare la validità di una nuova



programmazione sotto il profilo politico amministrativo nello specifico interesse della collettività e di tutto l'ambito comunale.

Gli interventi previsti in progetto ricadenti nel comune di Bonorva interessano le seguenti zone di Piano:

- Lo svincolo di nuova realizzazione Bonorva Sud (km 158+650 della S.S. 131), attraversa le sottozone agricole E3 ed E5.
- La SP 125, oggetto di riqualificazione, interessano zone E3 ed E5.
- Lo svincolo di nuova realizzazione Bonorva Nord (km 162 della S.S. 131), interessa unicamente la sottozona agricola E3.

Le sottozone E3 sono caratterizzate da un elevato frazionamento fondiario, sono contemporaneamente utilizzabili per scopi agricolo - produttivi e per scopi residenziali.

La sottozona E5 comprende le aree che non si ritengono idonee per lo sfruttamento agricolo e zootecnico intensivo, a causa della pendenza elevata, della scarsa profondità e dell'eccessiva rocciosità e pietrosità, ma all'interno delle quali sono presenti diverse aziende di tipo zootecnico estensivo, che necessitano di nuove strutture per adeguarsi alle nuove normative comunitarie.

## 5.2 Coerenza con gli strumenti settoriali

### 5.2.1 Strumenti a livello nazionale

Strumento settoriale (piano/programma)	Coerenza	Motivazioni della coerenza
Piano Generale dei Trasporti e della Logistica (P.G.T.L.)	SI	Il PGTL individua, come struttura portante dell'assetto infrastrutturale nazionale, il Sistema Nazionale Integrato dei Trasporti (SNIT), costituito dall'insieme delle infrastrutture esistenti sulle quali si svolgono i servizi di trasporto di livello nazionale, dei quali la SS 131 ne fa parte.

### 5.2.2 Strumenti a livello regionale e provinciale

Strumento settoriale (piano/programma)	Coerenza	Motivazioni della coerenza
Piano Regionale dei Trasporti (P.R.T.)	SI	L'itinerario in progetto fa parte delle priorità d'intervento della "rete fondamentale". Per questa viabilità il PRT prevede si debbano garantire livelli di funzionalità di tipo autostradale, con sezioni tipo B strade extraurbane principali (DM 5.11.2001) con velocità di progetto (VdP) compresa fra 70 e 120 km/h.

## 5.3 Coerenza con gli strumenti territoriali e urbanistici

### 5.3.1 Strumenti a livello regionale e provinciale

Strumento territoriale e urbanistico	Coerenza	Motivazioni della coerenza
Piano Paesistico Regionale (P.P.R.)	SI	Il Piano Paesistico Regionale conferma l'interesse paesaggistico dell'area, pur rimanendo fuori dagli ambiti paesaggistici costieri. I principali interventi di nuova realizzazione ricadono in aree nelle quali, secondo quanto prescritto nelle Norme (art. 21. comma 4 e comma 5), possono essere realizzati gli interventi pubblici del sistema delle infrastrutture di cui all'art. 102 ricompresi nei rispettivi piani di settore non altrimenti localizzabili. Inoltre, nell'art. 103 delle Norme, si riporta: "Gli ampliamenti delle infrastrutture esistenti e la localizzazione di nuove infrastrutture sono ammessi se: previsti nei rispettivi piani di settore, i quali devono tenere in considerazione le previsioni del P.P.R; ubicati preferibilmente nelle aree di minore pregio paesaggistico; progettate sulla base di studi orientati alla mitigazione degli impatti visivi e ambientali" L'asse viario oggetto delle opere in studio fa parte delle priorità d'intervento della "rete fondamentale" del Piano Regionale dei Trasporti.
Piano Urbanistico Provinciale (P.U.P./ P.T.C.) - Oristano	/	In fase di redazione.
Piano Urbanistico Provinciale (P.U.P./ P.T.C.) - Nuoro	SI	Tra gli obiettivi strategici ai quali sono stati finalizzati indirizzi, direttive e norme si ritrova: "Potenziare e sviluppare efficacemente il sistema della mobilità e del trasporto".
Piano Urbanistico Provinciale (P.U.P./ P.T.C.) - Sassari	SI	I corridoi di comunicazione sono visti come attivatori di sviluppo territoriale in quanto occasione di mobilitazione di risorse e progettualità e di riorganizzazione dei processi. La SS 131 fa parte delle "generatrici primarie" che hanno funzione catalizzante sulle principali dinamiche di circolazione e scambio e sono costituite dai collegamenti tra i principali "nodi del territorio".
Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI)		Alcuni degli interventi previsti ricadono in aree interessate da movimenti gravitativi più o meno importanti. L'area di maggiore attenzione coincide con la zona interessata dal progetto nel Comune di Bonorva.
Piano di Tutela delle Acque (PTA)	SI	Non si prefigurano aspetti ostativi alla realizzazione degli interventi
Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna	SI	Non si prefigurano aspetti ostativi alla realizzazione degli interventi
Piano Stralcio di Bacino Regionale per l'utilizzo delle Risorse idriche	SI	Non si prefigurano aspetti ostativi alla realizzazione degli interventi
Piano Generale degli Acquedotti	SI	Non si prefigurano aspetti ostativi alla realizzazione degli interventi
Piano Regionale per la Qualità dell'aria	SI	Non si prefigurano aspetti ostativi alla realizzazione degli interventi

<b>Strumento territoriale e urbanistico</b>	<b>Coerenza</b>	<b>Motivazioni della coerenza</b>
Piano Regionale Attività Estrattive (PRAE)	Si	Tutti i materiali necessari per la realizzazione delle opere saranno approvvigionati presso cave autorizzate e inserite nel catasto del PRAE. Inoltre il progetto prevede il ripristino ambientale di alcune cave esaurite mediante messa a dimora di una parte dei materiali di scavo.
Piano Forestale Ambientale Regionale	SI	Non si prefigurano aspetti ostativi alla realizzazione degli interventi. Tuttavia alcuni interventi ricadono e/o lambiscono aree coperte da bosco e da sugherete, entrambe tutelate.

### 5.3.2 Strumenti a livello locale

<b>Strumento territoriale e urbanistico</b>	<b>Coerenza</b>	<b>Motivazioni della coerenza</b>
Piani Urbanistici Comunali	SI	Dal punto di vista della pianificazione comunale, gli interventi proposti rientrano prevalentemente nella fascia stradale già esistente, le proposte di varianti rientrano nella maggiore parte nelle zone agricole di tipo E e pertanto non si riscontrano motivi ostativi alla realizzazione delle opere.

### 5.4 Coerenza con la pianificazione della tutela naturalistica

<b>Strumento di tutela naturalistica</b>	<b>Coerenza</b>	<b>Motivazioni della coerenza</b>
SIC/ZPS		Gli interventi compresi tra Macomer e Bonorva (più precisamente fra il km 148 e il km 162 dell'attuale SS 131) ricadono all'interno della ZPS ITB023050 "Piana di Semestene, Bonorva, Macomer e Bortigali". Attualmente sono in corso i procedimenti di VAS per il Piano di Gestione della ZPS e del SIC; secondo quanto previsto dalla normativa, le opere in progetto, interferenti con un'area Natura 2000, sono state sottoposte a "Valutazione di Incidenza", secondo l'Allegato G della Direttiva Habitat stessa.

## 6 Regime vincolistico

### 6.1 Vincoli di tutela paesistico-ambientale

La materia riguardante la protezione e la vincolistica dei beni culturali e ambientali è disciplinata dal Decreto legislativo 22 gennaio 2004 n.42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio", entrato in vigore il 1° maggio 2004 e s.m.i., in particolare il D.Lgs correttivo 157/2006.

Il Codice è una rilettura della normativa di tutela alla luce delle leggi successive al precedente D.lgs. 490/1999 abrogato dal Codice, con preciso riferimento alla modifica del Titolo V della Costituzione.

Tale documento normativo si propone come un'unica legge organica, che mira ad assicurare una tutela complessiva e omogenea al patrimonio culturale, artistico e paesaggistico italiano.

Il territorio attraversato dall'intero tracciato, dal km 108+300 al km 209+500, è interessato dalla presenza di numerose aree vincolate dal punto di vista paesistico – ambientale e beni identitari diffusi sul territorio in modo continuo e omogeneo (nuraghe, ecc.).

I dati sono stati ricavati dal Piano Paesaggistico Regionale e dal portale web “SITAP” del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo.

Si specifica che, per quanto riguarda il vincolo dei boschi e delle aree interessate da incendi, la documentazione è stata direttamente trasmessa dalla Regione Sardegna – Assessorato Difesa Ambiente.

Gli interventi di nuova realizzazione, di seguito elencati, non interferiscono con ambiti sottoposti a tutela ambientale o con beni sottoposti a vincolo paesaggistico, se non per alcuni tratti delle rampe previste, interferenti con aree boscate:

- completamento/adeguamento svincolo di Bonorva Sud al Km 158+650,
- nuovo svincolo di Bonorva Nord al km 162+000,
- riqualificazione della viabilità provinciale SP125 dallo Svincolo di Bonorva Sud (km 158) allo svincolo di Bonorva Nord (km 162).

Dalle verifiche effettuate in sito, sebbene la documentazione trasmessa dalla Regione riporti un vincolo per area boscata, si è accertata prevalentemente la presenza di prati interessati da colture arbustive rade.

Per queste categorie di Beni tutelati sono state acquisite le autorizzazioni da parte della Regione o dell'Ente Locale al quale la Regione ha affidato la relativa competenza, in sede di Conferenza di Servizi.

## **6.2 Usi civici**

Dal confronto delle particelle catastali interessate dagli interventi di progetto e l'Inventario delle Terre Civiche, disponibile sul sito della Regione Sardegna, si è constatato che nessun intervento ricade in particelle gravate da uso civico.

### **6.3 Vincolo idrogeologico**

Allo stato attuale la Regione Sardegna sta provvedendo all'elaborazione digitale del Vincolo Idrogeologico ai sensi del Regio Decreto 3267/1923. Sebbene quindi non sia ancora disponibile una cartografia ufficiale, si specifica che sono sottoposte a vincolo idrogeologico:

- le aree boscate appartenenti ad enti pubblici;
- le aree di “pericolosità frana” individuate dal Piano di Assetto Idrogeologico (vedi art. 9 delle Norme del Piano);
- gli areali in stato di frana mappati dall'Inventario dei Fenomeni Franosi.

### **6.4 Aree naturali protette**

Nel caso degli interventi in progetto, le interferenze con le aree Natura 2000 si hanno lungo il tratto di strada compreso fra Macomer e Bonorva. Tra il km 148 e il km 162 circa, l'attuale SS 131 attraversa la ZPS ITB023050 “Piana di Semestene, Bonorva, Macomer e Bortigali”.

La Zona di Protezione Speciale (ZPS) denominata “Piana di Semestene, Bonorva, Macomer e Bortigali”, si estende per una superficie complessiva di ha 19.604,00, con altitudine compresa tra i valori di m 346 e m 1.023 s.l.m., interessa parte delle province di Nuoro e Sassari ricoprendo quasi la totalità della Piana di Campeda e in modo marginale la catena montuosa del Marghine-Goceano.

L'altopiano ha un'altezza di circa 650 mt. E' una delle zone più fredde ed innevate della Sardegna. E' costituito da imponenti colate basaltiche sovrapposte, scarsamente drenato si formano frequentemente aree di ristagno paludose.

Nel sito risiede e si riproduce una delle colonie nazionali di maggiori dimensioni della Gallina prataiola per effetto non solo delle condizioni pedoclimatiche favorevoli ma soprattutto per la presenza si estese superfici a pascolo e seminativi da granella impiegati nell'attività economica agro-zootecnica presente nel territorio; inoltre, nidificano diverse altre importanti specie animali: Nibbio reale, Albanella minore, Grillaio, Occhione, Ghiandaia marina, ecc.

Gli interventi previsti lungo il tratto di SS 131 fra il km 158+000 e il km 162+700, tra cui lo svincolo di Bonorva Sud facente parte del primo stralcio, interferiscono inevitabilmente con la ZPS.

Attualmente, sono in corso i procedimenti di VAS per il Piano di Gestione della ZPS e del limitrofo SIC IT ITB021101 “Altopiano di Campeda”. Secondo quanto previsto dalla normativa, il progetto, interferendo con un'area Natura 2000, è stato sottoposto a “Valutazione di Incidenza”, secondo l'Allegato G della Direttiva Habitat stessa.

In corrispondenza del tratto citato, la SS131 attraversa l'altopiano di Campeda che risulta dominato da vegetazione erbacea annuale ed è caratterizzato da aspetti vegetazionali che testimoniano diversi stadi dinamici, essendo presenti, oltre alle praterie con terofite (codice habitat = 6220\*) i querceti mediterranei (codice habitat = 6310), di fatto costituiti da prati destinati al pascolo ottenuti per successiva diradazione di originari boschi di querce sempre verdi (lecci) evolutesi verso le formazioni isolate e diradate di roverelle e sughere oggi osservabili in corrispondenza delle stesse praterie al pascolo.

Nell'ambito del progetto del primo straccio sono previsti interventi di compensazione, il cui obiettivo principale è il recupero e la conservazione di habitat prioritari legati alle praterie aride ed in particolare quello contraddistinto dal codice 6220: "Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea". Il suddetto habitat ha una distribuzione tipicamente Mediterranea con un'area importante in Spagna, Italia, Francia, Grecia, Portogallo, Cipro e Malta; in Italia l'habitat ha ampia diffusione, specificatamente in Liguria, Emilia-Romagna, Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna.

Un ulteriore obiettivo dell'intervento di compensazione è la conservazione delle specie associate con questi habitat, in particolare la Gallina prataiola (*Tetrax tetrax*).

Sulle aree temporaneamente occupate, durante la fase di cantierizzazione delle opere, che comportano l'interferenza con l'habitat 6220 (area di cantiere al km 158 in corrispondenza dello svincolo di Bonorva sud, del cantiere sulla SP 125 e dell'area di deposito definitivo del materiale ubicata lungo la SS131 costituita da una ex cava, lato carr. Sud, al km 154, ma quest'ultima appartenente al 2° straccio) si prevede, al termine dei lavori, di ripristinare l'habitat così da ridurre i fattori di disturbo delle specie rare e/o minacciate e salvaguardare la biodiversità.

A compensazione delle aree con sottrazione definitiva dell'habitat prioritario (nuovi tratti di sedime stradale), si prevede di intervenire con interventi tesi alla ricostituzione dell'habitat medesimo; si prevede di intervenire in aree attualmente agricole di proprietà privata nel Comune di Bortigali, in prossimità dei km 154-155 della SS131.

Per gli approfondimenti di merito si rimanda alla Relazione descrittiva interventi di inserimento paesaggistico e ambientale (codice elaborato T00IA00AMBRE01A).

## **7 Genesi degli interventi previsti in progetto**

Il progetto complessivo originario prevede l'esecuzione di diverse tipologie di interventi, distribuite su un territorio di estesa complessiva oltre i km 100. Si ribadisce che il progetto nasce da una pluralità di esigenze manifestatesi nel corso dell'ultimo decennio, in conseguenza della mancata

attuazione dei progetti di ammodernamento e adeguamento del tronco 2°, 109+000 al km 146+800, e del tronco 3°, dal km 146+800 al km 209+482, a causa della carenza di risorse finanziarie.

La Regione Autonoma della Sardegna ha da sempre evidenziato il disagio manifestato dal territorio per la mancata attuazione degli interventi programmatici della legge obiettivo, e al fine di trovare una soluzione nel breve medio-periodo, ha cercato di individuare le priorità di intervento sui tronchi di S.S. 131, rimasti privi dei finanziamenti e non soggetti a interventi di adeguamento, mediante il ricorso a studi e ricerche commissionati all'Università degli Studi di Cagliari. La Regione Autonoma della Sardegna ha inoltre stipulato in data 21/12/2006 una convenzione con Anas S.p.A., finalizzata alla progettazione e risoluzione dei nodi considerati critici. La convenzione è stata più volte prorogata, e in virtù della stessa, su delega della Direzione Generale, il Compartimento Anas della Viabilità per la Sardegna ha redatto i progetti preliminari di risoluzione di alcune intersezioni a raso esistenti mediante la costruzione di svincoli.

Nel dettaglio i progetti predisposti dal Compartimento Anas della Viabilità per la Sardegna risultano essere:

- Progetto preliminare dei lavori di messa in sicurezza dello svincolo di Paulilatino al km 121+000 della S.S.131 "Carlo Felice";
- Progetto preliminare dei lavori di messa in sicurezza dello svincolo a raso Macomer Nord - Mulargia tra il km 148+000 e il km 149+000 della S.S.131 "Carlo Felice";
- Studio di fattibilità dei lavori di messa in sicurezza dello svincolo di Bonorva - Pozzomaggiore tra i km 162+000 e 163+000 della S.S.131 "Carlo Felice";
- Progetto preliminare dei lavori di messa in sicurezza dello svincolo di Cossoine tra il km 165+000 e il km 166+000 della S.S.131 "Carlo Felice".

La Direzione Generale per le strade e autostrade e per la vigilanza e la sicurezza nelle infrastrutture stradali del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Dipartimento Infrastrutture, Sistemi Informativi e Statistici, che svolge il ruolo di Organo Competente, ai sensi del D.Lgs. 35/2011, tra il giugno ed il luglio del 2014, allo scopo di indirizzare ed accelerare la progettazione oggetto della convenzione ha invitato la Condirezione Generale Tecnica a :

- a) predisporre la progettazione preliminare dell'adeguamento funzionale in sede del 2° e 3° lotto omogeneo della S.S. 131, con eventuale priorità per il tronco di circa 40 km in cui ricadono i nodi più critici in elenco nella delibera di Giunta regionale n. 5/47 del 11/02/14, adeguatamente analizzati e rimodulati;

- b) predisporre la progettazione definitiva dei principali nodi critici in coerenza con la predetta progettazione preliminare del 2° e 3° lotto omogeneo od eventualmente con lo stralcio di circa 40 km di cui alla lett. a);
- c) anticipare i tempi per il termine della progettazione di alcuni nodi critici prioritari, al fine di acquisire l'OGV (obbligazione giuridicamente vincolante) in tempo utile, da definire in ragione non solo della criticità, ma anche delle risorse necessarie e disponibili.

Infine, la Direzione Generale per le strade e autostrade e per la vigilanza e la sicurezza nelle infrastrutture stradali, ha disposto che l'adeguamento in sede del 2° e 3° lotto della S.S. n. 131 debba essere ritenuto quale ipotesi prioritaria di progettazione, ed in particolare dello stralcio dei citati 40 km di cui alla lettera a), in quanto rispondente ad una ottimizzazione delle risorse economiche ed una riduzione dei tempi per la risoluzione delle più urgenti criticità, sia puntuali sia diffuse, in termini di sicurezza stradale.

In esito a tali disposizione la Direzione Centrale Progettazione è stata attivata per raccogliere in unico progetto quanto già sviluppato, censire ed ulteriormente dettagliare le criticità non ancora risolte all'interno del tratto dal km 119+500 al km 165+000, di lunghezza complessiva 45 km circa.

Nell'ambito della progettazione preliminare l'Anas ha redatto il documento di Valutazione d'Impatto della Sicurezza Stradale, come previsto dall'art. 4 del D.Lgs. n.35/2011, ed ha richiesto la nomina di un gruppo di Controllori da parte del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per il controllo della sicurezza nell'ambito della redazione della progettazione. Con nota CDG-157991-P in data 03/12/14 l'Anas comunicava al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti l'aumento dell'estensione dell'intervento dal km 108+300 al km 209+500, per complessivi 101 km circa.

Successivamente l'Anas con nota n. CDG-10810-P in data 28/01/2015, ha comunicato al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti il passaggio della progettazione alla fase di progetto definitivo, ed il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha confermato il gruppo dei Controllori. La procedura di controllo della sicurezza stradale si è conclusa con l'emissione della "Relazione Finale" in data 19/02/15, da parte del gruppo istruttore, contenente le prescrizioni e raccomandazioni da recepire nell'emissione finale del progetto definitivo da sottoporre a Conferenza dei Servizi.

La fase di progetto preliminare è stata quindi sviluppata per un periodo di tempo limitato, senza consentire l'avvio delle procedure di approvazione di Legge Obiettivo sul progetto preliminare. A partire dal gennaio 2015 l'Anas ha dato concreto inizio alle attività di progettazione definitiva. La progettazione definitiva si è quindi naturalmente sviluppata a partire dalla fase del



progetto preliminare e di questo recepisce l'intera impostazione progettuale e la relativa localizzazione degli interventi.

## **8 Valutazione d'impatto sulla sicurezza stradale**

La S.S. 131 fa parte della rete stradale transeuropea TEN, di cui al Regolamento (UE) n.315/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio, e quindi gli interventi ad essa relativi rientrano nel campo di applicazione del D.Lgs. n. 35/2001, in vigore dal 23/04/2011.

Le "Linee Guida per la gestione della sicurezza delle infrastrutture stradali" (D.M. 2 maggio 2012, n. 137) emanate ai sensi dell'art. 8 del citato decreto, definiscono quali progetti debbano essere sottoposti ai controlli di sicurezza specificando, nella Tabella 8 del capitolo 3.2, che per interventi con limitata variazione della geometria della intersezione i controlli non sono necessari, mentre sono richiesti nel caso realizzazione di nuove intersezioni.

Prevedendo il progetto complessivo della S.S. 131 dal km 108+300 al km 209+500 la trasformazione di sei intersezioni a raso in cinque svincoli è risultato necessario effettuare il controllo e quindi, come previsto dall'art. 4 del D.Lgs. n.35/2011, è stata richiesta la nomina di un gruppo di Controllori da parte del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Come indicato nelle Linee Guida, il controllo sul progetto "è temporalmente e logicamente preceduto dalla Valutazione sulla Sicurezza Stradale (VISS) del progetto stesso, che ne costituisce pertanto un'azione prodromica".

Il documento della Valutazione di Impatto della Sicurezza Stradale (VISS) è stato quindi predisposto ed inviato dall'ANAS S.p.A al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con nota n. CDG-0139469-P del 24/10/14.

Il Ministero ai sensi del D.Lgs. 35/2011 ha provveduto alla nomina dei controllori sul progetto preliminare con nota n. 4441 del 31/10/14.

Per la descrizione di dettaglio del processo di verifica effettuata dal gruppo istruttore si rimanda alla Relazione tecnica stradale (codice elaborato T00PS00TRARE01A)

A seguito di una serie di incontri in cui sono stati illustrati gli elaborati di progetto ed analizzati gli aspetti riguardanti la sicurezza stradale, le tipologie e i volumi di traffico, l'incidentalità e le ipotesi alternative di intervento, valutate singolarmente tramite analisi multicriteria, il gruppo istruttore ha emesso la "Relazione Finale", contenente le prescrizioni e raccomandazioni, trasmessa dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Dipartimento Infrastrutture, Direzione Generale per le strade e le autostrade, con nota n. 1037 in data 19/02/2015.

Di seguito si riporta l'elenco delle raccomandazioni e prescrizioni contenute nella "Relazione Finale", cui i progettisti si sono attenuti ed hanno accolto nella stesura finale del Progetto Definitivo, da cui ha origine il 1° stralcio funzionale.

DENOMINAZIONE PUNTO SINGOLARE	Km	TIPOLOGIA ESISTENTE	INTERVENTO DI PROGETTO	PRIORITÀ FINALE	Note
Uscita area archeologica "S. Cristina"	114,500 <i>(intervento nel 1° lotto omogeneo)</i>	intersezione a raso	adeguamento corsie	3 - 5	raccomandazione
Svincolo di Paulilatino sud	119,000	svincolo	adeguamento corsie	3 - 5	/
Svincolo di Paulilatino nord	120,000	intersezione a raso	<b>nuovo svincolo</b>	<b>1</b>	/
Svincolo con S.S. n° 131 DCN	123,500	svincolo	adeguamento corsie	3 - 5	/
Svincolo di Abbasanta	125,500	svincolo	nessun intervento	/	/
Intersezione di Abbasanta	126,350	intersezione a raso (dir. nord)	adeguamento corsie	/	prescrizione
Svincolo di Norbello	128,000	svincolo	adeguamento corsie	3 - 5	/
Accesso di servizio per casa cantoniera "p,te Merchis"	132,000	accesso	nessun intervento	2	raccomandazione
Svincolo di Borore	135,000	svincolo	adeguamento corsie	3 - 5	/
Svincolo Z.I. Tossilo	138,000	svincolo	nessun intervento	2	/
Svincolo di Macomer sud	142,500	svincolo	adeguamento intersezione rampa di uscita della SS131 con SS129 e SP57	2 — 3 - 5	/
Uscita area archeologica "S. Barbara"	144,250	accesso area parcheggio (dir. nord)	adeguamento corsie dir. nord e dir. sud	3 — 5 - 7	raccomandazione
Semi-svincolo Ospedale di Macomer	146,570	-	<b>nuovo svincolo</b>	7	prescrizione
Svincolo di Macomer nord	148,000	due intersezione a raso	nuovo svincolo	1 - 2	/

<b>DENOMINAZIONE PUNTO SINGOLARE</b>	<b>Km</b>	<b>TIPOLOGIA ESISTENTE</b>	<b>INTERVENTO DI PROGETTO</b>	<b>PRIORITÀ FINALE</b>	<b>Note</b>
Svincolo di Campeda	152,000	svincolo	adeguamento corsie	2 — 3 - 5	/
Svincolo di Badde Salighes	155,000	svincolo	adeguamento corsie	2 - 3 - 5	/
Accesso di emergenza Galleria FS	156,250	accesso (dir. sud)	adeguamento corsie	2	/
Svincolo di Bonorva sud	158,000	svincolo non completo	nuovo svincolo	1	prescrizione
Svincolo di Bonorva nord	162,000	intersezione a raso	nuovo svincolo	1	/
Svincolo di Cossoine	165,000	intersezione a raso	nuovo svincolo	1	raccomandazione
Svincolo di Giave	168,600	svincolo	adeguamento corsie	3 - 5	/
Svincolo di Thiesi-Torralba	173,300	svincolo	adeguamento corsie	3 - 5	/
Svincolo di Bonnannaro	179,200	svincolo	adeguamento corsie	3 - 5	/
Svincolo di Siligo	186,700	svincolo	adeguamento corsie	3 - 5	/
Svincolo al km 190,350	190,350	due intersezioni a raso e rotonda nello spartitraffico centrale	nuovo svincolo	1	/
Svincolo della Sassari - Olbia	192,500	svincolo in costruzione	/	/	/
Svincolo di Florinas	194,000	svincolo	adeguamento corsie e nuova rampa	3 - 5	/
Svincolo di Oschiri	197,000	svincolo	adeguamento corsie	3 - 5	/

<b>DENOMINAZIONE PUNTO SINGOLARE</b>	<b>Km</b>	<b>TIPOLOGIA ESISTENTE</b>	<b>INTERVENTO DI PROGETTO</b>	<b>PRIORITÀ FINALE</b>	<b>Note</b>
Svincolo di Muros	201,000	svincolo	nessun intervento	/	/
Svincolo di Scala di Giocca	205,000	svincolo	adeguamento corsie	3 - 5	/
Accesso di servizio con cancello	206,000	accesso	nessun intervento	2	raccomandazione
Svincolo di Sassari	208,500	svincolo	adeguamento corsie e chiusura accesso su rampa	3 - 5	raccomandazione

## **9 Cartografia e rilievi celerimetrici**

Per l'esecuzione del progetto sono stati utilizzati i rilievi cartografici eseguiti dall'Anas nell'ambito dei piani di risanamento acustici. Il volo di ripresa aereo è stato eseguito nel periodo giugno luglio 2012. I rilievi aerofotogrammetrici sono stati opportunamente integrati con rilievi celerimetrici di dettaglio, per definire le zone di attacco delle corsie specializzate all'infrastrutture esistente nelle zone di svincolo. Il rilievo aerofotogrammetrico è stato integrato con rilievi diretti a terra ove si è reso necessario per eliminare dubbi ed incertezze nei casi in cui le aree non erano visibili dai fotogrammi o vi sia stata difficoltà di interpretazione qualitativa. Per la descrizione di dettaglio del sistema di riferimento e delle coordinate adottate si rimanda alla Relazione sui rilievi topografici (codice elaborato T00EG00CRTRE01A).

## **10 Geologia**

### **10.1 Indagini geognostiche**

Il tratto di arteria interessato degli interventi di adeguamento è stato oggetto, a varie riprese, di attività di indagine geognostica, realizzate nell'ambito dei progetti generali di ammodernamento dell'arteria. Nell'ambito di questo studio, pertanto, è stata preliminarmente effettuata la raccolta, presso il Compartimento di Cagliari ed estesa all'intero intervento di risoluzione dei nodi critici (1°, 2° e 3° stralcio, complessivamente compreso fra i km 108 e 209 dell'attuale S.S. 131), di tutti i dati ad esse riferiti, comprendenti stratigrafie di sondaggi e pozzetti geognostici, diagrammi di prove penetrometriche, prospezioni geofisiche, prove di laboratorio geotecnico e relativa documentazione fotografica. Tali indagini, opportunamente georeferenziate, integrate con due campagne geognostiche integrative appositamente realizzate nel 2015 e nel 2017 rispettivamente nell'ambito del progetto definitivo ed esecutivo, hanno integrato le osservazioni provenienti dal rilevamento geologico di superficie, portando alla compiuta definizione del Modello Geologico di Riferimento.

#### ***10.1.1 Indagini geognostiche preesistenti***

In totale, sull'intero tratto oggetto degli interventi di adeguamento e risoluzione dei nodi critici (km 108 ÷ 209 ca.) i dati preesistenti raccolti comprendono:

- n. 343 perforazioni di sondaggio;
- n. 125 Pozzetti geognostici;
- n. 32 Stendimenti sismici a rifrazione;
- n. 70 Prove penetrometriche CPT e DPSH.

Nel dettaglio, con particolare riferimento agli interventi ricompresi nel 1° stralcio, essi comprendono:

- n. 42 perforazioni di sondaggio;
- n. 10 Pozzetti geognostici;
- n. 6 Stendimenti sismici a rifrazione;
- n. 11 Prove penetrometriche CPT e DPSH.

Esse sono riferibili alle seguenti campagne d'indagine:

- **Ing. Piero Porcu (1992)**

- n. 14 Sondaggi

Indagine		Profondità (m da p.c.)
Sondaggi	S1	42,2
	S2	27,2
	S3	23,0
	S4	32,7
	S5	19,6
	S6	26,5
	S7	20,5
	S8	21,0
	S9	20,0
	S10	20,1
	S11	20,6
	S12	7,7
	S13	5,3
	S14	11,6

- **Soiltecnica s.r.l. (1997)**

- n. 1 Sondaggio
- n. 3 Pozzetti

Indagine		Profondità (m da p.c.)
Sondaggi e pozzetti	F19dx	20,0
	PF17sx	0,40
	PF18sx	0,50

- **Sardadrill s.r.l. (1998)**

- n. 7 Sondaggi
- n. 5 Stendimenti sismici a rifrazione

Indagine		Profondità (m da p.c.)
Sondaggi	S1	20,0
	S2	20,0
	S3	20,0
	S5	18,0
	S6	20,0
	S35	20,0
	S36	20,0

Indagine		Profondità (m da p.c.)
Geofisica	Base A	L=110 m
	Base B	L=110 m
	Base C	L=110 m
	Base D	L=110 m
	Base E	L=110 m

- **Micropali s.a.s. (1998)**

- n. 7 Sondaggi
- n. 4 Prove penetrometriche

Indagine		Profondità (m da p.c.)
Sondaggi	S28	40,0
	S28A	15,0
	S29	30,0
	S30	45,0
	S32	35,0
	S33	20,0
	S34	25,0
Prove Penetrometriche	PP1	1,8
	PP2	2,6
	PP3	4,8
	PP4	1,8

- **Fondedile s.r.l. (1998) - da Km. 161+500 a Km. 162+300**

- n. 8 Sondaggi
- n. 7 Prove penetrometriche

Indagine		Profondità (m da p.c.)
Sondaggi	S7	30,0
	S9	30,0
	S11	30,0
	S13	40,0
	S15	40,0
	S15a	30,0
	S26	30,0
	S26a	28,0
Prove Penetrometri che	PP1	1,6
	PP2	1,4
	PP3	1,4
	PP4	0,8
	PP5	0,8



Indagine		Profondità (m da p.c.)
	PP6	1,0
	PP7	1,0

### 10.1.2 Indagini progettazione definitiva

I dati disponibili sono stati integrati con una campagna di indagini geognostiche e geofisiche, corredate da prove di laboratorio, opportunamente realizzata nel 2015 per gli approfondimenti puntuali, previsti in corrispondenza degli interventi in progetto (aree di svincolo ed opere di nuova realizzazione).

In particolare, per l'area di ubicazione degli svincoli di Bonorva sud e Bonorva nord, è stata prevista la seguente campagna geognostica e geofisica:

- **Sondedile s.r.l. (2015)**
  - o n. 6 Sondaggi
  - o n. 7 Pozzetti geognostici

Indagine		Profondità (m da p.c.)
<b>Sondaggi</b>	S6Pz	20,0
	S7	20,0
	S9	23,8
	S10	20,0
	S11	40,0
	S24	18,7
<b>Pozzetti</b>	Pz34	0,4
	Pz34bis	0,3
	Pz35	0,5
	Pz36	1,1
	Pz37	0,7
	Pz38	1,5
	Pz39	2,0

- **Progeo s.r.l. (2015)**
  - o n. 1 Base sismica a rifrazione

Indagine		Lunghezza (m)
<b>Geofisica</b>	LS7	115,0

### 10.1.3 Indagini progettazione esecutiva

Nella recente fase di progettazione esecutiva è stata realizzata un'ulteriore campagna di indagine geognostica e geofisica, corredata da prove di laboratorio, in corrispondenza dell'area dello Svincolo di Bonorva nord. Tale campagna ha avuto lo scopo di perfezionare il modello geologico lungo l'asse della S.S.131, determinando in dettaglio lo spessore del terrapieno antropico e approfondendo le situazioni progettuali più critiche in corrispondenza della S.P.125.

In particolare, è stata prevista la seguente campagna geognostica e geofisica:

- **Dr. Angius s.r.l. (2017)**

- o n. 5 Sondaggi

Indagine		Profondità (m da p.c.)
Sondaggi	S1	29,8
	S2	15,0
	S3	18,4
	S4	25,0
	S5	27,0

- **Geoservice s.a.s. (2017)**

- o n. 5 Basi sismiche a rifrazione

Indagine		Lunghezza (m)
Geofisica	BS1	100,0
	BS2	50,0
	BS3	62,0
	BS5	67,0
	BS6	42,0

## 10.2 Modello Geologico di Riferimento

I terreni affioranti lungo il tratto studiato sono stati accorpati all'interno di diversi complessi geologici, di natura da sedimentaria marina a continentale a vulcanica, a loro volta comprendenti diverse unità formazionali, che coprono un intervallo di tempo che va dal Cambriano all'Attuale, e di seguito elencati dal più antico al più recente.

### Successione sedimentaria Oligo-miocenica del Logudoro-Sassarese:

- Formazione di Mores (RES). Calcareniti, calcari bioclastici fossiliferi. Calcari nodulari a componente terrigena variabile, con faune a gasteropodi (Turritellidi), ostreidi ed echinidi (Scutella, Amphiope) ("Calcari inferiori" Auct.) (RESa). Arenarie e conglomerati a cemento

carbonatico, fossiliferi e bioturbati. Intercalazioni di depositi sabbioso-arenacei quarzoso-feldspatici a grana medio-grossa, localmente ricchi in ossidi di ferro (Ardara-Mores) (RESb). BURDIGALIANO;

### **Basalti della Campeda-Planargia:**

- Subunità di Campeda (BPL1). Basalti più raramente andesiti basaltiche subalcaline, porfiriche per fenocristalli di Pl, Opx, Cpx e Ol. Basalti e trachibasalti debolmente alcalini, porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx; in estese colate. PLIOCENE;

### **Basalti del Logudoro:**

- Subunità di Semestene (BGD2). Hawaiiiti, porfiriche per fenocristalli di Ol e Cpx, Anl, con frequenti noduli peridotitici; in colate. ( $2,2 \pm 0,1$  Ma: Beccaluva et alii, 1981). Basaniti ad analcime, porfiriche per fenocristalli di Ol e Cpx. BURDIGALIANO;
- Coltri eluvio-colluviali (b2). Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE;
- Depositi antropici (h1). Materiali di riporto, aree bonificate, discariche minerarie. OLOCENE

La S.S. 131, nel tratto interessato dagli interventi di adeguamento e messa in sicurezza, attraversa, lungo il suo percorso, diversi ambiti geologico-geomorfologici, di seguito descritti.

In particolare, il tratto ricadente nel 1° Stralcio progettuale, si sviluppa, per la parte meridionale, intorno allo svincolo di Bonorva Sud, in corrispondenza della terminazione, verso nord, del plateau basaltico plio-pleistocenico dell'Altopiano di Campeda, costituito, evidentemente, da formazioni a carattere effusivo, rappresentate da espandimenti di basalti alcalini e transizionali, andesiti basaltiche e basalti subalcalini, appartenenti al Complesso della Campeda-Planargia. La quota media dell'altopiano è di circa 650 m s.l.m.. Verso sud, la separazione fra questa unità morfostrutturale e l'Altopiano di Abbasanta è esercitata dalla dorsale collinare e montuosa della Catena del Marghine e del Monte di Sant'Antonio, posta immediatamente a nord di Macomer e allungata in direzione NE-SW, con quote variabili da 800 m a 1000 m s.l.m.. Essa è composta dai depositi piroclastici e ignimbrici appartenenti al Ciclo Vulcanico Calco-alcalino oligo-miocenico.

Il tratto a settentrione della zona di Bonorva, invece, si sviluppa prevalentemente in corrispondenza del bacino sedimentario del Logudoro, allungato in direzione NNW-SSE, ed esteso dall'altopiano di Bonorva fino a Ploaghe e, più a nord, da Sassari verso Porto Torres. Il bacino, generatosi a seguito di una fase di distensione crostale successiva alla messa in posto delle vulcaniti oligo-mioceniche, è stato successivamente colmato dai terreni sedimentari appartenenti alla Successione marina e continentale miocenica del Logudoro-Sassarese. Quest'ultima è rappresentata

da alternanze di sabbie calcaree, calcareniti e calcari marnosi, con marne argillose e conglomerati, in facies che cambia da prossimale a distale spostandosi da est verso ovest. Successivamente, in lembi isolati posti in corrispondenza delle principali discontinuità crostali, si sono depositi i termini effusivi ad affinità basaltica del Pliocene (Basalti del Lugudoro). L'orografia dell'area di quest'ultimo tratto è prevalentemente collinare, con quote che oscillano dai 300 fino ai 600 m s.l.m.. Ai rilievi dalla sommità tabulare, modellati nei sedimenti miocenici, si alternano modeste colline costituite da domi vulcanici, apparati lavici e scoriacei, e ampie zone pianeggianti colmate dalle alluvioni quaternarie. Queste ultime corrispondono di frequente a conche endoreiche, caratterizzate da scarsità di drenaggio superficiale delle acque.

Da quanto sopra detto, si può concludere che l'area di sviluppo dell'intervento relativo allo svincolo di Bonorva Nord rappresenta una zona di cerniera tra due ambiti paleogeografici e strutturali differenti: la zona di altopiano basaltico ed il bacino sedimentario del Lugudoro.

A questo corrispondono caratteristiche morfologiche particolari, in quanto vi è il passaggio, procedendo da sud-est verso nord-ovest, tra quote diverse, per cui risultano presenti scarpate, anche sub-verticali, ed elementi morfologici più dolci avvicinandosi alla zona di bacino.

Tali rilevanze geomorfologiche risultano anche dalla probabile presenza, in questo settore, di elementi tettonici che abbiano determinato la disarticolazione della struttura miocenica ed eventualmente, condizionato la messa in posto delle unità vulcaniche.

### **10.3 Modello Geologico di dettaglio**

#### **Svincolo di Bonorva sud al Km 158+000**

L'intervento, a servizio della parte più settentrionale dell'Altopiano di Campeda, prevede l'adeguamento delle due rampe esistenti in corrispondenza della carreggiata in direzione Cagliari, l'integrazione di due nuove rampe in corrispondenza della carreggiata in direzione Sassari e la sistemazione della viabilità locale. Inoltre è prevista la realizzazione di un nuovo attraversamento della S.S.131 mediante un cavalcavia di luce poco superiore a 37 m, impostato su fondazioni dirette.

L'intervento si colloca in un'area di altopiano, caratterizzata dalla presenza di basalti e andesiti basaltiche appartenenti alla Subunità di Campeda (Basalti della Campeda-Planargia). Al tetto i depositi mostrano una fratturazione spinta fino ad una profondità di circa 6-7 m. Tale fratturazione è da ritenersi in gran parte di tipo primario, dovuta, cioè, a processi di contrazione termica legata alle modalità di messa in posto dell'espandimento lavico.

Le caratteristiche geomorfologiche e litologiche dell'area non evidenziano particolari criticità geologico-geomorfologiche ed idrogeologiche tali da condizionare le scelte progettuali adottate.

### **Nuovo svincolo di Bonorva nord al Km 162+000 e adeguamento S.P. 125**

Nell'area d'intervento è compreso, oltre alla realizzazione delle rampe di svincolo, anche l'adeguamento della S.P. 125 per circa 3.300 m, in corrispondenza del tratto di S.S.131 che va dallo svincolo di Bonorva sud allo svincolo di Bonorva nord. Qui, oltre all'adeguamento di un tratto di circa 1.650 m della S.S.131, è prevista la realizzazione di uno svincolo con l'inserimento di un attraversamento in sottopasso per il collegamento delle aree poste a est e a ovest della S.S.131 e la realizzazione di due rotatorie nei tratti terminali per la connessione delle viabilità locali.

La S.P.125 attraversa, nel tratto iniziale, posto nei pressi dello Svincolo di Bonorva sud, un altopiano, posto a quota 650 m circa, costituito dalla parte più settentrionale dell'Altopiano di Campeda. Più a nord la S.P. 125 attraversa a mezzacosta un versante con pendenze piuttosto elevate, strutturato nei depositi siltitici, marnosi e arenacei, di colore grigio e giallastro, da teneri a compatti e lapidei, alternati a livelli calcareo-marnosi, litoidi. (Successione sedimentaria oligo-miocenica del Lugudoro-Sassarese - Formazione di Mores in facies siltitica).

Lo svincolo di Bonorva nord è situato in corrispondenza di un'ampia sella morfologica, allungata in direzione SE-NW ad una quota media di circa 510 m, nella quale gli elementi morfoevolutivi naturali risultano fortemente mascherati da quelli antropici. La struttura geologica dell'area vede la presenza della Formazione di Mores, con prevalenza, sul lato sudovest e nelle parti altimetricamente più basse, della facies calcarenitica, mentre lungo l'asse della S.S. 131 e verso sudest prevale quella siltitico-marnosa, con alternanze arenacee.

Le unità di substrato sono ricoperte, lungo i versanti ed a colmamento delle zone morfologicamente depresse, da depositi di copertura eluvio-colluviale di modesto spessore.

Caratteristica importante dell'area è l'interazione delle opere in progetto con terreni di genesi antropica, riferibili al corpo stradale in rilevato della S.S. 131 esistente ed al rilevato ferroviario. Inoltre, come segnalato, è stata riscontrata, nel corso delle indagini la presenza, sul lato sudovest, in prossimità dell'interpodereale 1, di un importante volume di materiali di riporto. Per aspetti di maggior dettaglio si rimanda alla "Relazione geologica" di progetto.

A seguito del rilevamento geologico-geomorfologico dell'area si è verificato che per poco più di 1 km, tra la pk 1+800 e la pk 2+850, la S.P. 125, nel tratto da ammodernare, si sviluppa a mezzacosta lungo un versante che, nella parte più alta, presenta pareti sub-verticali, in ammassi rocciosi basaltici. Queste pareti costituiscono l'area sorgente da cui, periodicamente, è possibile

ipotizzare il distacco di blocchi e/o frammenti rocciosi di dimensioni variabili. La problematica viene trattata nella “Relazione Geostrutturale”.

#### 10.4 Bonifica del piano di posa dei rilevati

Si riporta di seguito la tabella con l’indicazione degli spessori di bonifica derivante dalle informazioni acquisite nel corso delle indagini, sugli spessori da adottare per la bonifica del piano di posa dei rilevati, che verrà realizzata utilizzando terreni con caratteristiche previste da Capitolato.

<b>INTERVENTO</b>	<b>Sez/pk</b>	<b>scotico cm</b>	<b>bonifica cm</b>
<b>Realizzazione svincolo Bonorva Sud al km 158+650 ed eliminazione intersezioni</b>			
Rampe C/D/D bidirezionale		20	30
Viabilità locale 1 Nord + Rampa A		20	30
Viabilità interpodereale 1 Sud + Rampa B		20	30
<b>Realizzazione svincolo Bonorva Nord al km 162 ed eliminazione intersezioni</b>			
Rampa A	Sezz. RA14÷RA22	20	40
Rampa B	Sezz. RB1÷RB33	20	30
Rampa B bidirezionale	Sezz. Attr8÷Attr22	20	60
Rampa C	Sezz. RC14÷RC21	20	40
Rampa D	Sezz. RD4÷RD32	20	50
Asse S.S. 131	Sezz. 1÷15	20	-
	Sezz. 15÷24	20	20
	Sezz. 24÷36	20	-
	Sezz. 36÷45	20	30
	Sezz. 45÷95	20	30
Viabilità interpodereale 1		20	80
Viabilità interpodereale 2 + Rotatoria Sud	Sezz. 0÷20	20	60
Viabilità interpodereale 3		20	60

<b>INTERVENTO</b>	<b>Sez/pk</b>	<b>scotico cm</b>	<b>bonifica cm</b>
Rotatoria Nord		20	40
S.P. 8		20	40
S.P. 43		20	40
<b>S.P. 125</b>	0+000÷0+750	20	40
	0+750÷1+245	20	20
	1+245÷1+335	20	-
	1+335÷2+880 (adeg. sede)	20	30
	2+880÷3+060 (adeg. sede)	20	-
	3+060÷3+615 (adeg. sede)	20	30
	3+615÷3+675 (adeg. sede)	20	-
	3+675÷3+855 (adeg. sede)	20	30
	3+855÷4+005 (adeg. sede)	20	-
	4+005÷4+636 (adeg. sede)	20	30

## **11 Geotecnica**

### **11.1 Inquadramento geotecnico**

Le problematiche di natura geotecnica sono relative alle bonifiche dei piani di posa del corpo stradale, alla realizzazione delle fondazioni delle opere d'arte ed alla realizzazione di opere di sostegno definitive.

Al fine di caratterizzare in maniera più approfondita i terreni presenti nelle aree di progetto è stata condotta una campagna di indagine integrativa nel 2017 (consistita in sondaggi ed indagini sismiche) in corrispondenza dell'area dello Svincolo di Bonorva nord, che ha sostanzialmente confermato le unità geotecniche del PD. Le nuove indagini hanno permesso di meglio dettagliare la successione stratigrafica e la definizione dei parametri di progetto.

Le unità geotecniche, individuate a seguito dell'elaborazione ed interpretazione dei risultati della campagna geognostica sono di seguito elencate:

Bonorva Sud:

- **Unità Rv – coltre vegetale:** coltre di terreno vegetale
- **Unità Ra – riporto antropico:** terreno costituente i rilevati stradali esistenti.
- **Unità Cs - coltre superficiale ghiaioso sabbiosa:** coltre di alterazione della formazione di base, costituita da materiale prevalentemente incoerente, ghiaia sabbiosa con clasti, ciottoli.
- **Unità Ba – Basalti di Campeda:** substrato costituito da roccia basaltica a struttura vacuolare.

Bonorva Nord e SP125:

- **Unità Rv – coltre vegetale:** coltre di terreno vegetale
- **Unità Ra – riporto antropico:** terreno costituente i rilevati stradali esistenti ed il materiale molto eterogeneo, prevalentemente incoerente, derivante da materiale di cava, costituito da ghiaia sabbiosa limosa e sabbia con clasti.
- **Unità LAS – limo argilloso sabbioso:** coltre di alterazione della formazione di Mores, costituita da materiale prevalentemente fine coesivo, limo argilloso talvolta sabbioso.
- **Unità GS- ghiaia sabbiosa:** coltre di alterazione della formazione di Mores, costituita da materiale prevalentemente incoerente, ghiaia sabbiosa con clasti, ciottoli.
- **Unità M – Formazione di Mores marnosa, siltiti:** substrato costituito da marna, marna argillosa, siltite, siltite marnosa.
- **Unità C - Formazione di Mores calcarenitica:** substrato costituito da calcarenite;
- **Unità Ar - Formazione di Mores arenacea:** substrato costituito da arenaria.
- **Unità Ba – Basalti del Lugudoro:** formazione basaltica.

## 11.2 Criteri di Caratterizzazione dei Terreni

Depositi prevalentemente incoerenti

Per i depositi prevalentemente incoerenti, i parametri geotecnici di resistenza al taglio e di deformabilità sono stati stimati principalmente sulla base dell'interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche SPT.

Per quanto riguarda la stima della densità relativa dalle prove SPT, sono stati considerati i valori minimi di densità relativa ottenuti dalle varie correlazioni che di seguito vengono espresse (correlazioni di Skempton, Gibbs e Holtz, Bazaraa, Terzaghi e Peck). Per la stima dell'angolo di



resistenza al taglio dalle prove SPT sono state utilizzate diverse correlazioni (Bolton; Schmertmann, De Mello).

Le caratteristiche di deformabilità dei depositi incoerenti possono essere stimate, in ordine di importanza:

- sulla base dei risultati delle indagini sismiche in sito;
- dall'interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche SPT.

Il modulo di taglio iniziale ( $G_0$ ) e quello di Young iniziale ( $E_0$ ), associabili a piccole deformazioni, possono essere ricavati dai valori delle velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) utilizzando le seguenti correlazioni:

$$G_o = \frac{\gamma_t}{9.81} \cdot (V_s)^2 \quad (\text{kPa})$$

$$E_o = G_o \cdot 2 \cdot (1 + \nu)$$

essendo:

$\gamma_t$  = peso di volume naturale del terreno in assunto pari a 19 kN/m<sup>3</sup>;

$\nu$  = coefficiente di Poisson del terreno (assunto pari a 0.3);

$V_s$  = velocità delle onde di taglio in m/sec.

La velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) può essere ricavata direttamente dai risultati delle prove geofisiche in foro di sondaggio o indirettamente, interpretando i risultati delle prove SPT attraverso la correlazione di Ohta e Goto (1978) o la correlazione di Yoshida e al. (1988).

### Depositi coesivi

Per i depositi coesivi la caratterizzazione geotecnica è stata fatta oltre che dall'interpretazione delle prove in sito, anche dai risultati delle prove di laboratorio.

Per la determinazione delle caratteristiche di resistenza dei depositi coesivi ci si è basati principalmente sui risultati delle prove di laboratorio che sono essenzialmente prove:

- Taglio diretto per la resistenza in tensioni efficaci;
- Triassiale non consolidata non drenata (TXUU) e prove a compressione assiale semplice (ELL) per la resistenza in condizioni non drenate.

Inoltre, seppur come indicazione, è possibile utilizzare la correlazione proposta da Peck (1953) per i litotipi di natura incoerente che presentano una forte componente limosa. In questo senso l'angolo d'attrito risulta limitatamente influenzato dalla densità relativa per cui si suppone

che quello di picco e quello a volume costante in tale caso coincidano:

$$\phi'_p (^\circ) = \phi'_{cv} (^\circ) = 0.30 N_{SPT} + 20$$

Le caratteristiche di deformabilità dei depositi coesivi possono essere stimati:

- sulla base dei risultati delle indagini sismiche in sito;
- dalle prove edometriche di laboratorio;
- da correlazioni di letteratura.

Per quanto concerne le prove sismiche in sito, le caratteristiche di deformabilità vengono individuate con le stesse relazioni precedentemente indicate per i terreni incoerenti. Questi valori sono stati confrontati poi con i risultati derivanti dalle correlazioni per l'interpretazione delle prove in sito SPT.

I valori del coefficiente di consolidazione primaria verticale sono determinati dalle prove edometriche di laboratorio e con correlazioni empiriche in funzione del limite liquido (LL), vedasi ad esempio la seguente:

$$c_v = 0.009 (LL - 0.1) \text{ [cm}^2\text{/s] NAVFAC-DM 7.1. (1971)}$$

### Materiali lapidei

La resistenza degli ammassi rocciosi dipende sia dalle caratteristiche della roccia intatta, sia dalla posizione, dal numero e dall'orientazione delle discontinuità. L'importanza relativa di questi due fattori è legata al rapporto tra la spaziatura delle discontinuità e l'estensione della zona interessata dall'opera.

Per grado di fratturazione elevato e uniformemente diffuso nell'ammasso, è prassi corrente fare ricorso nella caratterizzazione geotecnica ad un modello di continuo equivalente, ottenuto scalando opportunamente le proprietà in funzione delle caratteristiche e della frequenza delle fratture.

In particolare, Hoek e Brown (2002) hanno proposto un criterio di resistenza per ammassi rocciosi fratturati nel quale compaiono tre parametri:

- $\sigma_{ci}$ , ovvero la resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta, per caratterizzare la resistenza del materiale lapideo;

• “m” ed “s”, che tengono conto del grado di fatturazione del volume di materiale interagente con l’opera.

Nel piano delle tensioni principali il criterio di resistenza di Hoek e Brown è espresso dall’equazione:

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_{ci}} = \frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}} + \left( m_b \frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}} + s \right)^a$$

I parametri del criterio di rottura di Hoek e Brown possono essere correlati ai valori della coesione e dell’angolo di attrito del criterio di Mohr Coulomb linearizzando nel piano delle tensioni principali ( $\sigma_1$ ;  $\sigma_3$ ) il dominio di rottura di Hoek e Brown.

La caratterizzazione del modulo elastico dell’ammasso, viene eseguita integrando i dati sperimentali, con ulteriori dati stimati empiricamente per i provini. La relazione proposta da Serafim e Pereira (1983), modificata da Hoek (2002) prevede che il modulo di elasticità si espresso come:

$$E(GPa) = \left( 1 - \frac{D}{2} \right) \cdot \sqrt{\left( \frac{\sigma_c}{100} \right)} \cdot 10^{((GSI-10)/40)}$$

Per ulteriori dettagli si rimanda alla Relazione geotecnica generale (T00GE00GETRE01A).

### **11.2.1 Rilevati**

La necessità di raggiungere le quote di progetto comporterà la realizzazione di corpi di rilevato di altezza variabile. La profilatura delle scarpate sarà con pendenza pari a 2 (vert.) / 3 (orizz.); per altezze superiori ai 6 m sarà previsto l’inserimento di una berma di larghezza pari a 2.5 m. I cedimenti totali massimi stimati in asse rilevato sono esigui, dell’ordine di 6.65 cm (per la sezione di massima altezza). Si tratta comunque di cedimenti che si svilupperanno nella quasi totalità durante i tempi di costruzione del rilevato, in quanto si tratta di uno spessore di terreno modesto (5 m) che sovrasta il substrato roccioso.

### **11.2.2 Fondazioni opere d’arte**

Gli interventi previsti nella tratta interessata dall’intervento (nuovi svincoli, adeguamento di svincoli e riqualificazione della S.P. 125) hanno comportato l’introduzione nuove opere d’arte o la sostituzione delle esistenti da ammodernare.

In considerazione della natura dei terreni, della morfologia dei luoghi e dell'entità dei carichi attesi, le strutture avranno delle fondazioni come riportate nella seguente tabella:

<b>Opera d'arte</b>	<b>Parte d'opera</b>	<b>Tipo fondazione</b>
Cavalcavia Svincolo Bonorva Sud - progr 158+000	Spalle	Diretta
Cavalcavia Svincolo Bonorva Sud - progr 158+000	Muri di Risvolto	Diretta
Sottovia Svincolo Bonorva Nord - progr 162+000	Scatolare	Diretta

### ***11.2.3 Opere di sostegno***

A sostegno delle rampe di svincolo, della viabilità interferita e della strada provinciale da riqualificare sono previste delle opere di sostegno in c.a. di altezza variabile con fondazione diretta e profonda su micropali (vedasi *Figura 1, Figura 2*), a seconda della natura dei terreni, della morfologia dei luoghi e delle altezze. In *Tabella 1* si riporta una distinzione in opere di controripa e di sottoscarpa.

Per queste ultime, nella quasi totalità delle opere di sostegno, è stato scelto di eseguire l'opera in modo che la testa del muro sia sottostante il piano stradale di 2,00 m circa e decentrata rispetto all'arginello di 3,00 m. Come si osserva nella *Figura 3* una rampa di pendenza di 34° consente l'inserimento di un elemento di mitigazione ambientale, nonché la separazione della barriera stradale dall'opera in c.a., con evidenti ricadute in termini di durabilità, facilità di sostituzione della barriera ammalorata, nonché sgravio statico per l'opera d'arte.

Lungo il tracciato sono inoltre previste paratie di controripa di cui si riporta un tipologico in *Figura 4*. Sono inoltre previsti due tratti con rafforzamento corticale a protezione delle scarpate di scavo (vedasi *Tabella 1*).

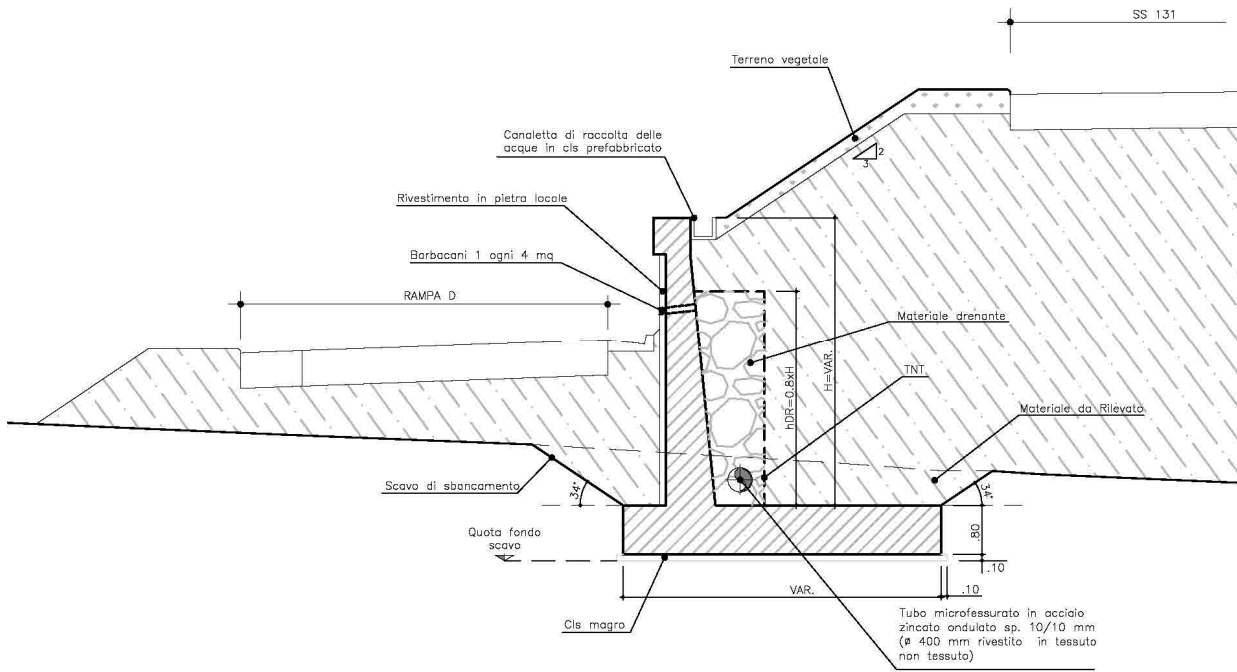


Figura 1: Sezione tipo opera di sostegno con fondazione diretta

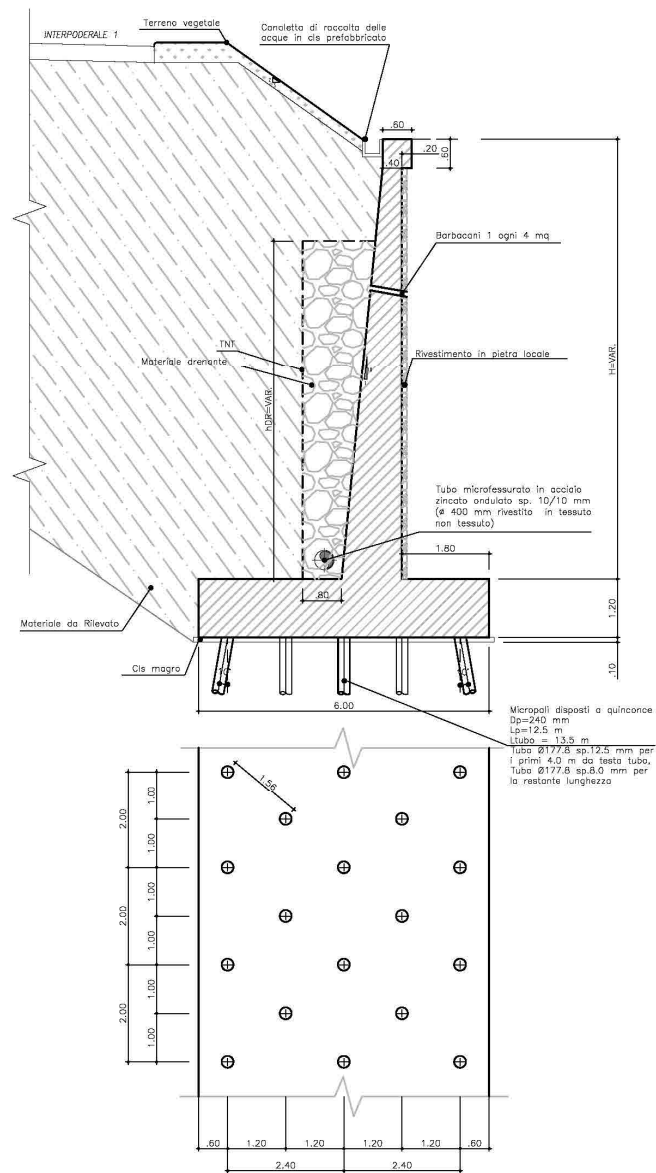


Figura 2: Sezione tipo opera di sostegno di sottoscarpa

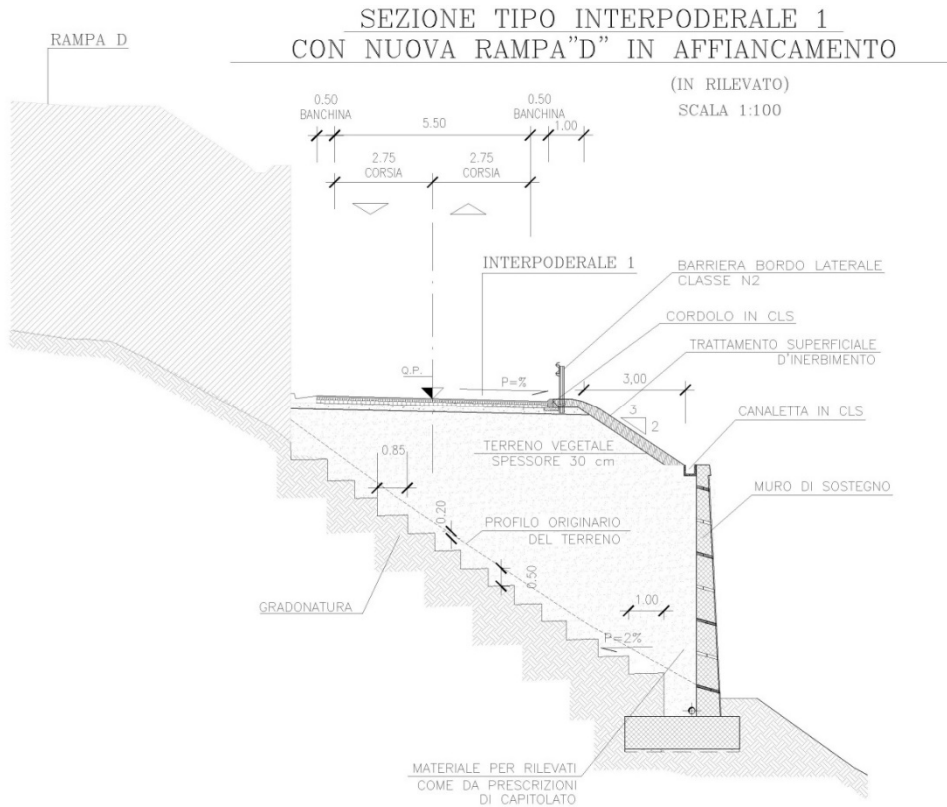


Figura 3: Sezione tipo opera di sostegno di sottoscarpa

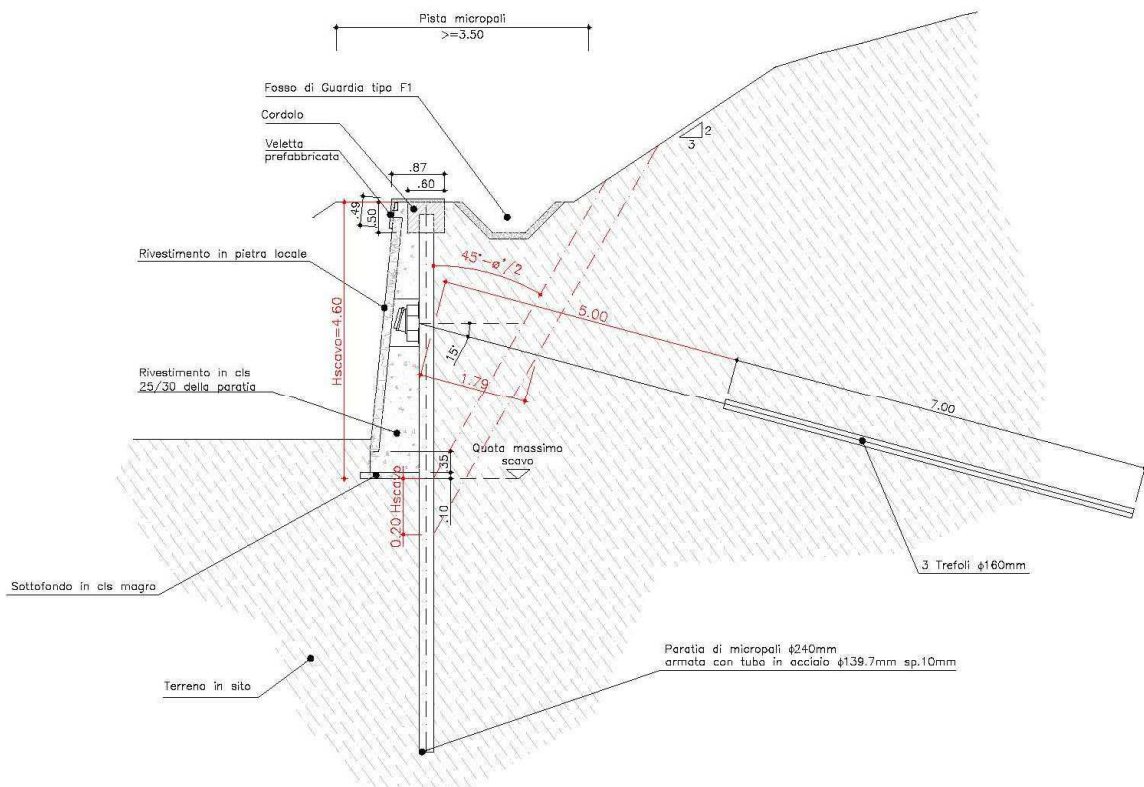


Figura 4: Sezione tipo paratia di controripa

Nella successiva tabella sono riportate le caratteristiche principali delle opere di sostegno e degli interventi presenti nel 1° stralcio ed ubicati in corrispondenza dello svincolo di Bonorva nord, dello svincolo di Bonorva Sud e della S.P. 125.

Tabella 1: Opere di sostegno

n.	Asse	Codice	Tipo	dal km	al km	Sviluppo (m)	h min (m)	h max (m)
1	SP125	OS01	Paratia di controripa	3+687	3+876	177	2,8	4,5
2	SP125	OS12	Rafforzamento corticale	4+118	4+189	60	-	-
3	SP125	OS02	Muro di Sottoscarpa	4+228	4+345	140	3,0	11,4
4	SP125	OS11	Muro di Sottoscarpa	3+713	3+750	40	3,0	4,5
5	SS131	OS03	Muro di Sottoscarpa	0+091	0+191	103	5,5	7,5
6	SS131	OS03	Paratia provvisoria	0+077	0+200	124	5,5	8,5
7	Rampa A Bonorva Nord	OS04	Paratia di Controripa	0+075	0+108	35	2,8	4,6
8	Rampa B Bonorva Nord	OS05	Muro di Sottoscarpa	0+084	0+309	222	2,7	6,0
9	Rampa C Bonorva Nord	OS06	Muro di Controripa	0+003	0+313	310	3,6	5,7
10	Rampa D Bonorva Nord	OS07	Muro di Sottoscarpa	0+155	523	373	4,6	9,1
11	Interpodereale 1	OS08	Muro di Sottoscarpa	0+300	0+513	208	4,6	10,2
12	SS131 muri andatori sottovia	OS09	Muri andatori	0+959	1+028	58+40+ 13+29	7,8	7,8
13	SS131 muri andatori cavalcavia	CV01	Muri di risvolto spalle			7+7+7+7	7,6	8,5
14	SS131	OS10	Muro di sottoscarpa	0+127	0+177	82	3,9	4,7
15	SP125	OS13	Barriere paramassi	3+190	3+800	680	-	-
16	SS131	OS14	Rafforzamento corticale	1+374	1+650	245 dx +164 sx	-	-
17	SS131	OS15	Muro di controripa	0+059	0+075	16	4,0	5,0
18	SS131	OS16	Muro di sottoscarpa	0+270	0+351	86	2,7	3,8
			<b>Sommano le paratie</b>			<b>301</b>		
			<b>Sommano i muri</b>			<b>1748</b>		

Di seguito, invece, è riportata una tabella con i muri di sostegno su fondazione indiretta, ricorrendo a micropali, DN 240.



Tabella 2: Muri di Sostegno su fondazione Indiretta su Micropali DN 240

n.	Asse	Codice	Tipo	Interasse Pali (m)	Lunghezza Palo Min (m)	Lunghezza Palo Max (m)
3	SP125	OS02	Muro di Sottoscarpa	2,00	11,00	17,00
10	Rampa D Bonorva Nord	OS07	Muro di Sottoscarpa	2,00	8,3	12,5
11	Interpodereale 1 Bonorva Nord	OS08	Muro di Sottoscarpa	2,00	8,3	12,5

### 11.3 Barriere paramassi

Il tratto di S.P. 125 compreso tra le progressive 3+190 e 3+800, è protetto da una barriera paramassi per le cui caratteristiche si rimanda alla relativa relazione di calcolo T00OS13GETRE01A

### 11.4 Sismicità

La Sardegna, come definito all'Allegato A di cui al D.M. 14/01/2008, è caratterizzata da una macro-zonazione sismica omogenea, ossia presenta medesimi parametri spettrali sull'intero territorio insulare a parità di tempo di ritorno dell'azione sismica di progetto.

Le opere in esame, inquadrare ai sensi della normativa italiana vigente nel reticolo di coordinate geografiche di riferimento per il calcolo della pericolosità sismica, sono rappresentate dai valori previsti, nella Tabella 2 delle NTC 2008, per la Sardegna. Per i dettagli si rimanda alla specifica relazione specialistica (T00GE00GETRE02A).

## 12 Idrologia e idraulica

### 12.1 Idrologia

Lo studio idrologico, propedeutico all'analisi di compatibilità idraulica delle opere di attraversamento, ed in particolare la valutazione delle portate di progetto al colmo, caratterizzate dai tempi di ritorno di 200 anni, è stata effettuata sulla base di quanto indicato nell'elaborato "Studi, indagini, elaborazioni attinenti all'ingegneria integrata, necessari alla redazione dello studio denominato progetto di piano stralcio delle fasce fluviali (PSFF) -- Metodologia di analisi" della Regione Autonoma della Sardegna.

### ***12.1.1 Caratteristiche morfometriche e fisiografiche dei corsi d'acqua***

La perimetrazione dei bacini idrografici è stata effettuata, con riferimento alla sezione di chiusura posta immediatamente a monte dell'attraversamento stradale, mediante l'individuazione dell'andamento degli spartiacque sulla cartografia I.G.M., in scala 1:25.000, con approfondimenti locali sulla Cartografia Tecnica Regionale CTR, in scala 1:10.000;

La caratterizzazione geografica, fisiografica e morfometrica delle aste fluviali interferite dagli interventi in progetto e dei relativi bacini idrografici è stata effettuata, in ambiente ArcGIS della ESRI, attraverso il codice Spatial Analyst, utilizzando il DEM del terreno con maglia 10m x 10m.

Per ciascuna interferenza delle opere in progetto con il reticolo idrografico principale, definito nel database DB Prior – Idrografia, e per il relativo bacino idrografico sono stati valutati i seguenti parametri significativi:

- Superficie del bacino (S - km<sup>2</sup>) calcolata attraverso l'elaborazione GIS quale superficie del poligono chiuso;
- Altitudine massima (Hmax - m s.m.);
- Altitudine media (Hmedia - m s.m.);
- Altitudine minima (altitudine in corrispondenza della sezione di chiusura - Hmin - m s.m.); valutate attraverso l'elaborazione GIS: del DEM, come risultato di un'analisi di tipo statistico (valore medio, minimo e massimo) delle quote altimetriche delle celle del DEM interne a ciascun poligono rappresentante un bacino idrografico;
- Pendenza media del bacino (iv -%) .. elaborazione GIS: direttamente dalla base del DEM, come risultato dell'analisi delle pendenze medie delle celle del DEM interne a ciascun poligono rappresentante un bacino idrografico;
- Lunghezza dell'asta (Lmax - km) valutata sulla base della cartografia disponibile.
- Pendenza media dell'asta (i - m/m).. valutata utilizzando il dato di lunghezza dell'asta precedentemente calcolato e le coordinate plano-altimetriche dei punti di inizio e fine dei segmenti digitalizzati rappresentanti le aste, derivati direttamente da GIS.

La perimetrazione dei bacini idrografici relativi all'interferenze dei tracciati stradali in progetto con il reticolo idrografico principale, ovvero riportato nella CTR in scala 1: 10.000 ovvero nelle tavolette IGM in scala 1:25.000, sono state riportate nell'elaborato T00ID00IDRCO01A – Corografia dei bacini idrografici, redatto in scala 1:10.000.

Le caratteristiche morfometriche e fisiografiche dei corsi d'acqua interferiti e dei relativi bacini idrografici sono invece sintetizzate riportati nel seguente Tabella n.1 .

BACINO	OPERA	ASSE STRADALE	ATTRAVERSAMENTO (progressiva)	DENOMINAZIONE CORSO D'ACQUA	Area Bacino	L asta	i media asta	i media bacino	Ho sez. chiusura	Hmax bacino	Hmedia bacino	h max asta
CODICE	CODICE		PROG. KM	ID	kmq	km	m/m	%	m.s.l.m.	m.s.l.m.	m.s.l.m.	m.s.l.m.
15	T1, T2, T3	Locale/SS 131/SP 125	0+136.77/0+881.00/0+692.43	FIUME 418	0.83	1.3	0.02	4.1	649.9	680	664	675
16	T4	SP 125	1+887.51	FIUME 520	3.56	3.6	0.017	2.2	645	711	674	706
5	T5	SS 131	0+636.51	-	0.55	1.85	0.06	6.26	539.2	655	597	648

Tabella 1 – Caratteristiche fisiografiche e morfologiche dei corsi d'acqua

### 12.1.2 Analisi pluviometrica

Per il calcolo delle portate di dimensionamento si è fatto riferimento alla metodologia di analisi delle piogge indicata dalle Linee Guida del PAI Sardegna (“Linee guida per le attività di individuazione e di perimetrazioni delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia”) per la quale è possibile stimare le curve di possibilità pluviometrica a partire da un’analisi regionalizzata basata sul modello probabilistico TCEV.

Infatti la curva di possibilità pluviometrica che, com'è noto, esprime la legge di variazione dei massimi annuali di pioggia in funzione della durata della precipitazione,  $d$ , ad assegnata frequenza di accadimento o periodo di ritorno  $T$  è riportata dalla letteratura tecnica con l’espressione:

$$h(T) = a d^n$$

Recenti studi per la Sardegna (Deidda ed altri 1997) mostrano che il modello probabilistico TCEV ben interpreta le caratteristiche di frequenza delle serie storiche motivo per il quale è stato adottato nella procedura VAPI per la derivazione delle curve di possibilità pluviometrica.

La metodologia regionale di calcolo si basa sull’inferenza statistica del modello TCEV della variabile aleatoria dimensionale

$$h' = h(d)/hm(d)$$

che è il massimo annuale di pioggia per assegnata durata,  $d$ , normalizzato rispetto alla media  $hm$  e successivamente sul calcolo della  $hm(d)$  per le diverse durate.

L'equazione della curva di possibilità pluviometrica normalizzata è per ciascun tempo di ritorno  $T$ :

$$h'(T) = a d^n$$

dove i parametri della curva,  $a(T)$  ed  $n(T)$ , vengono definiti per tre Sotto Zone Omogenee della Sardegna (SZO) (Figura in basso), per durate minori e maggiori di 1 ora e per i vari tempi di ritorno come mostrato nelle figure seguenti:

<u>tempi di ritorno <math>T \leq 10</math> ANNI</u>		
<i>SZO 1</i>	$a_2 = 0,66105 + 0,85994 \text{ Log}_{10} T ;$	
	$n_2 = -1,3558 \cdot 10^{-4} - 1,3660 \cdot 10^{-2} \text{ Log}_{10} T ;$	
<i>SZO 2</i>	$a_2 = 0,64767 + 0,89360 \text{ Log}_{10} T ;$	
	$n_2 = -6,0189 \cdot 10^{-3} + 3,2950 \cdot 10^{-4} \text{ Log}_{10} T ;$	
<i>SZO 3</i>	$a_2 = 0,62408 + 0,95234 \text{ Log}_{10} T ;$	
	$n_2 = -2,5392 \cdot 10^{-2} + 4,7188 \cdot 10^{-2} \text{ Log}_{10} T ;$	
<u>tempi di ritorno <math>T &gt; 10</math> ANNI</u>		
<i>SZO 1</i>	$a_2 = 0,46378 + 1,0386 \text{ Log}_{10} T$	
	$n_2 = -0,18449 + 0,23032 \text{ Log}_{10} T - 3,3330 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10} T)^2$	(per $\tau \leq 1$ ora)
	$n_2 = -1,0563 \cdot 10^{-2} - 7,9034 \cdot 10^{-3} \text{ Log}_{10} T$	(per $\tau \geq 1$ ora)
<i>SZO 2</i>	$a_2 = 0,44182 + 1,0817 \text{ Log}_{10} T$	
	$n_2 = -0,18676 + 0,24310 \text{ Log}_{10} T - 3,5453 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10} T)^2$	(per $\tau \leq 1$ ora)
	$n_2 = -5,6593 \cdot 10^{-3} - 4,0872 \cdot 10^{-3} \text{ Log}_{10} T$	(per $\tau \geq 1$ ora)
<i>SZO 3</i>	$a_2 = 0,41273 + 1,1370 \text{ Log}_{10} T$	
	$n_2 = -0,19055 + 0,25937 \text{ Log}_{10} T - 3,8160 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10} T)^2$	(per $\tau \leq 1$ ora)
	$n_2 = 1,5878 \cdot 10^{-2} + 7,6250 \cdot 10^{-3} \text{ Log}_{10} T$	(per $\tau \geq 1$ ora)

Figura 1- Parametri della curva di possibilità climatica

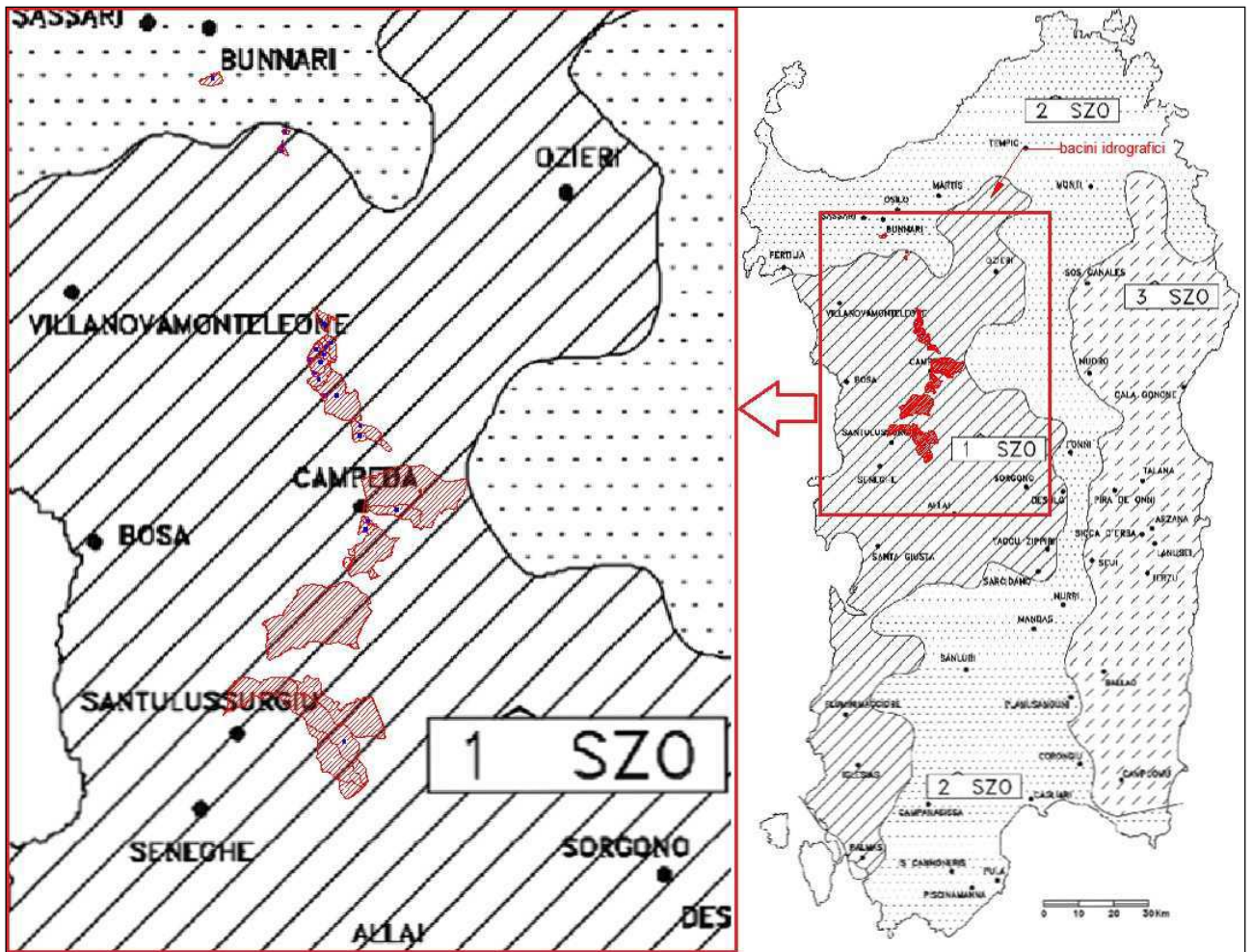


Figura 2 – Sottozone Omogenee per le piogge brevi e intense in Sardegna

La pioggia media per diverse durate, detta anche pioggia indice,  $h_m(d)$ , è funzione della pioggia media giornaliera  $h_g$  secondo l'espressione:

$$h_m(d) = \frac{(h_g)}{0.886 * 24^{(-0.493+0.476 \text{Log}(h_g))}} * d^{(-0.493+0.476 \text{Log}(h_g))}$$

dove  $h_g$  si ricava dalla distribuzione spaziale dell'altezza di pioggia giornaliera sull'intera Sardegna riportata nella Figura e nella tabella seguente.

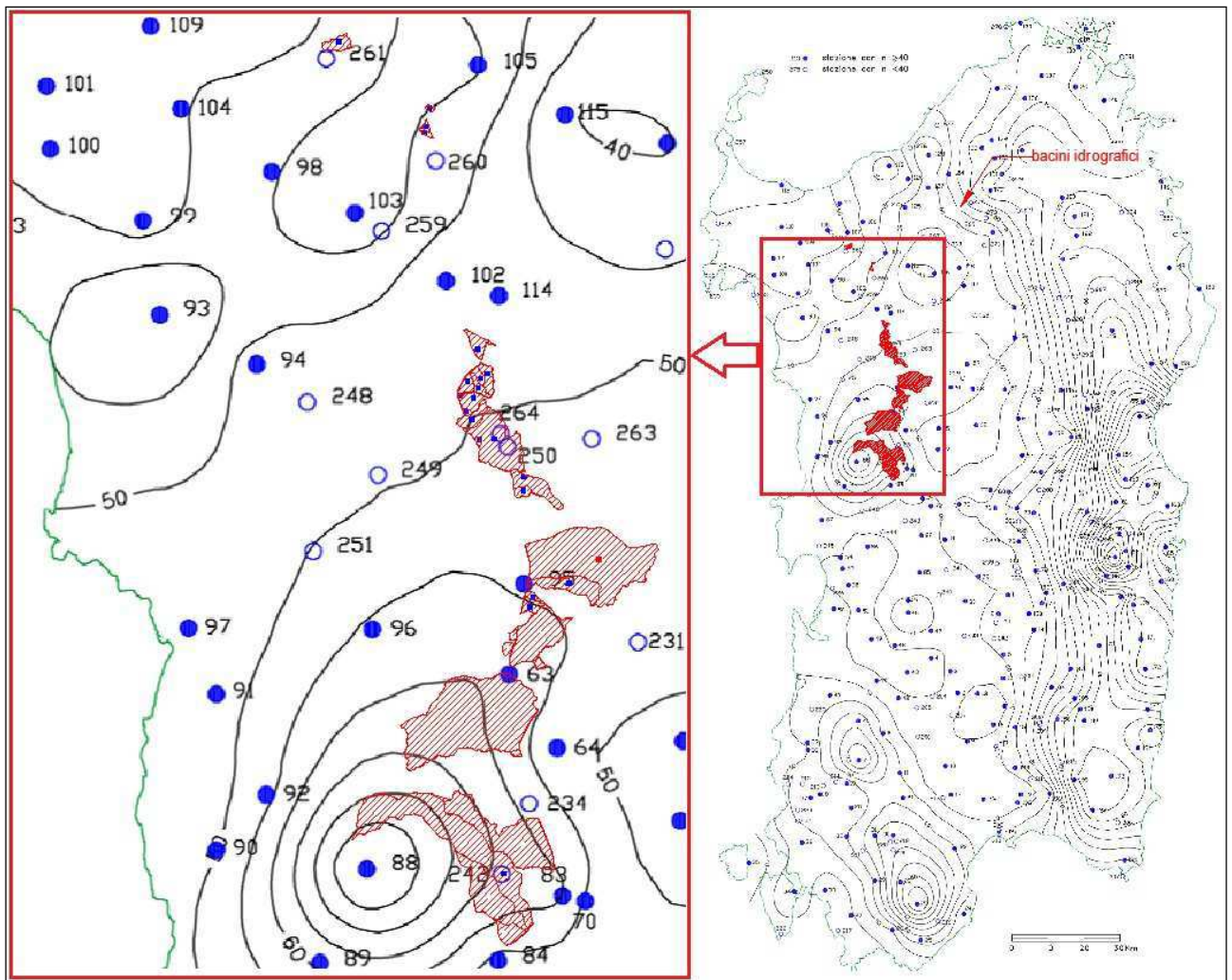


Figura 3 – Altezza di pioggia giornaliera in Sardegna

### 12.1.3 Stima delle portate al colmo

La valutazione delle portate di progetto al colmo, caratterizzate dai tempi di ritorno di 200, è stata effettuata, come già indicato nella premessa, sulla base di quanto indicato nelle “*Studi, indagini, elaborazioni attinenti all’ingegneria integrata, necessari alla redazione dello studio denominato progetto di piano stralcio delle fasce fluviali (PSFF) -metodologie di analisi- Metodologia di analisi*” della Regione Autonoma della Sardegna.

In particolare per i bacini idrografici interferiti, caratterizzati nella totalità dei casi da una superficie inferiore ai  $S < 60 \text{ km}^2$ , la portata di piena viene espressa dalla ben nota Formula Razionale, riconducibile, in termini di valore al colmo della portata, a :

$$Q_c = 0.28 \varepsilon r R_o A / t_p \text{ (m}^3\text{/s)}$$

dove:

- ✓  $\varepsilon$ (adim.): il coefficiente di laminazione;

- ✓  $R_o(mm)$  = volume netto di pioggia per unità di superficie (mm);
- ✓  $r$  (adim.) =  $1 - (0,0394 A^{0.354}) d^{(-0.40+0.0208 \ln(4.6-\ln(A)))}$  per  $A < 20 \text{ km}^2$ ;
- ✓  $r$  (adim.) =  $1 - (0,0394 A^{0.354}) d^{(-0.40+0.003832 (4.6-\ln(A)))}$  per  $A > 20 \text{ km}^2$
- ✓  $A(\text{km}^2)$ ; = superficie del bacino
- ✓  $tp$  (h). = tempo di crescita dell'onda di piena

I valori delle portate e dei contributi unitari al colmo, caratterizzati da un tempo di ritorno di 50,100, 200 e 500 anni, relativi ai corsi d'acqua interferiti dagli interventi in progetto sono sintetizzati in Tabella 2 - *Portate al colmo e contributi unitari dei corsi d'acqua interferiti*

Per le verifiche ed il dimensionamento delle opere di attraversamento, per il cui sviluppo si rimanda a quanto esposto nella Relazione Idraulica (T00ID00IDRRE02A), si prendono a riferimento come portate di progetto, i valori caratterizzati da un tempo di ritorno duecentennale, evidenziati in neretto nella stessa tabella 5.

BACINO	OPERA	ASSE STRADALE	ATTRAVERSAMENTO (progressiva)	DENOMINAZIONE CORSO D'ACQUA	Area Bacino	Q = Portata				Contributo unitario			
						Q <sub>50</sub> (t)	Q <sub>100</sub> (t)	Q <sub>200</sub> (t)	Q <sub>500</sub> (t)	u <sub>50</sub> (t)	u <sub>100</sub> (t)	u <sub>200</sub> (t)	u <sub>500</sub> (t)
CODICE	CODICE		PROG. KM	ID	kmq	mc/s	mc/s	mc/s	mc/s	mc/s/km <sup>2</sup>	mc/s/km <sup>2</sup>	mc/s/km <sup>2</sup>	mc/s/km <sup>2</sup>
15	T1, T2, T3	Locale/SS 131/SP 125	0+136.77/0+881.00/0+692.43	FIUME 418	0.83	9.17	11.2	13.27	16.1	11.05	13.49	15.99	19.40
16	T4	SP 125	1+887.51	FIUME 520	3.56	17.87	21.71	25.62	30.85	5.02	6.10	7.20	8.67
5	T5	SS 131	0+636.51	-	0.55	4.46	5.40	6.37	7.71	8.11	9.82	11.58	14.02

Tabella 2 – Portate al colmo e contributi unitari ( TR=50,100.200 e 500 anni )

## 12.2 Idraulica

Nell'elaborato T00ID00IDRCO01A – Corografia dei bacini idrografici, redatto in scala 1:10.000 sono state individuate le interferenze dei tracciati stradali in progetto con il reticolo idrografico principale, ovvero il reticolo idrico rappresentato nell'ambito della Carta Tecnica della Regione Autonoma Sardegna.

In particolare nel presente stralcio realizzativo ricadono n. 3 interferenze, ovvero quelle relative ai bacini n.15, 16 e 5 dello studio idrologico del Progetto Definitivo “Adeguamento e messa in sicurezza della S.S. 131 dal km 108+300 al km 209+500 – risoluzione dei nodi critici.

### 12.2.1 Verifiche idrauliche delle opere di attraversamento

Le opere previste per la risoluzione delle interferenze dei tracciati stradali in progetto con il reticolo idrografico sono costituite da tombini scatolari, la cui ubicazione e le cui caratteristiche sono sintetizzate nel seguente prospetto, dove sono altresì riportate, assieme alla denominazione dei bacini idrografici, agli assi ed alle relative progressive stradali di attraversamento le tipologie e le

dimensioni delle opere di attraversamento previste per la soluzione delle interferenze degli assi stradali con il reticolo interferito .

BACINO	OPERA	ASSE STRADALE	PROGRESSIVA	OPERA DI ATTRAVERSAMENTO	b	h
CODICE	CODICE	CODICE	(km)	(tipologia)	m	m
15	T1	Locale (B.S.)	0+136.77	Tombino scatolare	3.1	2.5
15	T2	SS 131	0+881.00	Tombino scatolare	3.1	2.5
15	T3	SP 125 (B.S.)	0+692.43	Tombino scatolare	3.1	2.5
16	T4	SP 125 (B.S.)	1+887.51	Tombino scatolare	6	3
5	T5	SS 131	0+636.51	Tombino scatolare	3	2

Tab. 1 – Caratteristiche opere di attraversamento principali

Il funzionamento idraulico dei manufatti di attraversamento a sezione chiusa dipende da numerosi fattori quali:

- la pendenza;
- la sezione;
- la forma;
- la scabrezza ;
- i livelli liquidi a monte e a valle del collettore.

Le verifiche idrauliche compiute sono finalizzate a determinare che il deflusso relativo agli eventi di piena di riferimento siano compatibili con il funzionamento delle opere di attraversamento senza interessare l’infrastruttura stradale. Tali verifiche sono state compiute con il codice di calcolo Hec-Ras.

I risultati delle verifiche sono riportati nell’allegato T00ID00IDRRE02\_A – Relazione idraulica, cui si rimanda per i dettagli degli studi di compatibilità condotti.

### ***12.2.2 Opere di drenaggio del corpo stradale***

Per quanto attiene le opere destinate alla raccolte delle acque di piattaforma e di quelle proveniente dai versanti esterni, naturalmente scolanti verso l’infrastruttura stradale, vengono di seguito brevemente descritte le principali tipologie adottate in relazione alle sezioni stradali di progetto.

#### Sezioni in rilevato

La soluzione adottata consiste nello scarico dei deflussi meteorici provenienti dalla piattaforma, attraverso gli embrici, in fossi di guardia rivestiti in cls collocati al piede dei rilevati. La geometria del fosso è di tipo trapezoidale, con larghezza di base ed altezza pari a 30 e 50 cm e



sponde aventi pendenza pari a 1/1. Gli embrici vengono sistemati lungo le scarpate ad interasse di 15 metri.

La soluzione adottata, per i tratti dotati di un sistema di drenaggio di tipo chiuso, consiste nello scarico delle acque meteoriche provenienti dalla piattaforma, attraverso gli embrici, in delle canalette di dimensione 30 cm x 30 cm poste sull'arginello. Tale sistema di raccolta trova recapito, attraverso idonee caditoie, disposte ad interasse di 15 m, in un collettore in PEAD, posato al di sotto della canaletta stessa.

Nei tratti in curva con doppia carreggiata, per il drenaggio della carreggiata interna, è prevista l'adozione di una cunetta, caratterizzata da una larghezza di 0.70 m e da una altezza di 0.20 m, con sottostante collettore in c.a. Lo scarico della canaletta nel collettore avviene attraverso apposite caditoie, disposte ad interasse di 50 m, dotate di griglia in ghisa non carrabile.

#### Sezioni in trincea

Nei tratti al piede delle trincee è prevista l'esecuzione, in fregio alla pavimentazione stradale, di cunette alla francese in cls di larghezza 1 m, con eventuale sottostante tubazione di collettamento in PEAD corrugato.

Le acque raccolte dalla cunetta, saranno trasferite per mezzo di caditoie poste ad interasse variabile con interasse massimo di 25 m, protette da griglie carrabili in ghisa sagomate come la stessa cunetta, alla sottostante tubazione di allontanamento in PEAD. Per i particolari costruttivi dei pozzetti di raccolta si rimanda ai relativi elaborati grafici.

Lungo il ciglio delle scarpate artificiali, per il drenaggio delle acque provenienti dai versanti naturali ed afferenti al sistema di scarico delle acque "pulite", sono previsti fossi di guardia rivestiti in cls di tipo trapezoidale, con larghezza di base ed altezza pari a 30 e 50 cm e sponde aventi pendenza pari a 1/1.

Nel caso in cui sia previsto un muro di controripa, oltre al fosso di guardia lungo il ciglio della scarpata verrà realizzata una canaletta in cls a tergo del muro per la raccolta delle acque scolanti lungo la scarpata stessa.

#### Sezione in curva dell'asse principale (SS 131)

Nei tratti in curva dell'intervento di riposizionamento della SS 131, per il drenaggio della carreggiata interna, è prevista l'adozione di una canaletta a sezione triangolare, caratterizzata da una larghezza di 0.70 m e da una altezza di 0.20 m, con sottostante collettore in PEAD corrugato. Lo scarico della canaletta nel collettore avviene attraverso apposite caditoie, disposte ad interasse di 50 m, dotate di griglia in ghisa carrabile.

Per approfondimenti si rimanda alla Relazione Idraulica di progetto (codice elaborato T00ID00IDRRE02A).

### ***12.2.3 Vasche di prima pioggia***

In ottemperanza alla prescrizione CIPE n° 1.2.6 lett. b), sono state inserite due vasche di prima pioggia a protezione delle aree di rilevanza naturalistico-ambientale (SIC e ZPS). Tali vasche sono ubicate in corrispondenza degli svincoli di Bonorva Sud e di Bonorva Nord, come illustrato nelle planimetrie idrauliche corrispondenti.

Le vasche che, di fatto, sono finalizzate alla disoleazione e alla sedimentazione, sono state posizionate in luoghi accessibili dalla sede carrabile per permettere le usuali operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria (in caso di sversamenti accidentali di oli e/o carburanti).

I criteri a base della progettazione della vasca si possono riassumere in:

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

Di fatto la vasca prevede un pozzetto in entrata tale da consentire l’entrata nella vasca vera e propria della portata di prima pioggia e il by-pass dell’acqua in supero con scarico dall’apposita tubazione di uscita.

L’acqua di piattaforma che entra nella vasca dissipa dapprima la sua energia, quindi entra attraverso i fori nella vasca vera e propria.

La quota che si stabilisce all’interno della vasca è quella dello sfioratore a valle (o discarico); la portata in transito è data dal dislivello fra lo sfioro in entrata e quello in uscita, e la portata transitante defluisce al di sotto del setto alla fine della vasca.

È evidente che il volume compreso fra il bordo inferiore del setto e lo sfioratore in uscita è a disposizione degli oli di prima pioggia, che quindi, in assenza di sversamenti, possono essere allontanati con cadenza anche di qualche mese; gli sversamenti vanno invece allontanati a breve scadenza in quanto saturano parzialmente la capacità disponibile. Il dimensionamento delle vasche tiene infatti conto del volume dello sversamento (40.000 litri).

La quota della generatrice superiore della tubazione di scarico può essere al massimo pari alla quota dello sfioratore di scarico, in tal modo si riduce al minimo il dislivello fra entrata e uscita del flusso.

Come detto sopra, per quanto riguarda la portata di progetto per le acque di prima pioggia, si è preso come riferimento quanto previsto dalla legge regionale della Lombardia n° 62/85, che recita:

*“Sono considerate acque di prima pioggia quelle corrispondenti per ogni evento meteorico ad una precipitazione di 5 mm distribuita sull’intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. Ai fini del calcolo delle portate, si stabilisce che tale valore si verifichi in quindici minuti; i coefficienti di afflusso alla rete si assumono pari ad 1 per le superfici coperte ,lastricate od impermeabilizzate e a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici coltivate.”*

Per gli ulteriori approfondimenti si rimanda all’elaborato T00ID00IDRRE02A – Relazione idraulica.

## **13 Archeologia**

### **13.1 Premessa**

Nell’ambito del progetto definitivo è stato redatto il documento per la “Verifica preventiva dell’interesse archeologico”, di cui all’art. 95 del d.lgs. 163/2006, rispetto al quale è stato emesso il parere della Soprintendenza poi recepito con prescrizioni nella Delibera CIPE n. 108/2015.

Tra i contenuti della Delibera CIPE 108/2015 si evidenziano nel seguito le prescrizioni, pertinenti allo stralcio in oggetto, rispetto alle quali sono attualmente in corso attività da concludere prima dell’avvio dei lavori.

**1.5.2 lett g):** *“Nel territorio di Bonorva, nella zona in cui è segnalata attività di cava, attualmente caratterizzata da una scarsa visibilità, andrà, preliminarmente all’intervento, decespugliata al fine di migliorare la lettura delle anomalie della superficie rocciosa ed escludere la presenza di eventuali segni di attività estrattiva di rilevanza storico-culturale”.*

Anas, in ottemperanza alla prescrizione di cui sopra, ha avviato un incarico di servizi per l’intervento di decespugliamento ad una Società di comprovata esperienza, al fine di escludere la presenza di eventuali presenze archeologiche. La zona interessata risulta corrispondente ad un habitat protetto (ZPS), si attende pertanto riscontro autorizzativo da parte della Regione Autonoma della Sardegna al fine di procedere con l'intervento in questione.

Si riporta di seguito la cronistoria della corrispondenza tra ANAS SpA e gli Enti competenti in riferimento al tema in oggetto:

- con la nota prot. CDG-0212228-P del 24/04/2017, ANAS SpA ha comunicato alla Regione che, in ottemperanza alle prescrizioni di cui alla Del. CIPE n. 108/2015, nonché in virtù del carattere prioritario rivestito dall'intervento, sta provvedendo a dare corso alle attività prescritte dalla Soprintendenza Archeologica della Sardegna, di cui parere prot. n. 6962 del 27/07/2015, richiedendo altresì l'autorizzazione a procedere con le attività in corrispondenza di habitat prioritari;
- con nota prot. 10547 del 22/05/2017, la Regione Sardegna ha rappresentato di non avere competenza nel merito e che le determinazioni del caso andavano assunte dal MATTM; con nota prot. 0012277 del 19/06/2017, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha rappresentato che "attesa la competenza regionale in qualità di Autorità delegata in materia di tutela e conservazione degli habitat e che la prescrizione è stata impartita da MiBACT sulla base del parere della Soprintendenza Archeologica della Sardegna prot. 6962 del 27/07/2015, si rimanda alle valutazioni degli enti competenti".
- con nota prot. n. 21165 del 20/07/2017, la Direzione Generale del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo ha precisato che non essendo pervenuto alla DG ABAP/Servizio V da parte di ANAS alcuna richiesta in merito, si sono pertanto richieste informazioni relativamente all'avvenuto avvio in sede locale di provvedimenti di VO alla prescrizioni contenute nella Delibera CIPE 108/2015;
- con nota CDG-0386777-P del 25/07/2017, ANAS ha precisato che "...il progetto esecutivo è in corso di redazione e per il suo completamento occorre svolgere le attività di campo di cui alla prescrizione sul perfezionamento del survey archeologico.";
- con nota prot. 18357 del 5/09/2017, la RAS ha richiesto ad ANAS elementi che consentissero di valutare gli impatti dell'intervento di decespugliamento sulle specie e gli habitat della ZPS;
- con nota 25587 del 13/09/2017, il MiBACT ha richiesto alla RAS l'espressione del parere di competenza;
- con nota CDG-0470530-P del 20/09/2017, ANAS ha fornito elementi che consentissero di valutare gli impatti, sulle specie e gli habitat della ZPS, dell'intervento di decespugliamento.

Le ulteriori attività attualmente in corso si riferiscono alle seguenti prescrizioni espresse dal CIPE:

- **1.5.1 lett. i):** *“Per quanto riguarda le aree segnalate nella corografia generale come interessate da lavorazioni e non corredate da studio archeologico, la Soprintendenza si*

*riserva di far effettuare verifiche preventive a seguito di analisi in corso da parte della medesima.”*

- **1.5.2 lett. k):** *“Di tutti i lavori di natura archeologica dovrà essere redatta accurata documentazione scientifica, che dovrà essere consegnata alla Soprintendenza territorialmente competente per la relativa certificazione ed archiviazione.”;*
- **1.5.2 lett. l):** *“Ogni variazione planimetrica del progetto che vada ad interessare aree non sottoposte all'analisi del rischio archeologico che corredeva il progetto presentato dovrà essere sottoposta al parere della Soprintendenza territorialmente competente.”;*

In riferimento alle prescrizione **1.5.1 lett. i)** e **1.5.2 lett. l)**, è stato redatto il documento integrativo alla documentazione relativa alla “Verifica Preventiva dell'Interesse Archeologico” (art. 25 del D.Lgs. 50/2016) - già trasmessa nell’ambito del progetto preliminare e definitivo - per le aree definite successivamente rispetto al progetto presentato alla Soprintendenza territorialmente competente e non precedentemente corredate da studio archeologico.

Trattasi nello specifico di n.2 nuove aree di deposito:

- sito di deposito definitivo “Calzoneddu” di 15.000 mq circa ubicato lungo la SS131 a circa 1 km a nord dello svincolo di Bonorva Nord al km 162+000 circa della SS131;
- sito di deposito definitivo “Badd’e Rena” di 27.500 mq circa ubicato in prossimità dello svincolo di Bonnanaro al km 179+500 circa della SS131.

In riferimento alle prescrizione **1.5.2 lett. k)**, ANAS, a valle della corrispondenza di cui sopra, attende l'autorizzazione a procedere da parte della RAS.

Un volta espletato l'intervento, a cura di uno specialista tecnico archeologo in possesso dei requisiti di cui all’art. 25, comma 1, del D.lgs. 50/2016, e secondo quanto richiesto dal CdO ANAS per i servizi richiesti dall’incarico in oggetto, si provvederà a fornire alla Soprintendenza Archeologia competente gli esiti dell'intervento di decespugliamento, oltre che della Verifica Preventiva dell'Interesse Archeologico attualmente in corso.

In esito sempre a quanto prescritto nel parere della Soprintendenza al punto 1.1.5 della Delibera CIPE *“La Società ANAS S.p.A. deve predisporre e realizzare in accordo con la Soprintendenza Archeologia della Sardegna - come dalla stessa chiesto con il parere prot. n. 6962 del 27/07/2015 - un piano sistematico di potenziamento della segnaletica relativa alle numerose aree archeologiche ubicate lungo il percorso, al fine di favorirne l'accessibilità e la fruibilità, in particolare per i siti gestiti.”*, in fase di esecutivo è stata predisposta un’adeguata segnaletica, relativa alle numerose aree archeologiche ubicate lungo il percorso, al fine di favorire l’accessibilità e la fruibilità dei siti archeologici. In ottemperanza a quanto prescritto, i siti d’interesse

archeologico da segnalare sui cartelloni sono attualmente in fase di definizione con la Soprintendenza competente.

## **13.2 Studio archeologico**

### **13.2.1 Inquadramento territoriale**

Gli interventi previsti nel primo stralcio si distribuiscono lungo l'asse della S.S. 131, nel tratto compreso dal Km 158+000 al Km 162+700.

Il progetto ha come luogo di esecuzione una sezione territoriale della Regione Sardegna, segnata longitudinalmente dall'intersezione della SS 131, avente come estremi del suo sviluppo lineare alcune porzioni del territorio comunale di Bonorva. L'areale d'intervento, considerato nello sviluppo ed estensione complessivi, si manifesta diversificato nelle componenti ambientali, storico-culturali, diversità che nel corso del tempo hanno generato e configurato le Regioni Storiche della Sardegna. Tra di esse, in particolare, sarà maggiormente interessata dai lavori la Regione del Logudoro-Meilogu.

In relazione ai siti di deposito oggetto dello studio integrativo, non si è evidenziata alcuna presenza di natura storico-archeologica. Va comunque precisato che, se in origine nelle aree ci fossero state emergenze archeologiche, molte di esse sono state sicuramente compromesse dall'intervento di asportazione del basalto per le attività di cava e la costruzione della SS 131. Dall'altro, se anche labili tracce fossero sopravvissute, non è stato possibile accertarne la persistenza a causa del bassissimo livello di visibilità, a volte pressoché nullo, che caratterizza alcuni settori delle aree di intervento.

Va comunque sottolineato che entrambi i siti di deposito si inseriscono in un territorio relativamente ricco dal punto di vista archeologico.

La cava di "Calzoneddu" dista:

- circa 2 km dall' area archeologica di San Simeone: sito pluristratificato, utilizzato già in epoca nuragica e quindi in epoca punica, e infine, in epoca postmedievale, nel XIV secolo;
- circa 1,4 km in direzione Sud, da un sito archeologico interessato da tombe ipogee;
- circa 1,8 km in direzione Sud dal Nuraghe Badde Niada;
- circa 3 km in direzione NE dai Nuraghi Sa Sea e Tres Nuraghes;
- circa 4 km dal sito Sa Mandra De Sa Giua;
- circa 12 km dalla necropoli di Sant' Andrea Prius, uno dei siti più importanti di Bonorva;
- circa 16 km, in direzione Est, dall'impianto termale di Epoca romana realizzato nel sito di Sas Prisones.

La cava di "Badd'e Rena" dista:

- circa 1 km a Sud dalla necropoli di Corona Moltana (località Sa Seas), nella regione storica del Meilogu;

- circa 2 km dal Nuraghe Sasso;
- circa 2,5 km dal Nuraghe San Pietro;
- circa 2,4 km dal nuraghe Malis.

### 13.2.2 Metodologia d'indagine

L'attività di indagine inizialmente è stata concentrata nei settori in cui sono previsti gli interventi di progetto nell'ambito degli Svincoli.

Gli interventi relativi agli svincoli, di seguito indicati, sono stati suddivisi in macro aree perimetrate a cavallo della S.S. 131, con un'estensione del perimetrale di indagine da un minimo di metri 50 ad un massimo di metri 250, dall'area dei lavori; le macro aree comprendono i tracciati in progetto, il corridoio interessato dagli interventi, le zone interferite dalle fasi di cantiere e le fasce limitrofe e adiacenti al corridoio.

Le macro aree di riferimento sono:

1. Svincolo di Bonorva Sud al km 158+650 (nuovo svincolo) - Complanare S.P.125
2. Svincolo di Bonorva Nord al km 162+000 (nuovo svincolo)

Sulla scorta della documentazione progettuale consegnata, delle informazioni fornite da Anas, del materiale acquisito, tra cui dati di archivio e bibliografici, cartografia storica e foto aeree, dei sopralluoghi e ricognizioni di superficie, sono stati individuati e caratterizzati gli elementi di rilevanza archeologica, di tipo areale e puntuale, presenti nelle aree di intervento, definendo altresì il grado di rischio archeologico assoluto del territorio interessato dagli interventi ed il grado di rischio archeologico relativo ai tracciati e alla realizzazione delle opere di progetto.

La metodologia d'indagine ha previsto:

- **ricerca di carattere storico archeologico.** Esame sistematico del materiale edito di carattere storico-archeologico ed esecuzione di ricerca nell'Archivio della Soprintendenza per i beni archeologici per le province di Sassari e Nuoro nelle sezioni inerenti i settori di intervento (per la ricerca nell'Archivio della Soprintendenza per i beni archeologici per le province di Cagliari e Oristano si attende risposta alla richiesta di ammissione).
- **Lettura documentazione cartografica.** Esame ed impiego Carte IGM e CTR, Carta Archeologica del Taramelli, Carte Tecniche Regionali, Ortofoto, Cartografia dei Piani Urbanisti Comunali relativa all'Assetto storico-culturale, Cartografia del Piano Paesaggistico Regionale.
- **Analisi toponomastica.** Ricerca e individuazione di toponimi quale ulteriore dispositivo di lettura ragionata del territorio atto alla ricostruzione del tessuto insediativo storico.
- **Lettura geomorfologica del terreno.** Analisi finalizzata alla valutazione delle relazioni intercorse tra la conformazione e struttura del territorio (geologia, orografia, idrografia) ed il

diacronico processo insediativo e, consequenzialmente, del legame esistente tra l'attuale "forma" territoriale e le testimonianze storico-archeologiche che in esso quel processo ha generato.

- **Analisi fotogrammetrica.** Esame di ortofotocarte preliminare alla ricognizione, di ausilio per verificare la localizzazione dei monumenti noti e per individuare eventuali tracce di anomalia.
- **Ricognizione archeologica di superficie (field survey).** In ogni macro area è stato condotto un esame autoptico dei terreni sui quali sono localizzati gli interventi di progetto e sui terreni immediatamente adiacenti. L'obiettivo è, mediante una lettura diacronica, l'eventuale individuazione, riconoscimento e posizionamento topografico di presenze/tracce di natura archeologica non note. La ricognizione è stata attuata nei luoghi con buona o scarsa visibilità; sono stati esclusi i luoghi con vegetazione folta e impraticabili che non avrebbero consentito alcuna lettura del terreno, né l'individuazione di anomali e eventuali presenze archeologiche. I dati raccolti in ricognizione sono stati registrati in schede RCG, suddivise in Unità Topografiche, UT, e in Schede SI (Schede di Ricognizione Archeologica e Schede Sito, Catalogo ICCD del Ministero per i Beni e le Attività Culturali) e il grado di visibilità espresso in una Carta della Visibilità.
- **Determinazione del grado di Potenziale Archeologico.** Sulla base di tali conoscenze diversificate, è stata compiuta un'analisi comparata e diacronica dei dati acquisiti con l'obiettivo di ricostruire il potenziale complessivo dei settori territoriali interessati. In base ai dati a disposizione è stata redatta una Carta di Potenziale Archeologico Assoluto, strumento base per la successiva redazione della Carta di Potenziale Archeologico Relativo mirata alle aree coinvolte nel progetto. Il Potenziale Archeologico di un'area è l'eventualità che in essa si siano conservate presenze archeologiche, di diversa rilevanza, calcolato attraverso l'analisi e lo studio di una serie di dati storico-archeologici con un grado di approssimazione variabile a secondo della consistenza numerica e qualitativa dei dati acquisiti, e si configura di per sé come un fattore indipendente da qualsiasi intervento si vada a realizzare. Diversamente la valutazione dell'impatto/rischio archeologico (Potenziale/Rischio Archeologico relativo) è inevitabilmente legata ad una fase di progettazione preliminare che specifica l'interferenza di un'opera più o meno invasiva con presenze archeologiche. Il Potenziale Archeologico è stato definito tenendo in considerazione indicatori diretti e indicatori indiretti: presenza di emergenze e/o contesti archeologici in adiacenza ad aree di interesse storico-archeologico che hanno già restituito resti materiali, valutazione, attraverso i dati acquisiti, di possibile presenza di contesti di interesse storico-archeologico, valutazione, attraverso i dati acquisiti, della tipologia dei ritrovamenti, con particolare riguardo alle loro caratteristiche di mobilità e amovibilità, coincidenza con aree non edificate che possono aver conservato integro ed inviolato un deposito archeologico, coincidenza con edifici sottoposti a vincolo monumentale, coincidenza con aree per cui non si conoscono dati



pregressi, coincidenza con aree interessate da radicali interventi che possono aver comportato fasi di manomissione e di sbancamento. La valutazione scaturisce dunque dalla considerazione dei fattori primari delle dinamiche di insediamento storico e di quelli ad essi correlativi, che sono comunque indirettamente individuabili e riconoscibili nei segni lasciati nel terreno. Si può pervenire ad una valutazione pressoché indubbia ma spesso si può solo indicare “la presenza indiziaria di contesti archeologici. Tale condizione non autorizza, comunque, ad escludere a priori un potenziale di tipo archeologico.

In base al sistema di conoscenze acquisite sono stati valutati i diversi gradi in cui è articolato il Potenziale Archeologico, in base alla classificazione alto, medio, basso. In relazione ad ogni valore si riportano di seguito gli indicatori relativi alla definizione. Per l'applicazione dei valori si sottolinea che non necessita la concomitanza di tutti gli indicatori elencati.

- **Potenziale alto.** Coincidenza con aree segnalate o rivelatesi di interesse storico archeologico, probabile presenza di contesti di particolare potenzialità informativa, adiacenza con aree segnalate o rivelatesi di interesse storico archeologico, coincidenza con aree non edificate, probabile alta densità nella concentrazione dei ritrovamenti, probabile rinvenimento di tracce e contesti che, seppure facilmente asportabili, richiedono particolare attenzione nelle fasi di documentazione archeologica (vd. Aree di necropoli)
- **Potenziale medio.** Adiacenza con aree di alto potenziale, presenza o probabile presenza di depositi archeologici, probabile media densità nella concentrazione dei ritrovamenti, presenza di contesti di media potenzialità informativa, rinvenimento di emergenze asportabili dopo idonea documentazione
- **Potenziale basso.** Presenza/probabile presenza di contesti a basso contenuto informativo, probabile sporadica densità di concentrazione dei ritrovamenti, coincidenza con aree fortemente manomesse da interventi edilizi, posizione periferica rispetto ad aree ad alto interesse storico-archeologico, coincidenza con assenza di dati noti

Comparando il potenziale delle singole sezioni di territorio interessato dai lavori per la realizzazione delle opere, e rapportandolo alle specifiche degli interventi di progetto, sono state definite e riordinate graficamente le valutazioni sopra illustrate nella “Carta del potenziale/rischio archeologico relativo”. Si sottolinea che il grado di potenziale/rischio relativo è proporzionale alla tipologia dell'opera che sarà realizzata. Concorrono, quindi, nella definizione della scala dei valori, anche la tipologia degli interventi progettati e la metodologia tecnica della loro esecuzione.

In relazione alle aree in cui si è definita una scala di valori di potenziale/rischio relativo si sono individuati settori di criticità e si suggeriscono interventi ad integrazione della verifica e/o

approfondimenti finalizzati ad una effettiva stima del grado di impatto della soluzione progettuale su tempi e costi di intervento.

### **13.2.3 Il potenziale/rischio archeologico relativo**

Gli interventi di progetto sono distribuiti lungo l'asse viario della S.S. 131, allacciati e connessi, pertanto, ad un tracciato esistente. Le opere, quindi, si configurano non come interventi ex novo in un paesaggio incontaminato, bensì come sezioni di variazioni e alterazioni di una macro opera da tempo realizzata ed in funzione, che ha già segnato il medesimo tessuto territoriale e la medesima stratificazione storico-archeologica in cui andranno ad interferire le nuove opere.

Tutti i segmenti del progetto, ricadono in regioni segnate in antico da un intenso processo diacronico di attività antropica, i cui esiti e testimonianze individuate, dirette ed indirette, note dalle fonti e "non note" evidenziate in ricognizione, hanno generato un significativo potenziale archeologico, che, con gradi diversi, caratterizza, senza esclusione, tutte le sezioni territoriali in cui si andrà ad interferire con le opere.

È stato formulato il diverso grado del potenziale archeologico relativamente ai tracciati di progetto, incluse le aree di cantiere e la relativa viabilità, riassumendo il grado di impatto costituito dall'interferenza dell'infrastruttura con il territorio, tenendo in considerazione l'interferenza potenzialmente esistente fra le evidenze con diverso grado di potenziale assoluto e le diverse opere di intervento.

Va sottolineato che il grado di visibilità in fase di ricognizione si è configurato come fattore discriminante nella formulazione di una scala di valori esaustiva. In alcuni casi lo scarso/nullo livello di visibilità o/e l'impossibilità di accesso hanno compromesso un esaustivo esito dell'indagine; i valori espressi, quindi, potrebbero subire delle variazioni.

I settori di intervento che ricadono nel Comune di Bonorva sud Km 158+000 e di Bonorva nord km 162+000, e complanare S.P.125 generalmente hanno rivelato un grado rispettivamente medio/basso e basso/nullo.

La medesima definizione di rischio è stata formulata anche in seguito all'integrazione dello studio in relazione ai siti di deposito. Non essendo infatti stata rilevata alcuna anomalia nel corso dell'attività di ricognizione, né individuata alcuna presenza archeologica, così come non ne sono state riscontrate nell'analisi delle fonti, l'impatto sul patrimonio archeologico è stato valutato basso e/o nullo.

Per l'illustrazione e descrizione di dettaglio dello studio storico archeologico effettuato ad integrazione del precedente si rimanda alla Relazione archeologica (codice elaborato T00SG01GENRE01A), alle Schede delle Presenze Archeologiche (codice elaborato T00SG01GENSC01A), alle Schede delle Unità di Ricognizione (codice elaborato T00SG01GENSC02A) e alle relative tavole grafiche:

- Carta delle presenze archeologiche (codice elaborato T00SG01GENPL02A – PL03A);
- Carta della visibilità dei suoli (codice elaborato T00SG01GENPL04A – PL05A);
- Carta delle rischio archeologico relativo (codice elaborato T00SG01GENPL06A – PL07A).

## **14 Progetto stradale**

### **14.1 Tipologia degli interventi previsti in progetto**

Il progetto prevede sostanzialmente l'eliminazione delle intersezioni a raso presenti, individuata come prioritaria dagli studi e dalle ricerche sviluppati nell'ultimo decennio, mediante la sostituzione delle stesse con la costruzione di due nuovi svincoli, intersezioni a livelli sfalsati, in località Bonorva Sud al km 158+650 e Bonorva Nord al km 162+000.

In adempimento agli indirizzi proposti e deliberati nella Delibera di Giunta Regionale n. 5/47, alle indicazioni della Direzione Generale per le strade e autostrade e per la vigilanza e la sicurezza nelle infrastrutture stradali, del Dipartimento Infrastrutture, Sistemi Informativi e Statistici, del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, ed agli indirizzi ricevuti in sede di controlli della sicurezza stradale ai sensi del D.Lgs. n.35/2011, il progetto prevede anche la riqualificazione della strada provinciale S.P. 125, allo scopo di realizzare un sistema di complanari tra gli svincoli di Bonorva Sud e Bonorva Nord, con opere di attraversamento della S.S. 131, che pongono in relazione la viabilità secondaria da entrambi i lati dell'infrastruttura principale, al fine di migliorare la permeabilità agli spostamenti e ridurre l'effetto barriera esercitato dalla S.S. 131.

Va considerata inoltre l'elevata pericolosità dovuta alle manovre di svolta a sinistra che, prive delle necessarie canalizzazioni, comporta, per il traffico di lunga percorrenza, un elevato rischio di collisione con i veicoli fermi in quella che pochi metri prima era la corsia di sorpasso.

L'infrastruttura oggetto dell'intervento assolve i compiti e le funzioni di una tipologia B delle norme del D.M. 05/11/2001, sia in termini funzionali che in virtù degli elementi caratteristici della sezione tipo di strada a carreggiate separate da spartitraffico.

Ciononostante il modulo ridotto delle corsie, l'insufficienza del margine interno, l'assenza della banchina su tratti molto estesi ha portato l'ente gestore e proprietario a catalogare l'infrastruttura come tipo C nella classifica provvisoria delle strade. Tale situazione di strada di tipo

C, a carreggiate separate da spartitraffico, ma con limite a 90 Km/h, rappresenta un'anomalia nella rete statale dell'Anas, da sanare sia per motivi di sicurezza che funzionali.

A fronte delle criticità sopracitate si è reso indispensabile l'adeguamento delle caratteristiche dell'infrastruttura alle reali necessità del traffico attuale.

L'individuazione delle priorità di intervento in questo tratto, come accennato nei paragrafi precedenti è il frutto di un insieme di studi commissionati dall'Assessorato dei Lavori Pubblici della Regione Sardegna:

- “Individuazione dei tratti critici del tronco omogeneo della Strada Statale 131 “Carlo Felice” dal km 146+800 al km 209+482, con particolare riferimento agli svincoli, al fine della predisposizione a cura dell'ANAS S.p.A. del completamento delle progettazioni necessarie all'appalto dei lavori dei tratti prioritari indicati”, dell'Università degli Studi di Cagliari del settembre 2007. Tale documento contiene al suo interno uno studio dell'incidentalità della statale 131 e l'analisi dello stato attuale degli svincoli presenti e fornisce indicazioni sulla tipologia di intervento e le relative priorità.
- “Studio di fattibilità e di funzionalità della S.S. 131 (da km 109 a km 212) a seguito della realizzazione della nuova S.S. Sassari-Olbia”, redatto dal CIREM, Centro Interuniversitario Ricerche Economiche e Mobilità dell'Università degli Studi di Cagliari, emesso in data novembre 2013. Lo studio scientifico ha analizzato il tratto della S.S. 131 tra Bauladu e Porto Torres nella sua attuale conformazione, in termini di caratteristiche geometriche, livelli di servizio, flussi di traffico, sicurezza, accessibilità e costo dei lavori necessari per l'ammodernamento, ed ha definito, attraverso un'analisi multicriteria, le priorità degli interventi.

Non da ultima per importanza, ma solo perché intervenuta in tempi più recenti, è l'analisi condotta dal gruppo istruttore, nominato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, nell'ambito della procedura di Valutazione d'Impatto sulla Sicurezza Stradale, che ha definito le tipologie di intervento da prevedere in progetto e assegnato loro una gerarchia d'importanza ed una priorità di efficacia nei confronti della sicurezza stradale, come di seguito riportato:

- priorità 1: eliminazione delle intersezioni a raso esistenti e loro trasformazione in intersezioni a livello sfalsato, comprensivo dell'illuminazione e dell'adeguamento delle barriere;
- priorità 2: eliminazione degli accessi e realizzazione di apposita viabilità di servizio o connessione con viabilità locale esistente o adeguamento della viabilità esistente (strade provinciali e/o comunali);

- priorità 3: adeguamento delle corsie di accelerazione e decelerazione delle intersezioni e degli svincoli esistenti anche a servizio di siti di particolare interesse;
- priorità 4: adeguamento, nelle aree di intervento, delle opere idrauliche e regimazione delle acque;
- priorità 5: adeguamento delle barriere di sicurezza nelle aree di intersezione degli svincoli esistenti;
- priorità 6: illuminazione svincoli ed intersezioni esistenti;
- priorità 7: miglioramento funzionale.

L'analisi del gruppo istruttore ha fornito le seguenti ulteriori indicazioni sul progetto definitivo sottoposto a procedura di VIA:

- per quanto attiene agli interventi di priorità 1:
  - ✓ devono essere risolte tutte le criticità di tipo infrastrutturale dell'intera tratta, tra il km 108+300 e il km 209+000, ovvero devono essere eliminate tutte le intersezioni a raso esistenti e trasformate in intersezioni a livello sfalsato;
  - ✓ le zone di intersezione dei nuovi svincoli devono essere illuminate;
  - ✓ le barriere ricadenti nell'area di intervento devono essere adeguate;
  - ✓ la larghezza delle nuove opere d'arte, previste nei nuovi svincoli, deve risultare tale da non precludere futuri allargamenti della piattaforma stradale nell'ambito di un eventuale completo adeguamento a tipo B.
- Per quanto attiene agli interventi di priorità 2:
  - ✓ devono essere eliminati gli accessi diretti e deve essere realizzata apposita viabilità di servizio o deve essere consentita una adeguata connessione con la viabilità locale esistente;
  - ✓ in alternativa, nel caso di non possibilità di realizzazione di ulteriore viabilità di servizio, devono essere eliminati gli accessi diretti attraverso l'adeguamento della viabilità esistente provinciale e/o comunale (es. della S.P. 125).
- per quanto attiene agli interventi di priorità 7:
  - ✓ devono essere realizzate piazzole di sosta, esterne alla piattaforma stradale, in quanto elemento finalizzato alla sicurezza della circolazione, e adeguatamente distanziate; sono inclusi in tale tipologia di intervento le viabilità di accesso a siti di particolare interesse storico-archeologico/turistico ed a servizi di primario interesse sociale localizzati lungo il corridoio.

Nel corso della redazione del progetto esecutivo sono stati attivati i controlli da parte del gruppo istruttore, nominato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, nell'ambito della procedura di Valutazione d'Impatto sulla Sicurezza Stradale.

Al momento della stesura della presente relazione la verifica è ancora in corso.

In relazione alla tipologia, gli interventi previsti in progetto possono essere suddivisi come di seguito descritto:

- Svincoli di nuova realizzazione in sostituzione delle intersezioni a raso esistenti; (NS)
- Adeguamento Svincoli esistenti; (AS)
- Riqualificazione della strada provinciale S.P.125; (AP)
- Inserimento piazzole di sosta; (PZ)
- Realizzazione impianti di illuminazione di tutte le intersezioni. (IM)

Il progetto di messa in sicurezza della S.S. 131 del 1° stralcio compreso tra il km 158+000 ed il km 162+700, prevede **la realizzazione di 2 nuovi svincoli**, in sostituzione di altrettante intersezioni a raso esistenti:

1. Svincolo di Bonorva sud al km 158+650;
2. Svincolo di Bonorva nord al km 162+000.

Nell'ambito della risoluzione degli accessi è previsto l'adeguamento della viabilità complanare esistente, che nel tratto compreso tra i due svincoli è rappresentato dalla S.P. 125, per uno sviluppo totale di circa 3.300 m.

Di seguito si riporta l'elenco degli interventi previsti in progetto, da Sud a Nord, nel verso delle progressive crescenti.

n.	Tipo Intervento	Intervento	Lunghezza (m)	Sezione (m)	Opere
1	NS+IM	Realizzazione svincolo Bonorva Sud al km 158+650 ed eliminazione intersezioni CA-24 SS-24			Cavalcavia 37,2 m 3 tombini scatolari
2	AP	Adeguamento SP125 dal km 159 al km 162	3300	F2	Muri/paratie Barriere para massi 2 tombini scatolari
3	PZ	Costruzione Piazzola PS-6 al km 161+500 in carr Sud			

n.	Tipo Intervento	Intervento	Lunghezza (m)	Sezione (m)	Opere
4	NS+IM	Realizzazione svincolo Bonorva al km 162+000 ed eliminazione intersezioni CA-25-26 SS-25-26			Sottovia 45 m Muri 2 tombini scatoari

## 14.2 Descrizione degli interventi previsti in progetto

### 14.2.1 Svincolo di Bonorva Sud

Ad inizio stralcio si incontra l'intersezione di Bonorva sud, al km 158+650, per la cui risoluzione è prevista la realizzazione di uno svincolo a servizio della parte più settentrionale dell'altipiano di Campeda, e che pone in relazione il sistema di viabilità esistente da entrambe i lati della S.S. 131.

L'intervento prevede l'adeguamento delle rampe esistenti lato carreggiata Sud, e l'integrazione di due nuove rampe di ingresso/uscita sulla carreggiata Nord, in sostituzione dell'intersezione presente. Inoltre, in corrispondenza dello svincolo, viene risistemata la viabilità locale e realizzato un nuovo attraversamento della S.S.131. Sono previsti tre tombini idraulici di sezione 3,10 x 2,5, il primo, T1, sotto la viabilità locale nord, il secondo, T2, in prosecuzione dell'esistente opera idraulica al di sotto del sedime esistente della S.S. 131 ed infine il terzo, T3, per l'attraversamento del tratto di S.P. 125 sotteso allo svincolo.

Per lo svincolo di Bonorva sud si prevede di realizzare:

- l'adeguamento delle due rampe di ingresso/uscita in carreggiata Sud
- la realizzazione di due nuove rampe di ingresso/uscita in carreggiata Nord, in sostituzione dell'intersezione presente;
- il rifacimento della pavimentazione (binder ed usura) della SS131 sotteso allo svincolo;
- la sistemazione del tratto sotteso di S.P. 125;
- la sistemazione della viabilità locale, compreso un nuovo attraversamento della S.S.131 in cavalcavia.

Per una descrizione più dettagliata si rimanda alla Relazione tecnica stradale (codice elaborato T00PS00TRARE01A).

All'interno del quadrante nord est è ubicato il cantiere di Bonorva sud, che ha carattere sia logistico che operativo, ed ha estensione di circa 13.800 mq complessivi. Il cantiere interessa terreni adibiti a pascolo. Si rimanda alla Relazione di cantierizzazione (codice elaborato T00CA00CANRE01A) per una illustrazione più dettagliata delle aree di cantiere .

### **14.2.2 Svincolo di Bonorva Nord**

Lo svincolo di Bonorva Nord costituisce senza dubbio la parte più impegnativa del primo stralcio, in quanto è prevista una variante plano-altimetria in sede della SS 131, in corrispondenza di un'area morfologicamente complessa, caratterizzata da spazi angusti e della presenza di un tracciato ferroviario dismesso, ormai privo di binari, e da opere d'arte esistenti (sottovia ferroviario S.S.131, sottovia ferroviario S.P. 48, scatolare idraulico alla progressiva di progetto 0+635) di cui è prevista la parziale demolizione e l'interramento. Tutte le lavorazioni devono avvenire senza intralciare il traffico sulla S.S. 131, e dunque sono previste deviazioni da una carreggiata all'altra a seconda delle opere da realizzare.

L'intersezione a raso di Bonorva è considerata tra le più critiche a livello di sicurezza stradale, per la presenza di due incroci a raso, uno in sinistra con la S.P.43 ed uno in destra con la S.P.8, in rapida successione.

Per la risoluzione del punto critico è prevista la realizzazione di uno svincolo, che comprende tra l'altro l'adeguamento di un tratto di circa 1650 m della S.S.131 alla sezione tipo B del D.M. 5/11/2001. Nello svincolo è previsto:

- l'inserimento di un asse di attraversamento in sottopasso della S.S.131 per il collegamento delle aree poste a est e a ovest della SS.131;
- l'inserimento di due rotatorie nei tratti terminali dell'attraversamento sopra citato, per il collegamento con le viabilità locali;
- la sistemazioni delle viabilità locali ricadenti nella zona di svincolo.

La configurazione finale dello svincolo è stata definita con il gruppo di controllo nominato dall'Organo Competente nell'ambito dei controlli sulle sicurezza stradale, tenendo conto dei condizionamenti morfologici della zona su cui insiste l'infrastruttura, caratterizzata dalla presenza di una sella, e dei vincoli e delle preesistenze al contorno quali di edifici e intersezioni con quattro provinciali, S.P. 8, S.P. 143, S.P. 125 e S.P. 124. Per il contenimento degli ingombri delle scarpate in rilevato ed in scavo sono previste significative opere di sostegno, consistenti in muri di sottoscarpa o di controripa. Per la descrizione di dettaglio dello svincolo e delle soluzioni esaminate si rimanda alla Relazione tecnica stradale (codice elaborato T00PS00TRARE01A).

Il tracciato della S.S. 131 nel tratto in cui ricade lo svincolo è costituito da un flesso fra due curve di raggio 425m e 450m senza clotoidi.

La variante dell'asse della S.S. 131 inizia sul raccordo circolare di raggio 405 m, precedente il flesso prima citato. Il tracciato prosegue successivamente con un raccordo circolare di raggio 490



m, che si sviluppa in direzione opposta al precedente e si collega ad esso attraverso l'interposizione di una clotoide di flesso  $A1=225/A2=225$ . Subito dopo si incontra un nuovo raccordo circolare di raggio 500 m collegato al precedente attraverso una clotoide di flesso caratterizzata dai seguenti parametri  $A1=225/A2=225$ . La variante si chiude sul rettilineo esistente attraverso una clotoide di transizione di parametro  $A=270$ .

Dal punto di vista altimetrico il tracciato in variante è stato calibrato per permettere l'attraversamento della S.S. 131 con un ramo in sottovia, e presenta una pendenza longitudinale massima del 5,3%, un raccordo concavo minimo di 6.125 m ed un raccordo convesso da 8.300 m.

Per garantire la verifica della visibilità per la distanza di arresto, è stato necessario inserire degli allargamenti nella banchina spartitraffico, sulle due curve di 500m, pari a 1,6 m sul primo raccordo e 2,6 m sul secondo raccordo. Non sono previsti allargamenti sul primo raccordo da 400 m, ad inizio tracciato, in quanto considerato come elemento esistente di attacco, da mantenere in posizione e in geometria della sezione stradale.

Per aumentare la distanza di visibilità in corsia di marcia ai valori necessari, è previsto un allargamento da 3,00 m sulla banchina esterna del secondo nuovo raccordo planimetrico di raggio 500 m. Sull'elemento iniziale di raggio 400 non sono previsti allargamenti.

Nell'ambito dello svincolo è previsto l'adeguamento dello scatolare idraulico T5 (3x2) alla progressiva di 0+636 e la realizzazione dello scatolare idraulico T6 (1,5 x 1,5) alla progressiva di 1+157.

Al km 161+500 circa è prevista la costruzione di una piazzola di sosta sulla carreggiata in direzione Cagliari.

In corrispondenza del km 162+500 della S.S. 131 è prevista la collocazione dell'area di cantiere operativo a servizio dello svincolo di Bonorva nord. L'area è caratterizzata da prati bordati da alberature, presenta un'estensione di 9.850 mq ed è posta subito a ridosso dalla S.P.124.

Proseguendo verso nord, al km 163+200 si incontra sul lato sinistro dell'asse della SS131 l'area di deposito prevista nel 1° stralcio, che utilizza il sedime dalla ex cava Calzoneddu, classificata dal PRAE come area estrattiva parzialmente rinaturata.

### ***14.2.3 Adeguamento S.P. 125***

Lo svincolo di Bonorva sud al km 158+650 e lo svincolo di Bonorva nord al km 162+000 sono collegati dalla S.P.125. Nell'ambito del progetto del 1° stralcio è previsto l'intervento di adeguamento planimetrico della S.P. 125, per circa 4.636 m, con sezione trasversale di tipo F2 del D.M. 5/11/2001.

L'intervento di adeguamento della provinciale discende dalla richiesta della Regione Autonoma delle Sardegna, espressa nella Delibera di Giunta Regionale n. 5/47 del 11/02/2014, ove è stato disposto:

“di approvare l'atto indirizzo proposto indirizzando le strategie progettuali della Regione sul tronco stradale della strada statale 131 “Carlo Felice” dal km 109,500 al km 209,600 e le iniziative per l'acquisizione dei relativi finanziamenti:

a) nel breve/medio termine con la realizzazione dell'intervento denominato “Messa in sicurezza e ammodernamento del 2° e 3° lotto omogeneo della S.S. 131 Carlo Felice”:

<b>cod.</b>	<b>Messa in sicurezza e ammodernamento del 2° e 3° Lotto omogeneo della S.S.131 “Carlo Felice”</b>	<b>km</b>	<b>costo M€</b>
<i>A</i>	<i>Messa in sicurezza dei principali svicoli tra il km 121 e il km 209</i>		
<i>1</i>	<i>Eliminazione intersezione a raso Z.I. di Paulilatino</i>	<i>121</i>	<i>6,0</i>
<i>2</i>	<i>Sistemazione dello svincolo sulla S.S. 129 comprensivo dello svincolo per Bìrori</i>	<i>142</i>	<i>8,5</i>
<i>3</i>	<i>Realizzazione di un nuovo svincolo a semiquadrifoglio con cappi su quadranti opposti, tra Mulargia e la SS129 bis (eliminazione dell'intersezione a raso)</i>	<i>148</i>	<i>12,0</i>
<i>4</i>	<i>Realizzazione di una nuova intersezione di collegamento con la viabilità secondaria parallela, con opere di scavalcamo della SS131</i>	<i>158</i>	<i>40,0</i>
	<i>Eliminazione dell'intersezione di Bonorva e realizzazione di una rotatoria con la vecchia SS131 e la SP43</i>	<i>162</i>	
	<i>Realizzazione di due complanari della lunghezza di circa 8-10 km ciascuna, dallo svincolo di Cossoine fino al km 158</i>	<i>158÷165</i>	
<i>5</i>	<i>Eliminazione dell'intersezione a raso di Cossoine e realizzazione di un nuovo svincolo a trombetta rovescia; realizzazione di due opere di scavalcamo della SS131 per collegare la viabilità secondaria parallela</i>	<i>165</i>	<i>15,0</i>
<i>6</i>	<i>Eliminazione del tratto con separazione delle carreggiate e intersezione a raso e realizzazione di opere di scavalcamo della SS131</i>	<i>190</i>	<i>12,0</i>
<i>7</i>	<i>Messa in sicurezza, con adeguamento della sezione della carreggiata in sede, dei tratti maggiormente critici della SS 131, tra Bauladu e Sassari</i>	<i>109÷209</i>	<i>50,0</i>
	<b>SOMMANO</b>		<b>143,5</b>
<b>B</b>	<b>SS131 “Carlo Felice” 2° e 3° lotto omogeneo</b>		
<i>8</i>	<i>Realizzazione degli interventi previsti nel progetto del terzo lotto omogeneo nel tratto tra il km 202 e il km 209 in prossimità dell'accesso per Sassari</i>	<i>202÷209</i>	<i>125,3</i>
	<b>TOTALE</b>		<b>268,8</b>

....

– *di destinare le risorse finanziarie individuate dal “Piano Nazionale per il Sud” alle progettazioni degli interventi minimali individuati nello scenario a breve/medio termine anche attraverso l’esternalizzazione delle attività di progettazione secondo le usuali procedure, ivi compreso lo Studio di impatto ambientale dell’intera tratta, destinando eventuali risorse eccedenti all’avvio della realizzazione delle opere per quanto possibile.”*

L’intervento è stato confermato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con nota n. 3275 in data 01/08/2014, nell’ambito della bozza di atto aggiuntivo alla convenzione n. 38/del 21/12/2006, all’art. 3 lett. B) ove è prevista la *“realizzazione di una nuova intersezione di collegamento con la viabilità secondaria parallela, con opere di scavalco della SS131 al km 158; eliminazione dell’intersezione di Bonorva e realizzazione di una rotatoria con la vecchia SS131 e la SP43 al km 162; realizzazione di due complanari della lunghezza di circa 8-10 km ciascuna, dallo svincolo di Cossoine fino al km 158;”*

In recepimento delle indicazioni dei atti programmatici indicati si è cercato di definire ove collocare il sistema di complanari della lunghezza di circa 8-10 km ciascuna, dal km 158 fino allo svincolo di Cossoine.

Esaminata l’orografia del territorio, valutati lo stato dei luoghi, la natura e le esigenze di connessione delle aree attraversate, esaminate le infrastrutture presenti ed il loro stato di conservazione, si è scelto di procedere alla riqualificazione della viabilità locale esistente invece di realizzare nuove infrastrutture, per evitare un ulteriore consumo di suolo e ridurre gli impatti sulle aree coinvolte dai lavori.

Il tratto di S.P.125, che va dalla intersezione di Bonorva sud al km 158+650 alla intersezione di Bonorva nord al km 162+000, interessa quasi esclusivamente attività e fondi agricoli che necessitano di essere collegati con l’infrastruttura principale che, data l’orografia collinare di questa zona, si presenta con una sezione a raso e a mezza costa. La S.P. 125, unitamente alla S.P. 124, risulta essere il tracciato della originaria S.S. 131 di “Carlo Felice”, antecedente i lavori di raddoppio, che stante lo sviluppo tortuoso, in conseguenza delle elevate pendenze del territorio attraversato, furono lasciate a servizio delle proprietà e dei coltivi ed esse limitrofe.

La riqualificazione delle strade provinciali S.P.124 e S.P.125, appartenenti rispettivamente al 3° ed al 1° stralcio, consente di far assumere alle stesse la funzione di complanari alla S.S.131, collegando lo svincolo di Bonorva Sud con lo svincolo di Bonorva Nord e lo svincolo di Cossoine, realizzando così una sorta di “sistema di svincoli” nella tratta dal Km 158+000 al Km 166+000, su cui insiste e si connette la viabilità a servizio dei centri abitati di Bonorva, Semeste, Cossoine e Pozzomaggiore, agglomerati urbani di maggior rilevanza. L’adeguamento prevalentemente in sede

delle strade provinciali permette all'utenza di usufruire di una valida alternativa all'infrastruttura principale, sia in caso di modesti spostamenti o accesso ai fondi agricoli della zona, sia nell'eventualità di una temporanea inagibilità/disservizio della statale S.S.131. Trattandosi di un intervento di adeguamento in sede, gli assi stradali sono stati progettati riferendosi ad una categoria F2 – strada locale extraurbana - del DM 05/11/01 ma, in base al DM 22-04-04, la progettazione ha preso a “riferimento” la normativa attuale, adottando un criterio di flessibilità dei valori minimi prescritti dalla norma sulla base di semplice riqualificazione di infrastrutture già esistenti.

Per realizzare il sistema di complanari alla S.S.131 nel tratto di Bonorva si è inteso sfruttare l'itinerario esistente delle strade provinciali S.P. 125 e S.P. 124. Il primo percorso è rappresentato dal sedime della S.P. 125 in corrispondenza del tratto di S.S.131 che va dal Km 158+000 al Km 162+500. Per quanto concerne la statale 131 esistente, in corrispondenza del Km 158+950 è presente un cavalcavia che attraversa l'infrastruttura collegando la S.P.125 con la viabilità secondaria del lato Ovest, mentre al Km 162+000 si incontra l'intersezione a raso per Bonorva. A partire dal km 159 il tratto di S.P.125 inizialmente presenta un andamento planimetrico piuttosto lineare confermato da curve coerenti con una strada extraurbana locale, di raggio compreso tra 50 e 200 m circa; la sezione stradale è larga circa 5,50 m senza banchine e si presenta priva di segnaletica orizzontale. Nel tratto finale, ad una distanza di circa 1 Km dall'agglomerato residenziale “Santa Barbara” del Comune Bonorva, la S.P.125 presenta un andamento fortemente tortuoso, data l'orografia accidentata del terreno e il forte dislivello presente tra l'altipiano di Campeda ed il punto di intersezione con la S.P. 43, che ha reso necessaria la presenza di un tornante in sinistra con raggio pari a 15,00 m circa.

La lunghezza del tratto di S.P.125 in adeguamento è di circa 4.636 m, presentando un andamento altimetrico piuttosto pianeggiante nel tratto iniziale, ove è prevista la realizzazione dello scatolare idraulico T4 (6 x 3) alla progressiva di progetto 1+887, per poi diventare più impegnativo con una pendenze longitudinali di circa 6-7%, avendo il percorso origine da una quota altimetrica di 640 m slm e terminando a 520 m slm. Alla progressiva di progetto 3+851 è prevista la realizzazione dello scatolare idraulico T4b (1,5 x 1,5). Lungo il tracciato della S.P. 125 è prevista la demolizione del muro esistente tra le progressive 3+687 e 3+876 e la sua sostituzione con una paratia tirantata. In corrispondenza del tornante tra le progressive 4+228 e 4+645 è prevista la costruzione di un muro di sotto scarpa di estensione 140 m.

A protezione della S.P. 125 è prevista la posa in opera di una barriera paramassi.

L'adeguamento della S.P.124 è escluso dal presente 1° stralcio e compreso nei lavori del successivo 3° stralcio.

Per una descrizione di maggior dettaglio dell'adeguamento della S.P.125 si rimanda agli specifici capitoli della Relazione tecnica stradale (codice elaborato T00PS00TRARE01A).

Nella tabella seguente vengono riassunte le lunghezze degli interventi e le larghezze delle piattaforme stradali sezioni

<b>Svincolo Bonorva sud</b>	L (m)	Largh. Piattaforma	tipo
S.S. 131	1.195,45	16 circa	
Viabilità locale nord	753,56	8,5	F2
Viabilità locale sud	529,15	6,0	
Ramo A	122,22	6,0	
Ramo B	168,9	6,0	
Ramo C	193,55	6,0	
Ramo D	193,55	6,0	
Ramo D bidirezionale	51,77	9,0	
<b>S.P. 125</b>			
adeguamento S.P. 125	4.636,00	8,5	F2
<b>Svincolo Bonorva nord</b>			
S.S. 131	1.650,00	22,0	B
Ramo A	288,93	6,0	
Ramo B	470,77	6,0	
Ramo C	360,11	6,0	
Ramo D	439,84	6,0	
Rotatoria nord	103,67	7,0	
Rotatoria sud	113,10	7,0	
Interpoderale 1	592,03	6,5	
Interpoderale 2	448,50	6,5	
Interpoderale 3	63,38	6,5	
S.P. 8	99,71	6,5	
S.P. 43	117,23	9,0	
Strada Pozzomaggiore - Bonorva	299,31	9,0	
<b>sommano</b>	<b>12.890,73</b>		
<b>sommano rampe</b>	<b>2.506,41</b>		
<b>sommano strade a 2 corsie</b>	<b>7.538,87</b>		
<b>sommano strade a 4 corsie</b>	<b>2.845,45</b>		

## **14.3 Sezioni Tipo**

### ***14.3.1 Adeguamento svincolo di Bonorva sud***

Per l'asse principale della statale S.S.131 in linea generale non sono state apportate modifiche alla piattaforma esistente, a meno dei tratti di affiancamento delle rampe di accelerazione e decelerazione in cui è stata posizionata in fregio alla corsia di marcia esistente una corsia dedicata di modulo 3,75 m con banchina in destra di 1,75 m. Nell'ambito degli interventi di adeguamento dello svincolo esistente di Bonorva sud si sono adottate le seguenti sezioni tipo.

#### **14.3.1.1 Rampe monodirezionali**

Le rampe monodirezionali presentano una piattaforma pavimentata di 6,00 m, la cui sezione è costituita dai seguenti elementi:

- banchina in sinistra da 1,00 m;
- corsia da 4,00 m;
- banchina in destra 1,50 m;
- in rilevato, arginello di larghezza totale pari a 1,50 m;
- in scavo, cunetta alla francese di larghezza totale di 1,00 m.

#### **14.3.1.2 Rampe bidirezionali e di attraversamento**

Le rampe bidirezionali sono state considerate come strade tipo "F1" (secondo il DM 05-11-2001) e pertanto presentano una piattaforma pavimentata di 9,00 m, la cui sezione è costituita dai seguenti elementi:

- banchina in destra e sinistra da 1,00 m;
- n. 2 corsie da 3,50 m;
- in rilevato, arginello di larghezza totale pari a 1,50 m;
- in scavo, cunetta alla francese di larghezza totale di 1,00 m.

### ***14.3.2 Svincolo di Bonorva nord di nuova realizzazione***

Per lo svincolo di Bonorva nord di nuova realizzazione sono state adottate le seguenti sezioni tipo.

#### **14.3.2.1 Asse principale S.S.131**

Per lo svincolo di Bonorva nord, considerata la criticità plano-altimetrica del tracciato esistente e l'impossibilità di inserire l'opera di scavalco, si è resa necessaria l'adozione di un tratto

di variante: la sezione tipo adottata è riferibile alla Categoria tipo “B”, relativa alle strade extraurbane principali presentando una piattaforma pavimentata di larghezza minima pari a 22,00 m (oltre allargamenti della stessa per motivi di visibilità), sia in rilevato che in trincea; in dettaglio, la sezione è costituita dai seguenti elementi:

- spartitraffico di larghezza 2,50 m;
- banchine in sinistra da 0,50 m;
- n.4 corsie (2 per senso di marcia) di modulo 3,75 m ciascuna;
- banchine in destra da 1,75 m;
- in rilevato, arginello di larghezza totale pari a 1,50 m;
- in scavo, cunetta alla francese di larghezza totale di 1,00 m.

#### **14.3.2.2 Rampe monodirezionali**

Le rampe monodirezionali presentano una piattaforma pavimentata di 6,00 m, la cui sezione è costituita dai seguenti elementi:

- banchina in sinistra da 1,00 m;
- corsia da 4,00 m;
- banchina in destra 1,00 m;
- in rilevato, arginello di larghezza totale pari a 1,50 m;
- in scavo, cunetta alla francese di larghezza totale di 1,00 m.

#### **14.3.2.3 Rampe bidirezionali e di attraversamento**

Le rampe bidirezionali sono state considerate come strade tipo “F1” (secondo il DM 05-11-2001) e pertanto presentano una piattaforma pavimentata di 9,00 m, la cui sezione è costituita dai seguenti elementi:

- banchina in destra e sinistra da 1,00 m;
- n. 2 corsie da 3,50 m;
- in rilevato, arginello di larghezza totale pari a 1,50 m;
- in scavo, cunetta alla francese di larghezza totale di 1,00 m.

Per le rampe A e B è stata adottata una larghezza complessiva della piattaforma di 7 metri al fine di consentire la deviazione del traffico della S.S. 131 in doppio senso di marcia durante i 9 mesi della seconda fase di realizzazione dello svincolo di Bonorva nord.

#### **14.3.2.4 Rotatorie**

Le rotatorie di progetto prevedono un diametro esterno variabile da 41,00 m a 44,00 m e sono costituite dai seguenti elementi:

- banchine interna ed esterna da 0,50 m;
- unica corsia circolante di modulo 7,00 m;
- in rilevato, arginello di larghezza 1,50 m;
- in scavo, cunetta alla francese di larghezza totale di 1,00 m.

#### **14.3.3 Adeguamento S.P.125**

La sezione tipo adottata per l'adeguamento della S.P. 125, è la F2 del DM 05/11/2001, che presenta una piattaforma pavimentata di larghezza pari a 8,50 m, costituita dai seguenti elementi:

- banchine in sinistra e destra da 1,00 m;
- n° 2 corsie (1 per senso di marcia) da 3,25 m;
- in rilevato, arginello di larghezza totale pari a 1,25 m;
- in trincea, cunetta alla francese di 1,00 m con a tergo banca orizzontale da 0,25 m.

#### **14.3.4 Viabilità interpoderale**

Per quanto riguarda la viabilità interpoderale, trattandosi di strade agricole e ricuciture di viabilità di accesso ai fondi, sono state considerate come strade a destinazione particolare, per le quali le caratteristiche compositive fornite dalla tabella 3.4.a e caratterizzate dal parametro "velocità di progetto" non sono applicabili (cfr. 3.5 del DM 05-11-2001); la sezione è costituita dai seguenti elementi:

- banchina in destra e sinistra da 0,25 m;
- n.2 corsie da 3,25 m (una per senso di marcia);
- in rilevato, arginello di larghezza totale pari a 1,00 m;
- in scavo, cunetta alla francese di larghezza totale di 0,75 m.

### **14.4 Pavimentazioni**

#### **14.4.1 Svincolo di Bonorva sud**

La pavimentazione stradale per l'asta principale sarà di **58 cm totali** e sarà così composta:

- 4 cm strato di usura;
- 6 cm strato di collegamento (binder);



- 10 cm strato di base in conglomerato bituminoso;
- 18 cm strato di sottobase in misto cementato;
- 20 cm strato di fondazione in misto granulare.

Per quanto riguarda il pacchetto di pavimentazione delle rampe di svincolo e delle rotatorie, esso avrà uno spessore **totale di 40 cm** e sarà così composto:

- 4 cm strato di usura;
- 6 cm strato di collegamento (binder);
- 10 cm strato di base in conglomerato bituminoso;
- 20 cm strato di fondazione in misto granulare.

#### ***14.4.2 Svincolo di Bonorva nord***

La pavimentazione stradale per l'asta principale sarà di **58 cm totali** e sarà così composta:

- 4 cm strato di usura fonoassorbente;
- 6 cm strato di collegamento (binder);
- 10 cm strato di base in conglomerato bituminoso;
- 18 cm strato di sottobase in misto cementato;
- 20 cm strato di fondazione in misto granulare.

Per quanto riguarda il pacchetto di pavimentazione delle rampe di svincolo e delle rotatorie, esso avrà uno spessore **totale di 40 cm** e sarà così composto:

- 4 cm strato di usura drenante;
- 6 cm strato di collegamento (binder);
- 10 cm strato di base in conglomerato bituminoso;
- 20 cm strato di fondazione in misto granulare.

#### ***14.4.3 Adeguamento S.P. 125***

La pavimentazione adottata è di **40 cm totali** ed è così composta:

- 4 cm di usura
- 6 cm collegamento (binder)
- 10 cm base in conglomerato bituminoso
- 20 cm fondazione in misto granulare stabilizzato

#### **14.4.4 Viabilità interpodereale**

Infine per le viabilità interpoderali il pacchetto pavimentato sarà **di 33 cm totali**, di cui si sono previsti i seguenti strati:

- 3 cm strato di usura;
- 5 cm strato di collegamento (binder);
- 10 cm strato di base in conglomerato bituminoso;
- 15 cm strato di fondazione in misto granulare.

#### **14.5 Dispositivi di ritenuta**

Con riferimento alla categoria di strada ed al tipo di traffico dedotto dall'analisi dei risultati trasportistici, ai sensi dell'art.6 del citato DM, le caratteristiche prestazionali da adottare sono:

- per quanto riguarda la statale S.S.131 in allargamento e le rampe di svincolo, è stata utilizzata una barriera H2 BLSM tipo ANAS (in acciaio) come bordo laterale;
- per quanto concerne il solo tratto di Bonorva Nord relativo all'eliminazione delle intersezioni a raso e della manovra di svolta in sinistra, con conseguente prolungamento della barriera spartitraffico, verrà adottata la tipologia di barriera bifilare classe H3 BLSM tipo ANAS (in acciaio); ciò tuttavia in continuità con la barriera monofilare esistente sarà inserita per il tratto di transizione di 100 m una barriera monofilare H3 W4 fino a quando non sarà raggiunta la larghezza utile di installazione della barriera bifilare.
- per la barriera bordo opera (cavalcavia ed opere di sostegno), si è ritenuto opportuno adottare una barriera H3 BPSM tipo ANAS (in acciaio);
- infine per le viabilità locali e poderali, in assenza dati di traffico, si è ritenuto opportuno una barriera bordo laterale di tipo N2 nei soli casi di rilevati con altezza maggiore di 1,50 m, facendo riferimento ad una strada locale tipo F extraurbana ed una tipologia di traffico II.

Per i dispositivi sopracitati di classe H2 e H3, sia Bordo Laterale che Bordo Ponte, per i quali è prevista l'applicazione di barriere tipo ANAS, la fornitura è esclusa dal presente appalto. Le caratteristiche prestazionali di tali dispositivi, desunte dalle prove di crash e riportate in base alla nuova normativa Europea (ancora non recepita dalla normativa italiana) sono:

##### **Barriera Bordo laterale H2:**

- Larghezza operativa del dispositivo: 1.70 m (W5)
- VI (intrusione del veicolo): 2.30 m (VI7).

### **Barriera Bordo Laterale H3:**

- Larghezza di Lavoro dispositivo: 1.7 m (W5)
- VI (intrusione del veicolo): 2.1 m (VI6)
- Distanza alla quale collocare ostacoli non cedibili: 2.1 m

### **Barriera Bordo Ponte H3:**

- Larghezza di Lavoro dispositivo: 1.6 m (W5)
- VI (intrusione del veicolo): 1.9 m (VI6)
- Distanza alla quale collocare ostacoli non cedibili: 1.9 m

Al fine di scongiurare qualsiasi interazione tra il sistema veicolo/barriera eventuali ostacoli non cedibili saranno collocati a 2,30 m dal fronte della barriera stessa.

Nei punti di inizio e fine barriera sarà previsto l'utilizzo di idonei dispositivi terminali semplici di tipo P1 e P2; nel passaggio tra barriere bordo ponte e bordo rilevato, è stato previsto di garantirne la continuità strutturale tramite il collegamento almeno della lama, del corrente posteriore ed inferiore con appositi giunti. In corrispondenza delle cuspidi di uscita dall'asse principale, sarà prevista l'adozione di attenuatori d'urto; inoltre secondo quanto previsto dall'art.2 del DM 28/06/2011 riguardo l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradali, essi dovranno essere muniti di marcatura CE in conformità alla norma europea, mentre l'appaltatore dovrà fornire in originale o in copia conforme i rapporti dei certificati delle prove al vero.

## **15 Opere d'arte maggiori**

Le opere d'arte maggiori ricadenti nel primo stralcio sono il cavalcavia di scavalco della S.S. 131, in corrispondenza del nuovo svincolo di Bonorva Sud e un sottovia scatolare in corrispondenza del nuovo svincolo di Bonorva Nord.

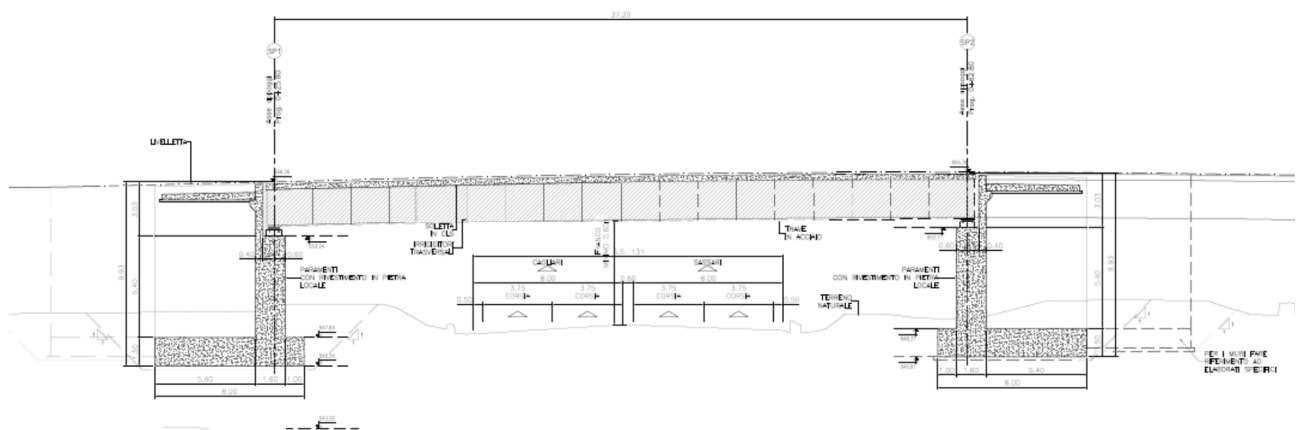
### **15.1 Cavalcavia di svincolo di Bonorva Sud km 0+941**

Il cavalcavia di attraversamento della SS131 è un'opera a singola campata, di luce poco superiore a 37 metri. L'impalcato ha una sezione trasversale di larghezza complessiva di 10,00 m, con sezione pavimentata avente una larghezza di 8,50 m, e cordoli laterali pari a 0,75 m.

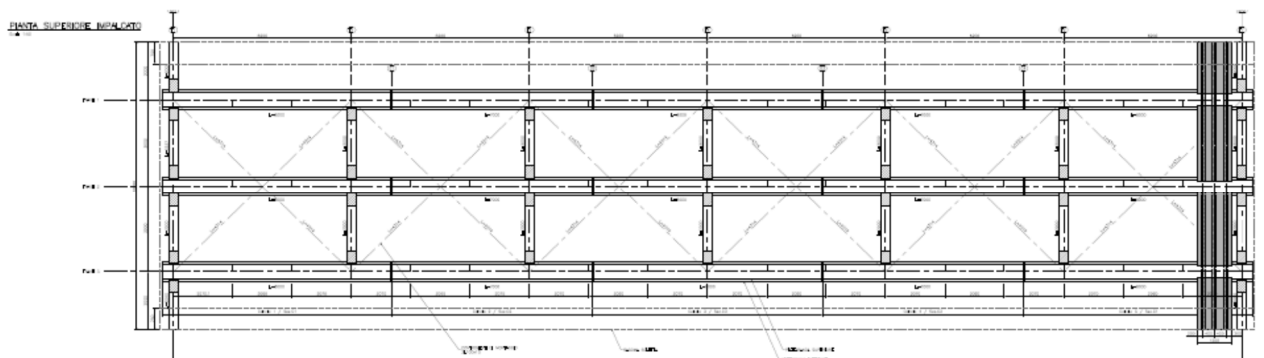
La tipologia adottata per l'impalcato è di tipo misto acciaio-calcestruzzo: le travi metalliche, in numero di tre, hanno sezione a doppio T, di altezza pari a 2,00m e sono poste ad interasse di 3,00m l'una dall'altra. La soletta, in calcestruzzo armato ordinario, ha uno spessore complessivo pari a 30 cm – 7cm di lastre prefabbricate e 23cm di getto in opera – ed è resa collaborante alle travi metalliche mediante pioli tipo Nelson.

La ripartizione trasversale dei carichi sulle travi principali è affidata ai traversi metallici di tipo pieno sia in appoggio che in campata, posti ad interasse di circa 6,20m e realizzati con profili saldati a doppio T imbullonati alle nervature verticali delle travi principali. Lo schema di vincolo alle sottostrutture prevede l'impiego di appoggi a disco elastomerico armato.

Per quanto riguarda le sottostrutture, sono state adottate spalle di tipo ordinario in cemento armato, con muri andatori laterali a sostegno del rilevato e soletta di transizione tra rilevato a tergo della spalla e l'impalcato. Le fondazioni sono di tipo diretto.



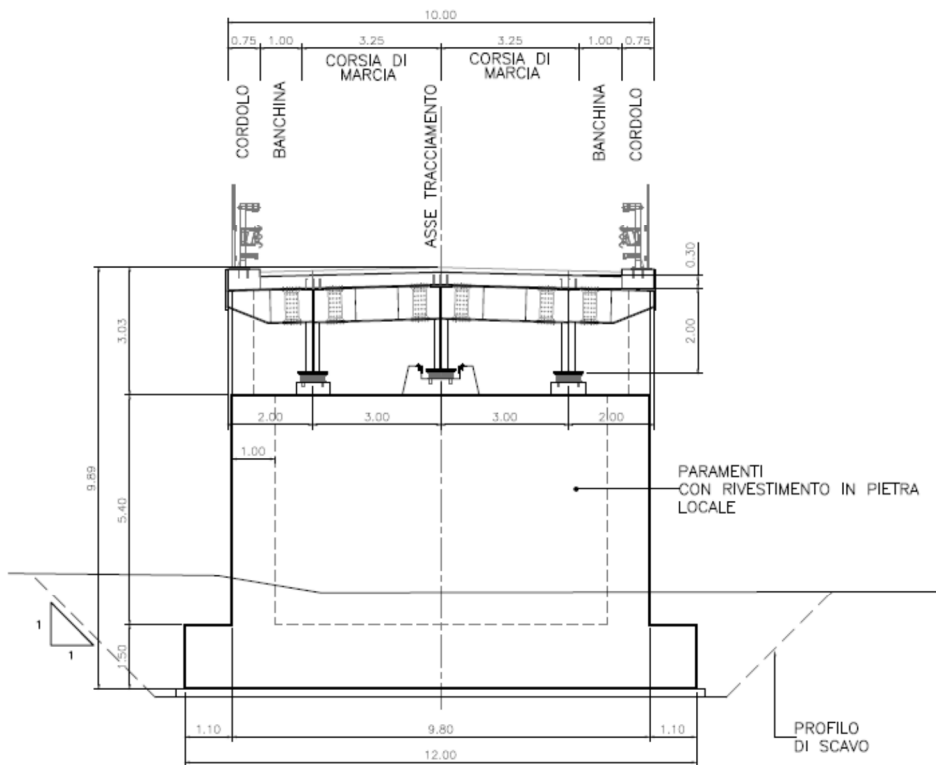
*Profilo longitudinale del cavalcavia*



*Pianta impalcato*

## SEZIONE TRASVERSALE

Scala 1:100



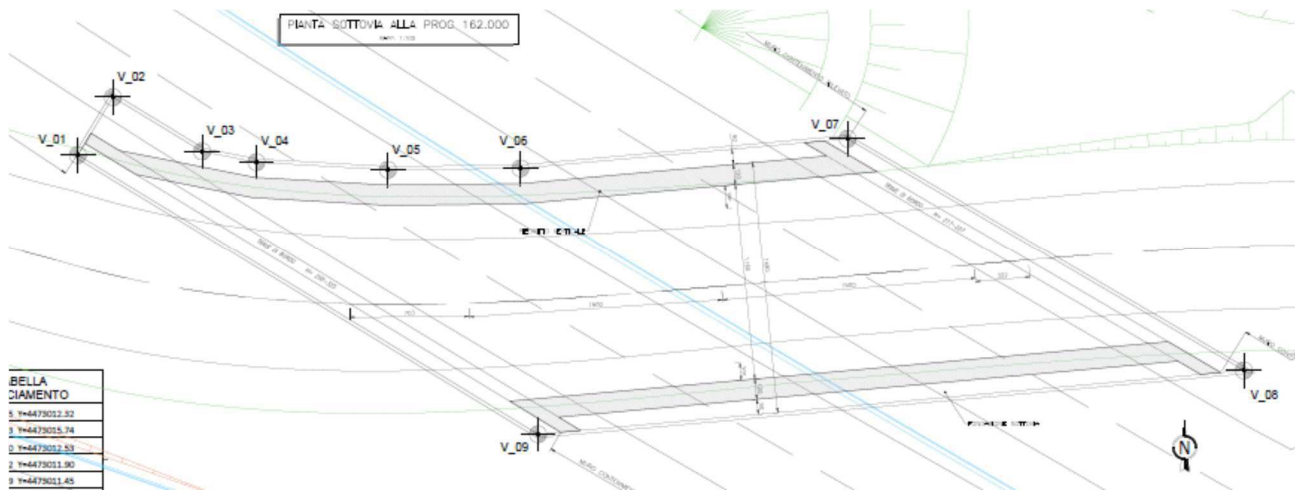
### NOTA BENE

SPALLE AMMORSATE IN ROCCIA PREVIO PRESCAVO IN ROCCIA DI SPESSORE PARI A 1,90m DAL PIANO DI POSA DELLA FONDAZIONE DI CIASCUNA SPALLA.

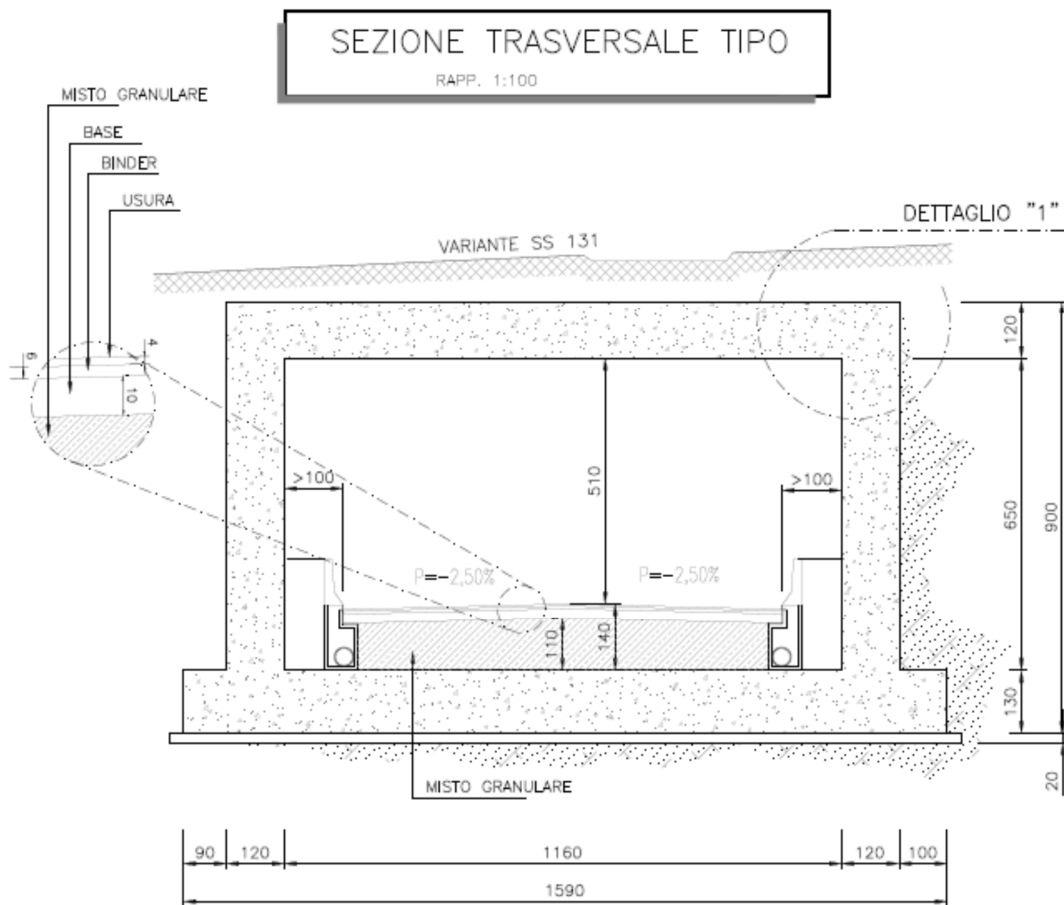
### *Sezione trasversale Spalla*

## 15.2 Sottovia di svincolo di Bonorva Nord

In corrispondenza dello svincolo di Bonorva Nord è prevista la realizzazione di un sottovia scatolare la cui lunghezza in asse è pari a circa 45 m e il cui asse è inclinato rispetto all'asse della sovrastante SS131 di circa 37°. La struttura scatolare del sottovia è in cemento armato gettato in opera, con soletta superiore e ritti di spessore pari a 1,20 m e soletta inferiore di spessore pari a 1,30 m.



*Pianta del sottovia*



*Sezione trasversale del sottovia*

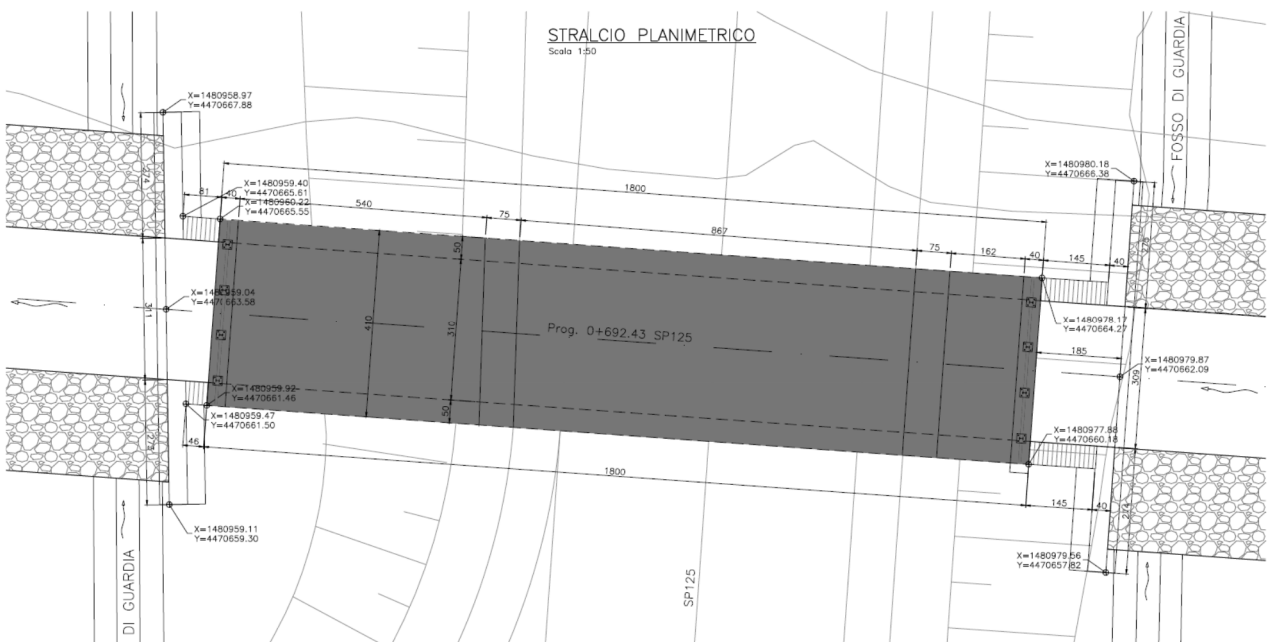
## 16 Opere d'arte minori

Per quanto riguarda le opere d'arte minori, nel progetto del presente stralcio, è prevista anche la realizzazione di nuovi attraversamenti idraulici, in virtù sia degli interventi di realizzazione dei nuovi svincoli di Bonorva Sud e di Bonorva Nord, sia degli interventi di adeguamento dell'attuale sede stradale della S.P. 125.

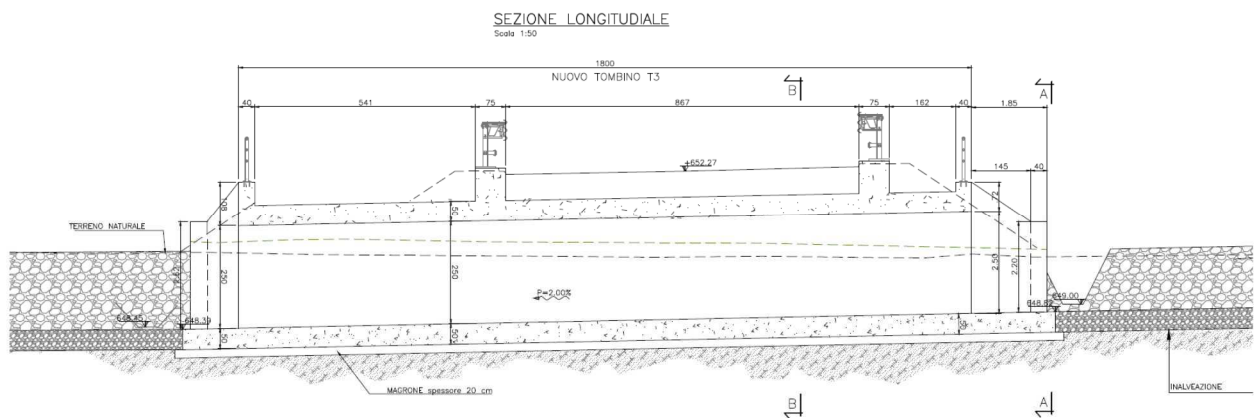
## 16.1 Svincolo di Bonorva Sud

In relazione alla nuova viabilità di svincolo di Bonorva Sud, è previsto un intervento sull'attraversamento idraulico esistente, sostanzialmente consistente in:

- demolizione del ponticello ad arco – con tutta probabilità, in muratura – presente a monte della SS131, sulla SP125 (questo tratto della strada provinciale viene dismesso, per effetto della realizzazione dei nuovi rami di svincolo), e nella successiva costruzione di un nuovo scatolare, denominato T3 (prog.0+692), più a monte dell'attuale, di medesime dimensioni dello scatolare esistente sotto la SS131: la demolizione risulta necessaria in quanto la sezione idraulica del ponticello ha dimensioni insufficienti;



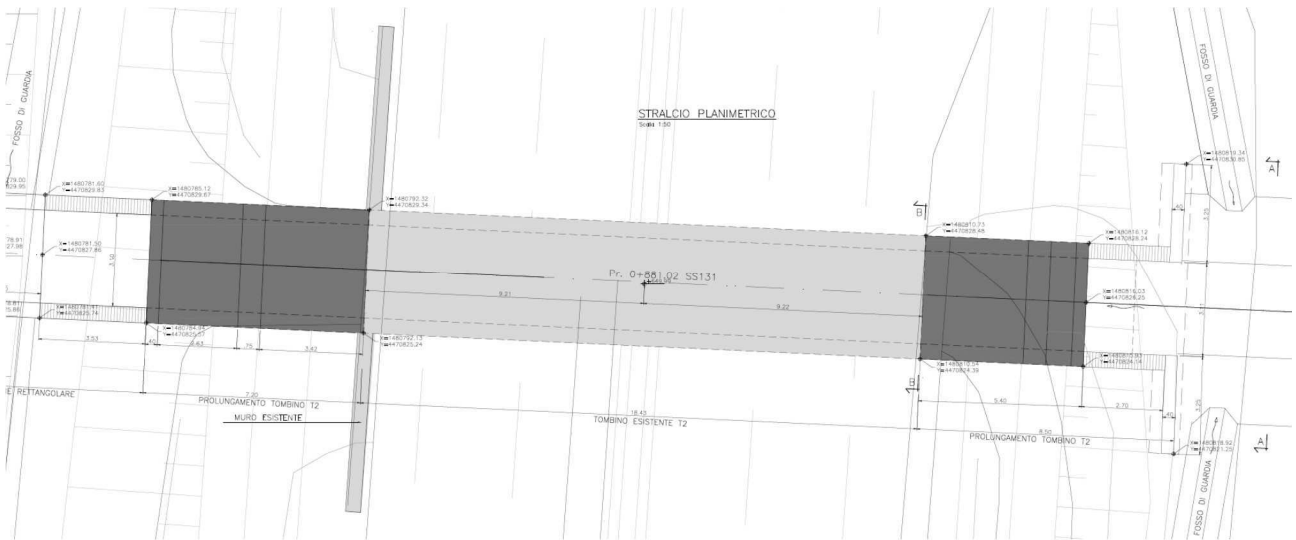
*Pianta tombino T3*



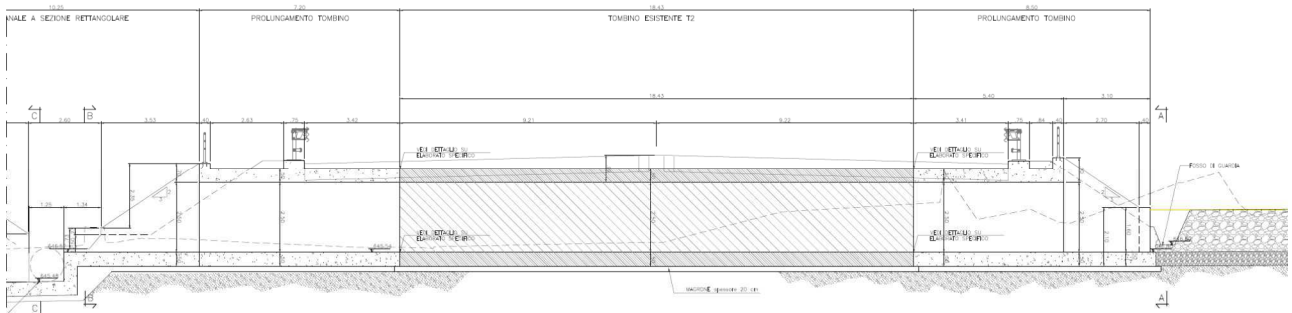
*Profilo longitudinale tombino T3*

- prolungamento del tombino scatolare esistente alla prog. 158+600 della SS131 (denominato T2, di sezione netta interna pari a 3,10m x 2,50m,) per effetto dell'allargamento della soprastante

sede stradale della SS131, dovuto alle nuove rampe di accelerazione e decelerazione previste nelle due direzioni nord e sud;



*Pianta tombino T2*



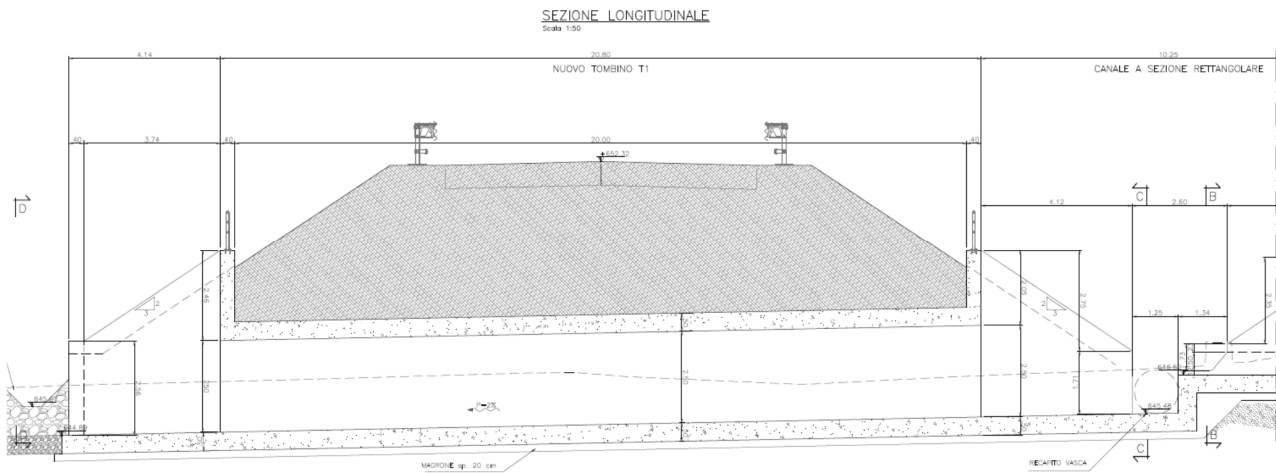
*Profilo longitudinale tombino T2*

- realizzazione di un nuovo scatolare idraulico sotto la viabilità locale 1 nord di valle (denominato T1, prog.0+137) di medesime dimensioni del tombino esistente.



*Pianta tombino T1*



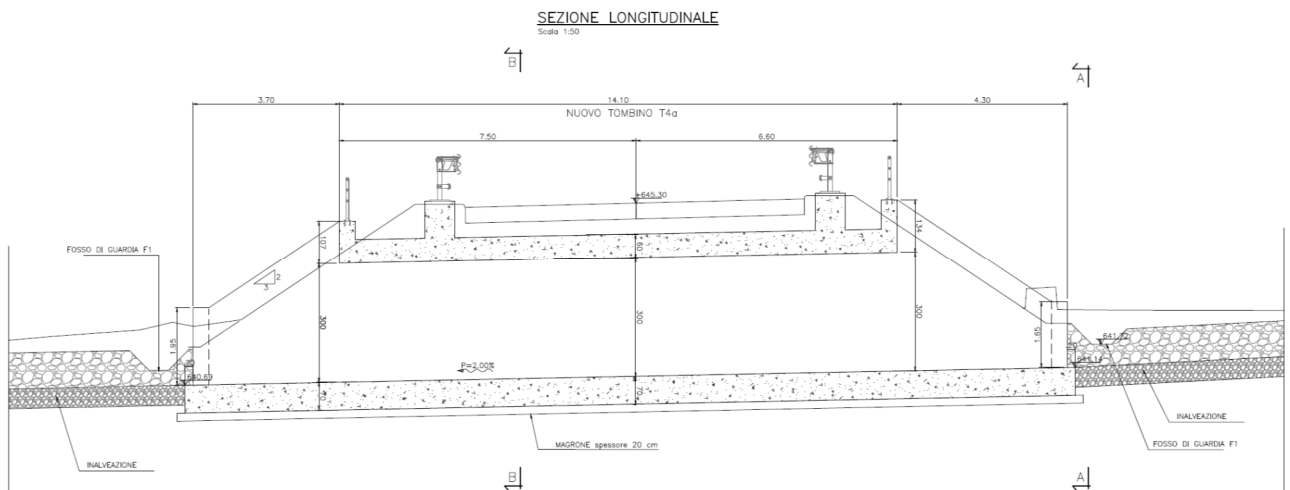


*Profilo longitudinale tombino T1*

## 16.2 S.P. 125

Sulla SP125 sono previsti due interventi di realizzazione di tombini idraulici, denominati rispettivamente T4A e T4B.

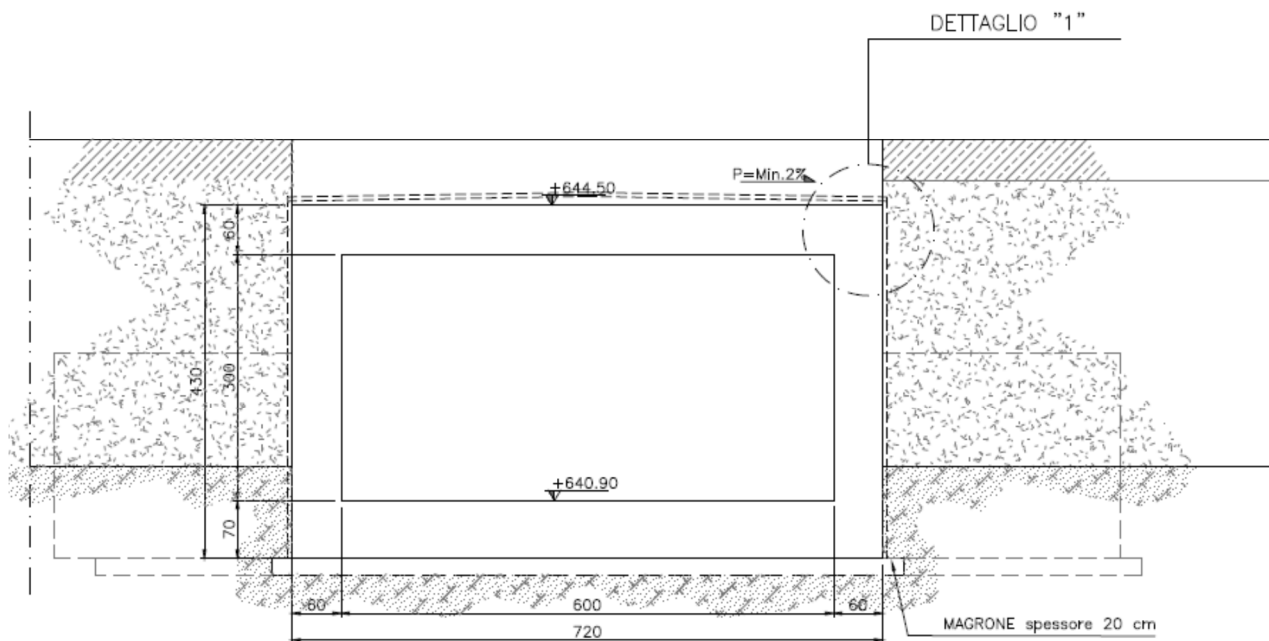
Il primo, posto alla progressiva 1+887 prevede la demolizione dell'attraversamento idraulico esistente, consistente in un ponticello in muratura di dimensioni analoghe a quello presente a Bonorva Sud, e la costruzione di uno scatolare idraulico in cemento armato ordinario di dimensioni nette interne 6,00m x 3,00m. L'esigenza di demolire l'opera esistente, coniugata con la necessità di non interrompere l'esercizio della SP125, comporta la realizzazione di una deviazione temporanea della stessa provinciale e del canale esistente per il tempo necessario alle operazioni di demolizione e costruzione del nuovo manufatto di attraversamento idraulico.



*Profilo longitudinale tombino T4a*

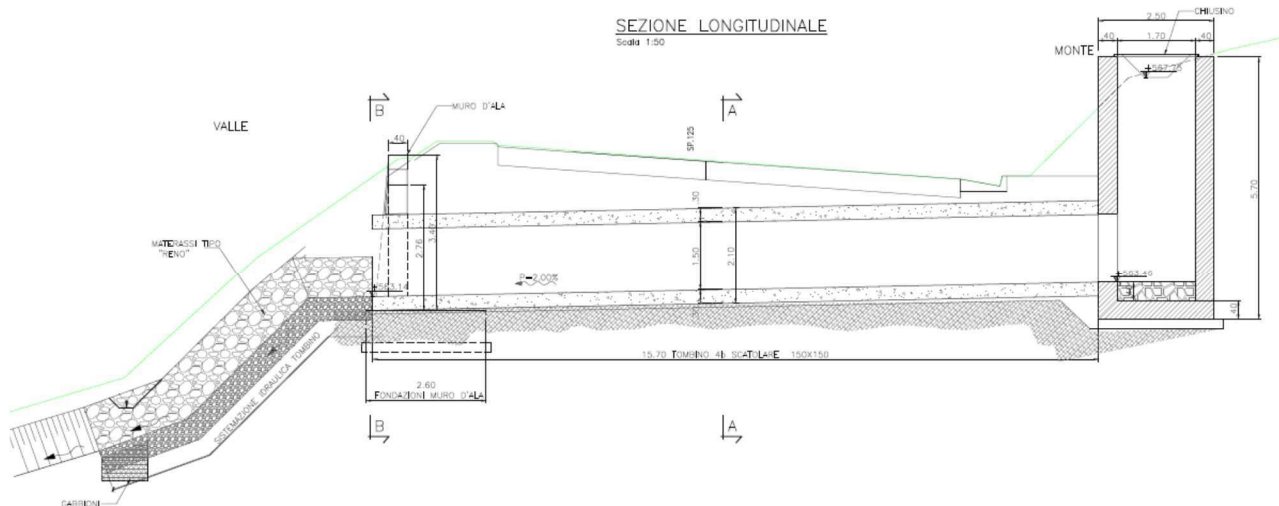
## SEZIONE B-B

Scala 1:50



*Sezione trasversale tombino T4a*

Il secondo intervento invece è relativo alla realizzazione di un tombino idraulico scatolare prefabbricato, di dimensioni 1,50m x 1,50m, alla progressiva 3+851. In questo caso è prevista l'interruzione temporanea dell'esercizio della SP125, stante anche la concomitanza di altre lavorazioni nelle vicinanze del tombino idraulico da realizzare.

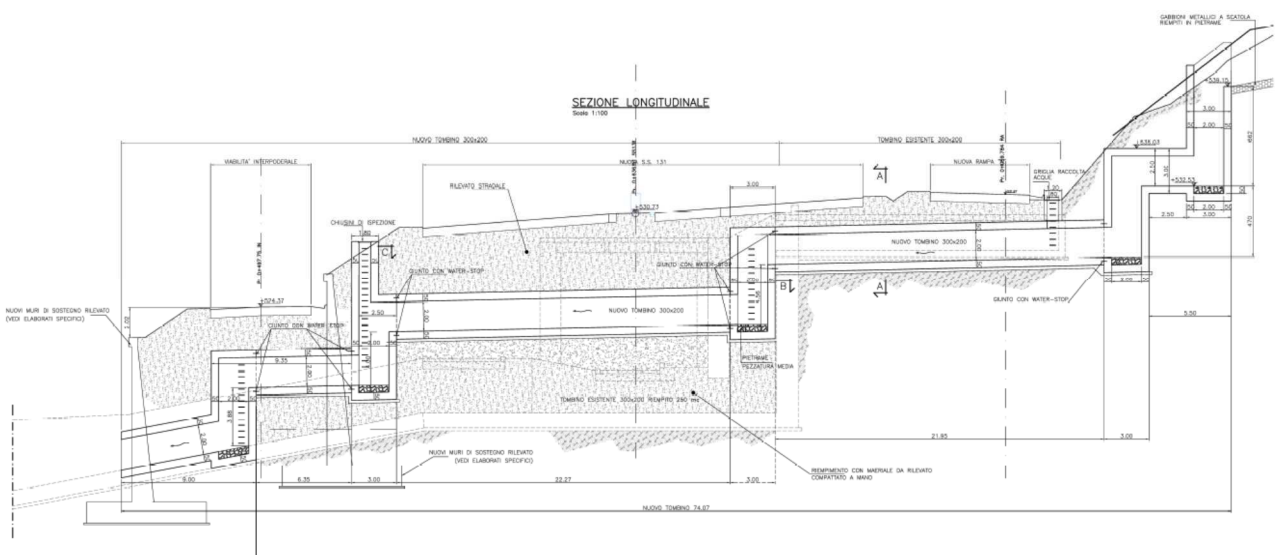


*Profilo longitudinale tombino T4b*

## 16.3 Svincolo di Bonorva Nord

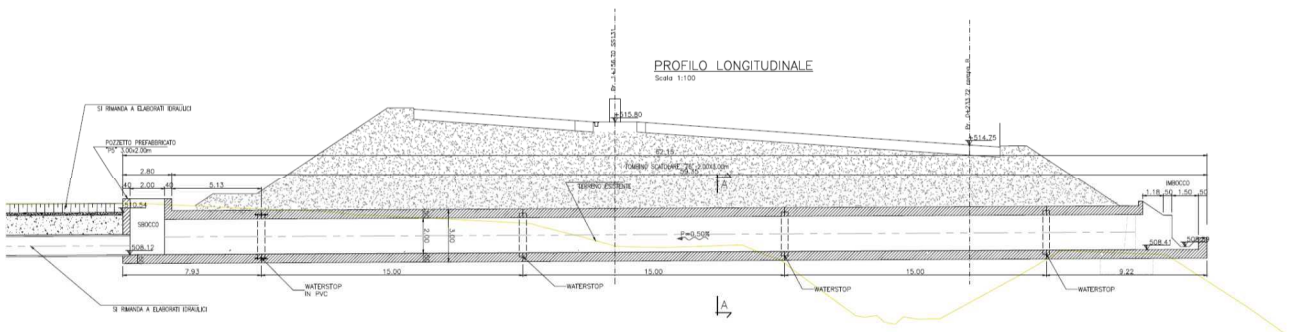
Nell'ambito della realizzazione di nuove opere d'arte minori è prevista la realizzazione di due nuovi tombini idraulici scatolari.

Il primo, denominato T5, è posto alla progressiva km 0+637, e viene realizzato in luogo dell'attuale opera, di cui, pertanto, è prevista la demolizione parziale e il tombamento di parte dell'attuale estensione. Il manufatto, realizzato con strutture scatolari in cemento armato ordinario gettato in opera, di sezione trasversale 3,00m x 2,00m, è costituito da una serie di salti, realizzati con pozzetti ispezionabili, per via della conformazione della scarpata su cui insiste e della geometria della soprastante sede stradale, sita a mezza costa e costituita dalla SS131, dalle rampe e dalla viabilità interpoderale, poste a differenti quote altimetriche.



*Profilo longitudinale Tombino T5*

Il secondo tombino, denominato T6, è ubicato alla progressiva 1+157 dell'asse di progetto della S.S. 131 ed è uno scatolare in cemento armato ordinario gettato in opera, di sezione 3m x 2m, di lunghezza pari a circa 62m.



*Profilo longitudinale tombino T6*

Nell'ambito degli interventi di realizzazione del nuovo svincolo di Bonorva Nord, oltre a quella citata per la realizzazione del tombino T5, sono previste demolizioni parziali con successivo tombamento di altre opere esistenti, riportate di seguito:

- la farfalla ferroviaria e i relativi muri andatori (cod. elab. T00ST02STRDI01A);
- il ponticello ferroviario a singola campata posto a nord della suddetta farfalla (cod. elab. T00ST03STRDI01A);
- il sottopasso armco esistente (cod. elab. T00ST03STRDI01A)

per le quali si rimanda agli elaborati grafici di dettaglio.

## 16.4 Tombini idraulici circolari

Nell'elenco seguente sono riportati i tombini idraulici circolari di linea in corrispondenza degli svincoli di Bonorva sud e nord, per le cui caratteristiche di dettaglio si rimanda agli elaborati di specifici di idraulica.

<b>Bonorva SUD</b>						
n.	opera	Asse stradale	sezione	Tipo opera	Diam. (mm)	Lunghezza canna
C1	Tombino D 800	Rampa D BS	RDB-3	Circolare	800	15,75
C2	Tombino D 800	Rampa A BS	RA-5	Circolare	800	14
C3	Tombino D 1200	Rampa A BS	SP 125-64	Circolare	1200	42,6
C4	Tombino D 800	Rampa D BS	RD-7	Circolare	800	19,7
C5	Tombino D 800	Locale 1 BS	1-39	Circolare	800	22,6

<b>Bonorva NORD</b>						
n.	opera	Asse stradale	sezione	Tipo opera	diam (mm)	Lunghezza canna
C1	Tombino D 800	Rampa A BN	RA-15	Circolare	800	15,7
C2	Tombino D 800	Rampa A BN	RA-20	Circolare	800	20,05
C3	Tombino D 800	Rampa B BN	RB-3	Circolare	800	19,5
C4	Tombino D 1200	Roto Sud	Altr 2	Circolare	1200	30,45
C5	Tombino D 1200	Interpoderale 3	IN3-1/2	Circolare	1200	21,8
C6	Tombino D 1200	Interpoderale 1	IN1-3	Circolare	1200	7,1
C7	Tombino D 800	Via Pozzomaggiore SP 8	SP 08-3	Circolare	800	13
C8	Tombino D 800	Via Pozzomaggiore SP 8	SP 08-6	Circolare	800	10,74
C9	Tombino D 800	Rampa D BN	RD-8	Circolare	800	12,6

Infine è previsto un tombino scatolare 3,10x2,50, con canna di lunghezza 9,80 m, in corrispondenza della strada interpoderale a valle dell'area di deposito Badde e Rena.

## **17 Impianti tecnologici**

### **17.1 Impianti di illuminazione intersezioni stradali**

L'obiettivo che si desidera raggiungere con l'illuminazione stradale è quello di assicurare un senso di sicurezza e di comfort analogo a quello che l'utente può avere durante le ore diurne.

Lo scopo si ottiene quando l'illuminazione trasmette ai conducenti adeguate informazioni visive sullo stato del tracciato che si appresta a percorrere, al movimento di altri veicoli ed alla presenza di ostacoli.

L'impianto d'illuminazione delle intersezioni stradali presenti in progetto è stato sviluppato, per l'aspetto illuminotecnico, secondo le indicazioni della UNI EN 11248:2016.

La progettazione ha inoltre recepito le indicazioni contenute nella nota ANAS CDG-0155210-P del 26/11/2014 "Standardizzazione degli impianti tecnologici, contenimento e monitoraggio dei relativi consumi energetici" e quanto previsto nel D.G.R. n.48/31 del 29/11/07 della Regione Sardegna: "Linee guida e modalità tecniche d'attuazione per la riduzione dell'inquinamento luminoso e acustico e il conseguente risparmio energetico".

In merito all'approvvigionamento elettrico necessario per l'alimentazione degli impianti di illuminazione, il progetto prevede di utilizzare l'alimentazione in bassa tensione garantita, in ciascuno dei due svincoli (Bonorva Nord e Bonorva Sud), da una specifica fornitura del distributore locale di energia elettrica.

La distribuzione elettrica è assicurata da linee elettriche poste all'interno di tubazioni in PVC interrate.

Per quanto riguarda la tipologia dei cavi elettrici, per scongiurare l'annoso problema dei furti dei cavi in rame, si prevede l'utilizzo di cavi unipolari in alluminio del tipo ARG7R 0.6-1/kV.

Il carico elettrico è distribuito su più circuiti per assicurare un minore disservizio in presenza di un guasto ad una linea.

L'impianto è previsto del tipo a doppio isolamento che consente di evitare il sistema di messa a terra e le relative verifiche periodiche.

Per quanto riguarda le caratteristiche specifiche degli impianti di illuminazione, il progetto prevede di utilizzare apparecchiature a LED di nuova generazione ad alta efficienza luminosa abbinate a sistemi di regolazione del flusso luminoso mediante sistema di comunicazione ad "onde convogliate".

Per ciascun impianto è previsto un sistema per il monitoraggio del funzionamento e dei consumi associati; ciascun impianto sarà quindi supervisionato e telecontrollato dalla SOC di Cagliari che acquisirà, in tempo reale, i seguenti parametri elettrici: tensione, corrente, fattore di potenza ed energia, stato dell'armatura stradale.

I punti luce sono costituiti da sostegni metallici del tipo stradale aventi un'altezza fuori terra di metri 9 dotati di sbraccio ed equipaggiati con armatura stradale a LED costituita da:

- corpo in pressofusione di alluminio verniciato a polvere;
- chiusura: vetro piano temperato con ottica full cut-off;
- grado di protezione vano accessori e vano ottico: IP66;
- alimentatore elettronico con sistema di controllo.

I blocchi di fondazione saranno di forma parallelepipedica, monolitica; in ciascun blocco di fondazione sarà ricavato il foro per l'infissione del palo, di dimensioni leggermente superiore al diametro di base del palo stesso, ed i fori di passaggio dei cavi.

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

## **18 Monitoraggio incidentalità e traffico**

### **18.1 Monitoraggio incidentalità**

Tra le raccomandazioni espresse dal CIPE con delibera 108/2015 vi è la seguente:

*“2.1.1 Sviluppare, nelle fasi successive della progettazione e a valle della realizzazione delle opere, un attento monitoraggio degli effetti prodotti dagli interventi all'esame; (omissis) in considerazione del fatto che l'intervento di messa in sicurezza è asseritamente parziale, non potendosi realisticamente presupporre un completo.”*

Anas, anche per ottemperare agli impegni previsti dal Contratto di Programma con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, svolge attività di rilevamento, analisi ed elaborazione dei dati di incidentalità. In particolare:

- a) elabora ed analizza i dati pubblicati annualmente da ISTAT/ACI relativi agli incidenti con lesioni a persone (morti e feriti);

b) rileva e raccoglie i dati relativi agli eventi incidentali che si verificano sulla rete stradale in gestione attraverso il personale Anas preposto alla sorveglianza ed al pronto intervento.

Uno dei principali obiettivi che Anas sta perseguendo è quello di sviluppare un sistema integrato per la classificazione della sicurezza della rete stradale in esercizio, in conformità a quanto previsto dal D.Lgs. 35/11, seguendo diverse linee di azione, tra le quali:

- promozione e predisposizione di convenzioni e accordi per l'acquisizione, l'elaborazione e l'analisi dei dati di incidentalità nazionali sulla rete di competenza;
- promozione e partecipazione a progetti finalizzati alla caratterizzazione del fenomeno dell'incidentalità stradale;
- analisi ed elaborazione dei dati di incidentalità e relativa classificazione della rete stradale di competenza sotto il profilo della sicurezza stradale.

Si riportano nel seguito le principali attività, svolte ed avviate, che si ritiene potranno efficacemente concorrere al monitoraggio degli effetti prodotti sul fenomeno dell'incidentalità dalla realizzazione degli interventi sulla SS 131.

### ***18.1.1 Banca dati ISTAT/ACI***

Per favorire l'analisi ed elaborazione dei dati di incidentalità e la classificazione della rete stradale ANAS sotto il profilo della sicurezza stradale è stata creata una banca dati pluriennale dei dati ISTAT/ACI relativa all'intera rete stradale nazionale, oltre 56.000 km di strade (ovvero 56.000 record) con dati dal 2011 al 2015. Tale banca dati viene annualmente aggiornata a seguito della pubblicazione ufficiale da parte di ACI dei dati relativi agli incidenti localizzati.

La suddetta banca dati è stata, inoltre, caratterizzata con campi dedicati all'individuazione del gestore, dei centri abitati, delle caratteristiche principali della piattaforma (n. carreggiate e n. corsie) e della classificazione tecnico-funzionale, ciò al fine di pervenire ad una rapida elaborazione di indicatori e tassi di incidentalità che sono alla base di studi ed approfondimenti specifici della rete stradale.

### ***18.1.2 Accordo quadro con ACI***

È stato perfezionato un Accordo Quadro con ACI di durata quinquennale, finalizzato all'avvio di attività di studio, ricerca ed analisi per il miglioramento della sicurezza della rete stradale. Tali attività consentiranno di dare inizio ad un processo virtuoso che, a partire da una più completa elaborazione dei dati di traffico ed incidentalità, consentirà la classificazione della rete in termini di

pericolosità, l'individuazione delle criticità e, conseguentemente, la definizione delle priorità di intervento.

Nell'ambito di tale accordo è stato attivato un Tavolo Tecnico, istituito per coordinare e monitorare le attività da svolgere, ottenendo come primo risultato da parte di Anas l'acquisizione dei microdati degli incidenti stradali avvenuti sulla rete gestita nel periodo 2010/2015. Tale DB contiene tutte le informazioni rilevate per il singolo evento incidentale, con la sola eccezione dei dati personali (es. targa) e delle condizioni psicofisiche dei conducenti.

### ***18.1.3 Raccolta interna dati incidentalità***

Anas dispone di una banca dati relativa agli incidenti rilevati dal personale operativo su strada, tali dati vengono inviati alle Sale Operative Compartimentali, raccolti e aggregati dalla Sala Operativa Nazionale e successivamente elaborati.

Tale rilevazione interna, pur essendo ancora incompleta rispetto al dato ufficiale ISTAT/ACI per ciò che riguarda gli incidenti con persone coinvolte, rappresenta comunque una fonte supplementare ed importantissima di informazioni necessarie alle valutazioni della sicurezza della rete Anas, perché anche gli eventi che non comportano danni alle persone possono essere, invece, indicativi di carenze strutturali e manutentive e quindi fornire elementi utili alla pianificazione degli interventi.

Per tale motivo è stato avviato un progetto finalizzato al miglioramento delle modalità di rilievo e quindi della consistenza e della qualità dei dati raccolti. Tale progetto prevede la digitalizzazione della scheda di raccolta dati, l'omogeneizzazione delle informazioni acquisite e l'integrazione con le diverse banche dati aziendali che per scopi differenti utilizzano informazioni afferenti gli eventi incidentali.

### ***18.1.4 Gruppo di lavoro MIT***

Anas partecipa attivamente al "Gruppo di lavoro sull'incidentalità, i trasporti e le infrastrutture stradali" nominato e coordinato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

In tale ambito, in collaborazione con ACI, sta predisponendo uno studio analogo a quello richiesto dalla raccomandazione 2.1.1 della Delibera CIPE per gli interventi sulla SS 131. Infatti, si stanno analizzando gli effetti sul fenomeno dell'incidentalità di alcuni interventi inseriti nel "Programma per il miglioramento della sicurezza sulla rete stradale nazionale (art.15 Legge 166/02)". L'analisi degli incidenti ante e post intervento sarà condotta sia sulla base della banca dati



ISTAT/ACI degli incidenti localizzati, sia sulla base dei microdati forniti da ACI relativi ad un arco temporale sufficientemente ampio da garantire l'attendibilità statistica dei risultati.

### ***18.1.5 Conclusioni***

Anas ha intrapreso un percorso di collaborazione con le principali istituzioni nazionali attive sul tema della raccolta ed analisi dei dati di incidentalità stradale con conseguenze sulla salute delle persone. Tale percorso è orientato sia ad incrementare sia la conoscenza dal punto di vista statistico e fenomenologico sia la capacità di analisi del rischio intrinseco legato all'infrastruttura e la relativa individuazione delle soluzioni per il suo abbattimento/annullamento.

Al suo interno ha in atto attività di organizzazione delle informazioni raccolte atte a poter fornire una ulteriore fonte informativa sulla quale poter effettuare valutazioni ex post a seguito della realizzazione degli interventi 1° e 2° stralcio dei nodi critici della SS 131.

L'esperienza acquisita con le attività condotte per il Gruppo di lavoro sull'incidentalità, i trasporti e le infrastrutture stradali permetterà l'individuazione delle caratteristiche progettuali da inserire in un programma complessivo di monitoraggio degli effetti degli interventi effettuati sulla rete.

Tale monitoraggio, infatti, non potrà che estendersi a periodi statisticamente significativi per il fenomeno in analisi (generalmente quinquennali con minimi triennali), sarà in grado di valutare gli effetti anche su interventi non diffusi (punti neri) e dovrà costituire un'utile riscontro sulla bontà ed efficacia delle soluzioni adottate e fornire ulteriori elementi per la scelta quelle future.

## **18.2 Monitoraggio traffico**

Tra le raccomandazioni espresse dal CIPE con delibera 108/2015 vi è la seguente:

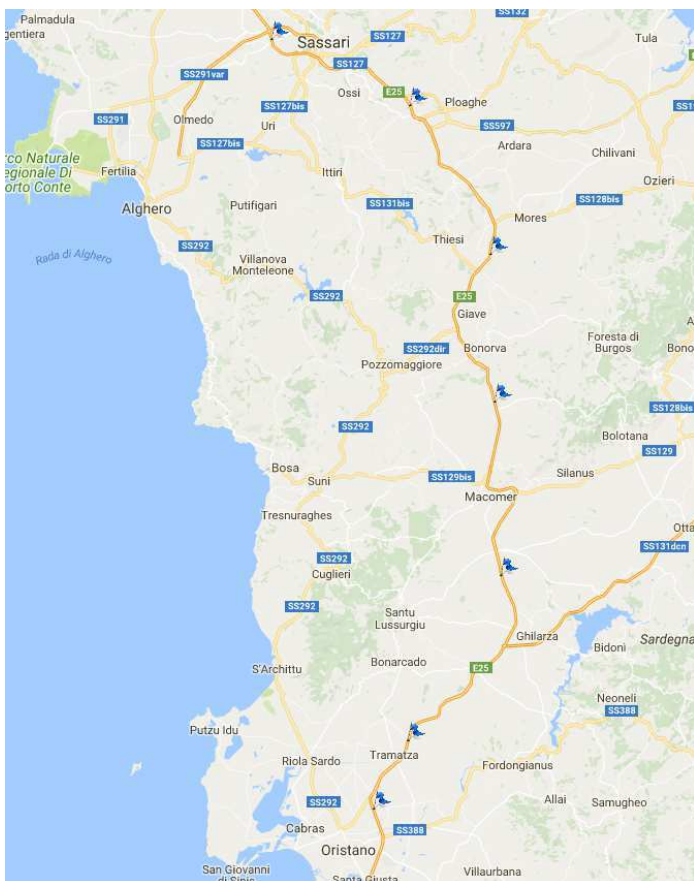
*“2.1.2 Sviluppare, nel prosieguo dell'iter progettuale e costruttivo delle opere, nonché nelle fasi susseguenti alla messa in esercizio, un'intensa azione di osservazione e monitoraggio, anche mediante predisposizione di appositi sistemi di acquisizione automatica di dati con particolare attenzione ai volumi e alla composizione del traffico e alla distribuzione delle velocità di marcia; ciò al fine di verificare, a posteriori, la validità delle ipotesi assunte per la selezione degli interventi progettati e per l'impostazione progettuale degli stessi.”*

### ***18.2.1 Il sistema di rilevamento del traffico Anas***

Sulla rete in gestione Anas è stato realizzato nell'anno 2011 il sistema nazionale di rilevamento del traffico e dell'incidentalità, nato per dare risposta al quadro normativo nazionale e

comunitario (CdS e norme europee), alle esigenze tecniche ed amministrative (progettazione e pianificazione delle infrastrutture stradali, loro manutenzione, KI, etc.) ed a quelle di sicurezza in merito alle statistiche di circolazione stradale.

La realizzazione della rete di sensori su strada per il rilevamento traffico e della piattaforma software per l'archiviazione ed analisi dei dati, rappresentano un importante sviluppo aziendale per la misura del traffico e delle condizioni di circolazione sulla rete stradale in gestione.



Attraverso l'automazione della raccolta ed archiviazione delle caratteristiche dei singoli transiti rilevate dal sistema viene popolato la base dati del sistema PANAMA (Piattaforma Anas Monitoraggio ed Analisi), attraverso cui Anas misura e analizza le condizioni di traffico ai fini statistici. Il sistema permette inoltre il monitoraggio dei flussi di traffico quale supporto alla gestione tempestiva degli eventi e della attività su strada.

In riferimento alla tratta Oristano-Sassari sono state realizzate sette sezioni di monitoraggio rispettivamente ai km 97+520 – 106+820 – 132+030 – 155+870 – 175+720 – 196+650 e 215+720.

Negli ultimi cinque anni, in corrispondenza di tali sezioni, il sistema ha archiviato con continuità le informazioni rilevate dalle postazioni di misura su strada, con l'eccezione dei periodi di malfunzionamento delle centraline o dei sensori di corsia.

Si rende inoltre noto che sono in corso le attività per l'appalto delle future attività di manutenzione ordinaria e straordinaria sul sistema esistente, nonché dell'ampliamento delle sezioni di misura del sistema PANAMA.

A titolo di esempio si riportano nel seguito alcuni tipi di elaborazioni già ad oggi disponibili su una postazione campione della tratta interessata dai futuri interventi 1° e 2° stralcio dei nodi critici della SS 131, elaborati per il periodo aprile maggio 2017.

Plausibilità - totale dati: escluso nessun dato con copertura < del 100% (93 % copertura giorni attesi)

Plausibilità - stato dati: escluso nessun dato con stato sensori guasto

Corsie

4

Tecnologia Sensori  
 Alimentazione

Spire induttive  
 Da rete

Profilo tracciato  
 Tipo tracciato

Rettilineo  
 Misto

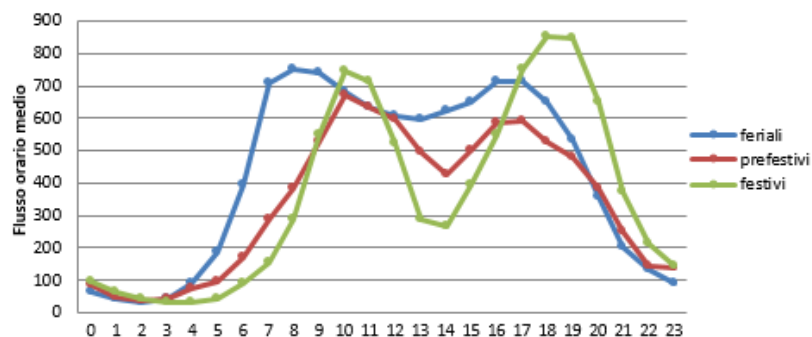


CAGLIARI

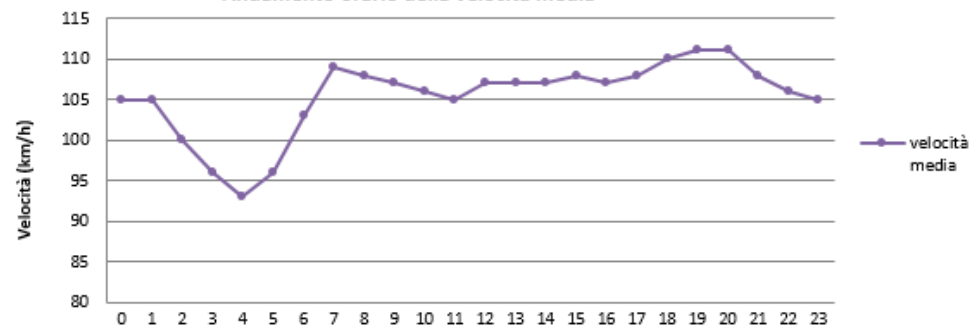
40,1861 (N) – 8,7912 (E)



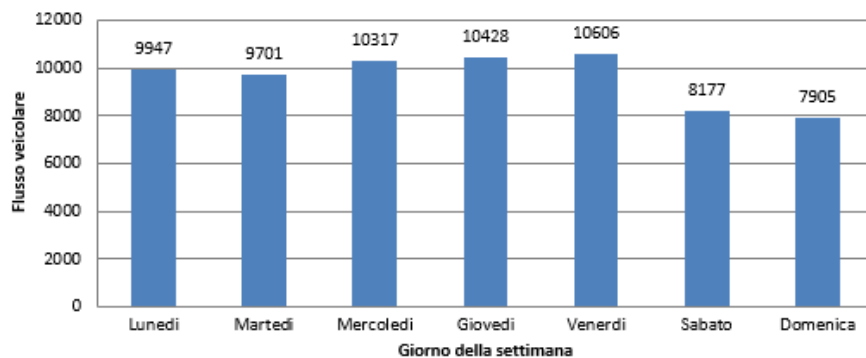
Andamento orario medio dei flussi di traffico



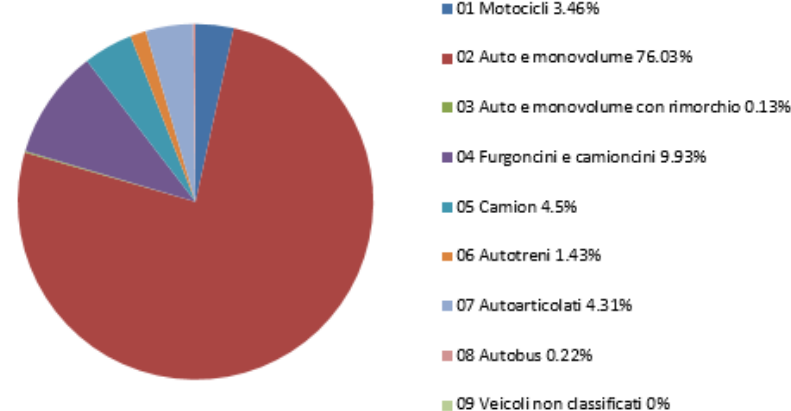
Andamento orario della velocità media



Veicoli giornalieri medi



Distribuzione dei veicoli



Percentuale dei livelli di servizio 1



A 100.00% B 0.00%  
C 0.00% D 0.00%  
E 0.00% F 0.00%

Percentuale dei livelli di servizio 2



A 100.00% B 0.00%  
C 0.00% D 0.00%  
E 0.00% F 0.00%

A: flusso libero, basse portate e alte velocità  
B: flusso stabile, bassa probabilità di condizionamenti, modesta limitazione velocità  
C: flusso stabile, bassa probabilità di condizionamento, velocità desiderata, libertà di manovra condizionata  
D: flusso fra stabile e instabile, per temporanee restrizioni, velocità possibile accettabile, ma molto condizionata dalla circolazione, libertà di manovra scarsa, flusso instabile con possibilità di temporanei arresti  
E: portata tendente alla capacità (massimo flusso che la strada è in grado di smaltire), velocità operativa bassa  
F: portata inferiore alla capacità e con tendenza ad annullarsi per l'arresto della colonna in conseguenza di congestioni a valle

**Indicatori principali:**

TGM (Traffico giornaliero medio):

9529 veicoli

Ora di punta:

17/04/2017 18:00-19:00

Velocità media fascia 06:00 – 20:00:

1366 veicoli

Velocità media fascia 20:00 – 22:00:

110 km/h

Velocità media fascia 22:00 – 06:00:

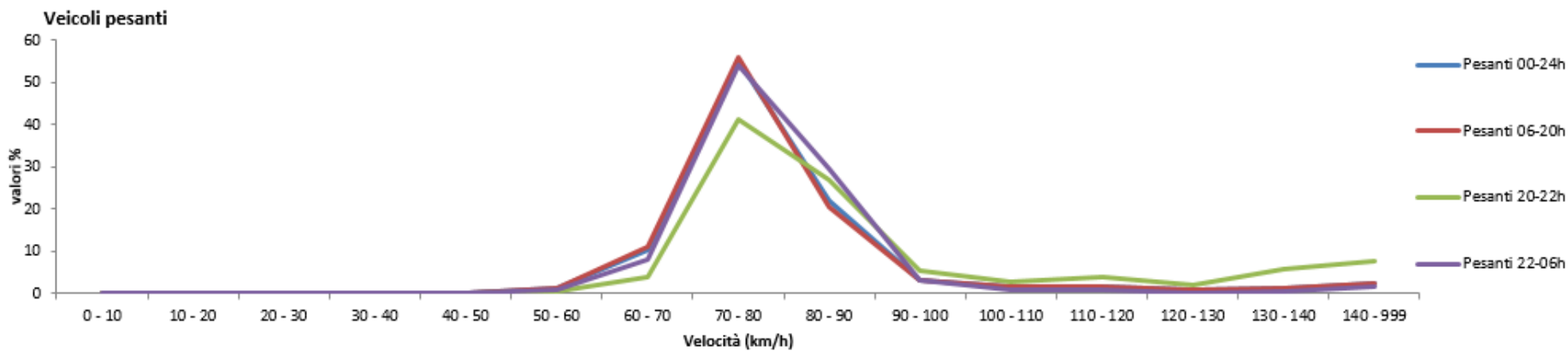
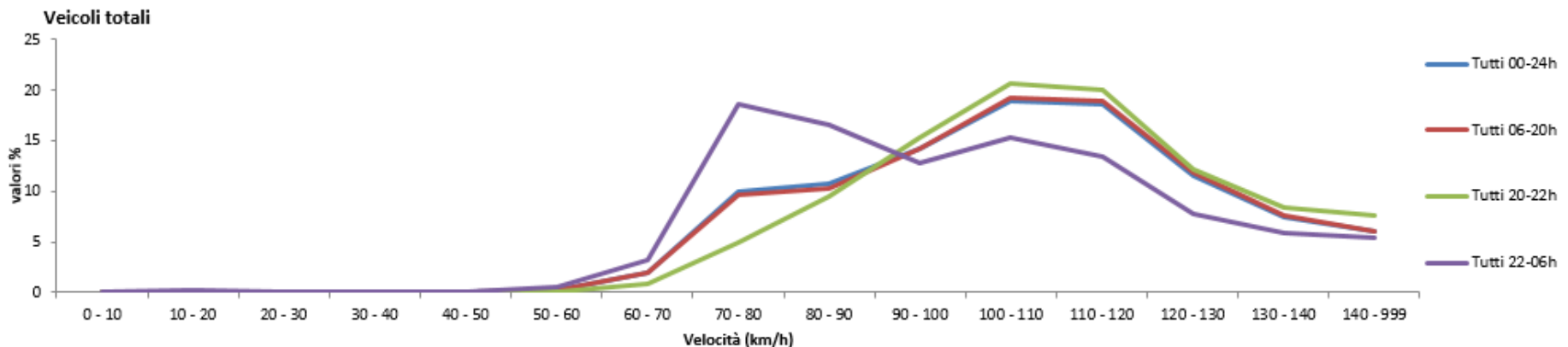
101 km/h

## Distribuzione velocità per il periodo: 01/04/2017 - 31/05/2017

### Tratta n. 910: SS131, Km 132.033, Aidomaggiore(OR)

Plausibilità - totale dati: escluso nessun dato con copertura < del 100% (97 % copertura giorni attesi)

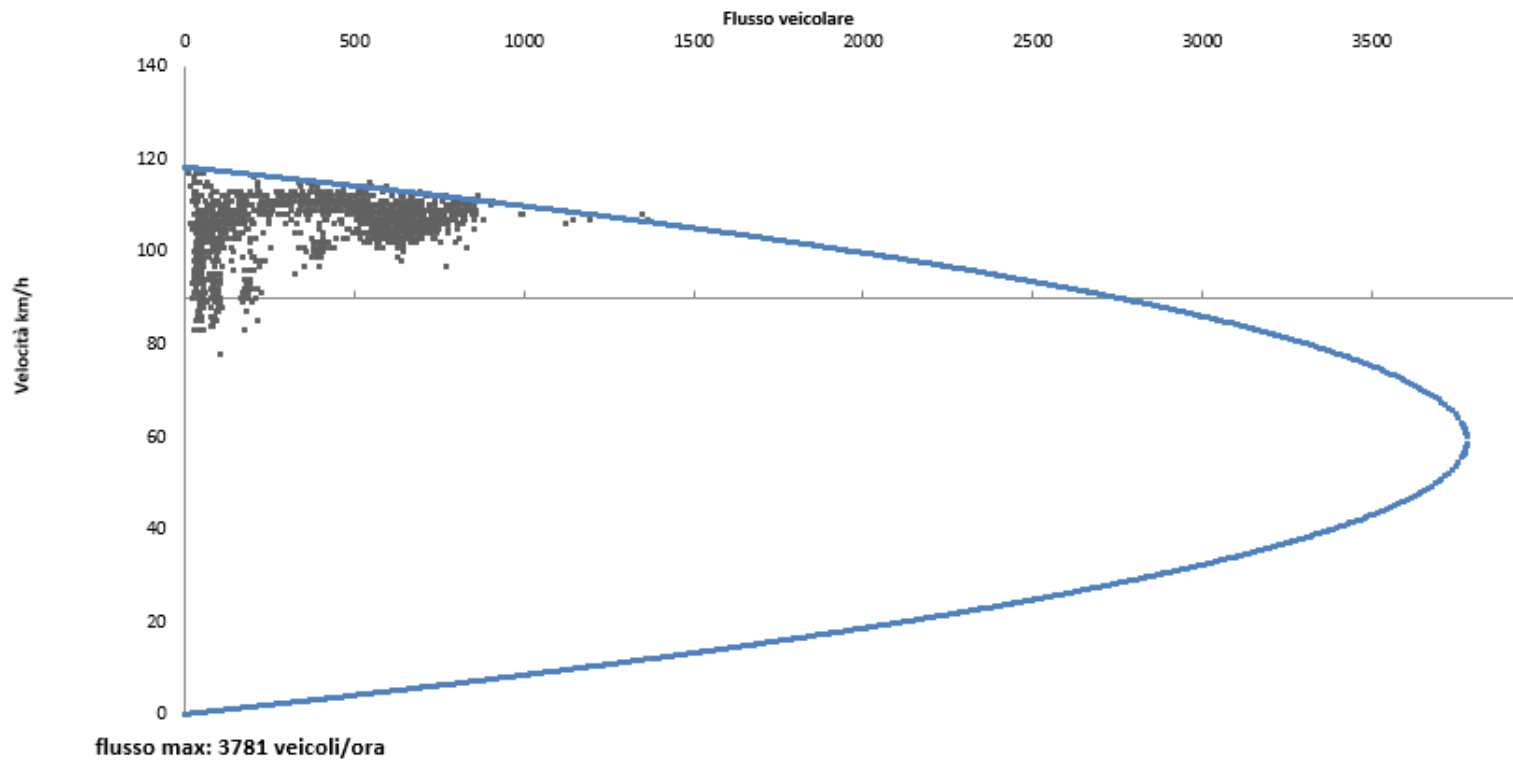
Plausibilità - stato dati: escluso nessun dato con stato sensori guasto



Distribuzione delle velocità al variare del volume Q: 01/04/2017 - 31/05/2017  
Tratta n. 910: SS131, Km 132.033, Aidomaggiore(OR)

Plausibilità - totale dati: escluso nessun dato con copertura < del 100% (97 % copertura giorni attesi)

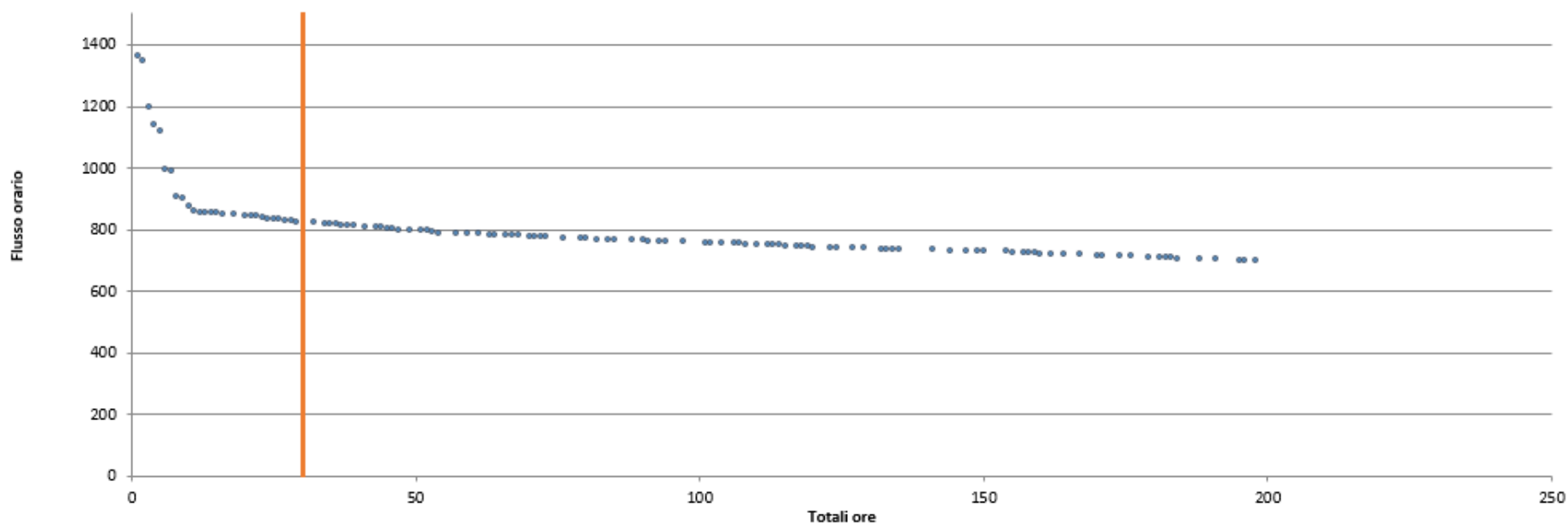
Plausibilità - stato dati: escluso nessun dato con stato sensori guasto



Flusso della 30ma ora per il periodo: 01/04/2017 - 31/05/2017  
Tratta n. 910: SS131, Km 132.033, Aidomaggiore(OR)

Plausibilità - totale dati: escluso nessun dato con copertura < del 100% (97 % copertura giorni attesi)

Plausibilità - stato dati: escluso nessun dato con stato sensori guasto



Flusso della trentesima ora: 824

Il flusso della trentesima ora è il flusso orario il cui valore viene raggiunto soltanto da 30 ore all'anno

## Distribuzione veicoli da 01/04/2017 al 31/05/2017 Tratta n. 910: SS131, Km 132.033, Aidomaggiore(OR)

### Giorni festivi

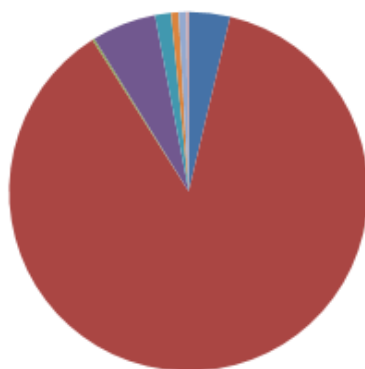
Plausibilità - totale dati: escluso nessun dato con copertura < del 100% (92 % copertura giorni attesi)

Plausibilità - stato dati: escluso nessun dato con stato sensori guasto

### Classificazione media giornaliera

#### Classificazione mezzi

01 Motocicli	316
02 Auto e monovolume	7419
03 Auto e monovolume con rimorchio	16
04 Furgoncini e camioncini	493
05 Camion	122
06 Autotreni	57
07 Autoarticolati	60
08 Autobus	16
09 Veicoli non classificati	0



■ 01 Motocicli 3.72%	■ 02 Auto e monovolume 87.3%
■ 03 Auto e monovolume con rimorchio 0.19%	■ 04 Furgoncini e camioncini 5.8%
■ 05 Camion 1.44%	■ 06 Autotreni 0.67%
■ 07 Autoarticolati 0.71%	■ 08 Autobus 0.19%
■ 09 Veicoli non classificati 0%	

### Medie giornaliere

	06:00 – 20:00	20:00 – 22:00	22:00 – 06:00	0 – 24 h
Leggeri	6538	1020	688	8244
Pesanti	198	24	31	255
<b>Totali</b>	<b>6736</b>	<b>1044</b>	<b>719</b>	<b>8498</b>



Distribuzione veicoli da 01/04/2017 al 31/05/2017  
Tratta n. 910: SS131, Km 132.033, Aidomaggiore(OR)

**Giorni feriali**

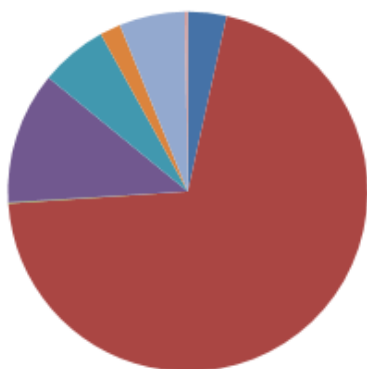
Plausibilità - totale dati: escluso nessun dato con copertura < del 100% ( 97 % copertura giorni attesi)

Plausibilità - stato dati: escluso nessun dato con stato sensori guasto

**Classificazione media giornaliera**

Classificazione mezzi

01 Motocicli	353
02 Auto e monovolume	7165
03 Auto e monovolume con rimorchio	10
04 Furgoncini e camioncini	1208
05 Camion	615
06 Autotreni	190
07 Autoarticolati	601
08 Autobus	26
09 Veicoli non classificati	0



■ 01 Motocicli 3.47%	■ 02 Auto e monovolume 70.47%
■ 03 Auto e monovolume con rimorchio 0.1%	■ 04 Furgoncini e camioncini 11.88%
■ 05 Camion 6.05%	■ 06 Autotreni 1.87%
■ 07 Autoarticolati 5.91%	■ 08 Autobus 0.26%
■ 09 Veicoli non classificati 0%	

**Medie giornaliere**

	06:00 – 20:00	20:00 – 22:00	22:00 – 06:00	0 – 24 h
Leggeri	7726	524	482	8736
Pesanti	1191	38	204	1432
<b>Totali</b>	<b>8917</b>	<b>562</b>	<b>686</b>	<b>10168</b>

## **18.2.2 Conclusioni**

In riferimento alla raccomandazione 2.1.2, quindi, si rende quindi noto che internamente ad Anas è già operativo un sistema di Monitoraggio ed Analisi, in grado di misurare il traffico veicolare raccogliendo informazioni sul numero e tipologia dei mezzi in transito, sulla loro velocità istantanea sulle sezioni di monitoraggio.

Attraverso il futuro Accordo Quadro di prossimo appalto potranno essere effettuate le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria sul sistema esistente, nonché verranno effettuate nuove realizzazioni per l'ampliamento delle sezioni di misura del sistema PANAMA.

Nei futuri sviluppi potranno essere introdotte ulteriori tecnologie in grado di rilevare le caratteristiche di deflusso lungo tratte più o meno estese (tempo di tratta), superando il limite attuale del sistema associato alla sola misurazione delle velocità istantanee sulla sezione di rilevamento.

La disponibilità dei dati sia in forma aggregata sia granulare garantisce la possibilità di effettuare analisi incrociate ex post indagando congiuntamente sia le caratteristiche degli incidenti sia le caratteristiche del traffico fornendo un quadro esaustivo dei singoli aspetti e delle loro relazioni causali.

## **19 Cantierizzazione**

Lo studio della cantierizzazione è stato condotto in relazione all'analisi puntuale delle caratteristiche localizzative, costruttive e dei fabbisogni generati da ogni singolo intervento relativo ai lavori di previsti in progetto, ed alla necessità di rispettare i tempi di realizzazione degli interventi.

La cantierizzazione proposta è connessa al programma dei lavori e si basa su alcune necessità operative, ed in particolare:

- collocazione delle aree di cantiere in posizione limitrofa alle aree d'intervento, al fine di consentire il facile raggiungimento dei siti di lavorazione, limitando quanto possibile il disturbo determinato dalla movimentazione di mezzi;
- ricerca di localizzazioni baricentriche rispetto all'estesa area di pertinenza, in modo da ottimizzare gli spostamenti e le fasi di intervento;
- possibilità di garantire un agevole accesso viario, in relazione anche alle modalità di approvvigionamento/smaltimento dei materiali;
- minima interruzione e/o occupazione della viabilità esistente;

- utilizzo della viabilità esistente riducendo al massimo la necessità di aprire nuove piste;
- limitazione, per quanto possibile, degli impatti indotti sugli eventuali ricettori insediati in prossimità delle aree operative ed, in generale, la riduzione al minimo di potenziali interferenze ambientali al contorno e lungo le vie di accesso;
- utilizzo di aree che potranno essere facilmente recuperate e risistemate al termine dei lavori, minimizzando l'occupazione temporanea di aree non espropriate;
- costante rispetto delle necessità di transito dei frontisti;
- evitare qualsiasi interferenza diretta con Aree e/o Beni vincolati.

Ognuno dei principi enunciati trova la migliore soluzione nella cantierizzazione proposta che, combinata con i tempi esecutivi, porta alle seguenti ottimali soluzioni organizzative.

### 19.1 Ubicazione delle aree di cantiere

Per la realizzazione degli interventi del 1° stralcio sono previsti tre cantieri distinti, distribuiti lungo il tratto sotteso dai lavori, in grado di ospitare almeno una parte degli addetti ai lavori. Si può pensare, infatti, che possano ricercarsi anche soluzioni di alloggio in strutture esistenti nel circondario (case e appartamenti da affittare), ma per la soluzione del vitto è necessaria l'installazione di idonee mense.

Di seguito si riporta l'ubicazione di dettaglio dei cantieri logistico e operativi lungo l'asse della S.S. 131.

<b>Opera di riferimento</b>	<b>Ubicazione Km</b>	<b>Cantiere logistico mq</b>	<b>Cantiere operativo mq</b>
svincolo Bonorva sud	159+000	5.800	8.000
complanare sud SP 125	160+250	/	7.500
svincolo Bonorva nord	162+500	/	9.850

Per una descrizione di dettaglio dei cantieri, della loro accessibilità, delle opere di mitigazione adottate in fase di cantierizzazione e delle operazioni di ripristino delle aree di cantiere si rimanda alla Relazione di cantierizzazione (codice elaborato T00CA00CANRE01A).

### 19.2 Fasi dei lavori

Per la descrizione della sequenza logica e temporale delle lavorazioni occorre far riferimento alle planimetrie delle fasi di realizzazione (cod. elab. T00CA00CANPE01A-04A). I lavori del primo stralcio sono riconducibili a tre principali aree:

- l'area dello svincolo di Bonorva sud;
- l'area dell'adeguamento della S.P. 125;
- l'area dello svincolo di Bonorva nord.

Per ciascuna area si procede a realizzare i lavori in tre distinte fasi, al fine di consentire l'esecuzione sotto traffico, deviando lo stesso alternativamente su una delle due carreggiate, al fine di eliminare le interferenze tra il flusso veicolare, i mezzi d'opera ed il personale addetto all'esecuzione dei lavori. Le diverse fasi e le opere in realizzazione sono illustrate graficamente nella serie di "Planimetrie fasi di realizzazione" (cod. elab. T00CA00CANPE01A-04A) e le relazioni temporali tra le fase e le sottofasi sono illustrate del diagramma di Gantt del Cronoprogramma di progetto (cod. elab. T00CA00CANCRO1A). Nel cronoprogramma sono riportate anche le attività di esecuzione delle indagini archeologiche di 2<sup>a</sup> fase, se necessarie, e le indagini del Piano di Monitoraggio Ambientale in opera.

Nello stesso Cronoprogramma sono indicate le attività prodromiche all'esecuzione dei lavori, tra cui l'esecuzione degli espropri e delle occupazioni, la rimozione delle interferenze, l'acquisizione delle autorizzazione per la bonifica degli ordigni bellici, l'esecuzione della bonifica degli ordigni bellici.

## ***19.2.1 Fasi dei lavori svincolo di Bonorva sud***

### **19.2.1.1 Fase 1**

Le lavorazioni in corrispondenza dello svincolo di Bonorva sud inizialmente riguardano il tratto fuori sede del tracciato della S.P. 125 sotteso allo svincolo, i tratti fuori sede delle rampe C, D, della rampa bidirezionale, della viabilità locale nord, e l'allargamento lato ovest viabilità locale sud. Contestualmente è prevista la costruzione degli scatolari idraulici T1, T3 e dell'inalveazione a monte, e della vasca di presidio idraulico. Del cavalcavia di attraversamento al km 159+050 saranno realizzati le opere di fondazione e l'elevazione della sola spalla ovest.

Le durate delle fasi ed i periodi di esecuzione sono riportate nella tabella seguente.

<b>Struttura</b>	<b>Nome attività</b>	<b>Durata</b>	<b>Inizio</b>	<b>Fine</b>
<b>1.8.4.1</b>	<b>Svincolo Bonorva Sud</b>	<b>480 g</b>	<b>28/02/01y</b>	<b>06/06/02y</b>
<b>1.8.4.1.1</b>	<b>Fase 1</b>	<b>120 g</b>	<b>28/02/01y</b>	<b>23/06/01y</b>
1.8.4.1.1.1	Tombino scatolare T1 viabilità locale 1 Nord	60 g	28/02/01y	26/04/01y
1.8.4.1.1.2	Tombino scatolare T3 e inalveazione a monte	60 g	28/02/01y	26/04/01y
1.8.4.1.1.3	SP125 tratto di svincolo fuori sede da km 0+210 a km 1+155	120 g	28/02/01y	23/06/01y
1.8.4.1.1.4	Rampe C, D e D bidirezionale fuori sede	120 g	28/02/01y	23/06/01y
1.8.4.1.1.5	Viabilità interpodereale 1 Sud tratto fuori sede e allargamento lato ovest	60 g	28/02/01y	26/04/01y

Struttura	Nome attività	Durata	Inizio	Fine
1.8.4.1.1.6	Viabilità locale 1 Nord tratto fuori sede	120 g	28/02/01y	23/06/01y
1.8.4.1.1.7	Vasca svincolo Bonorva sud	45 g	11/05/01y	23/06/01y

### 19.2.1.2 Fase 2

La seconda fase è caratterizzata dalla chiusura temporanea della corsia di marcia della carreggiata SS e quindi da quelle lavorazioni che si svolgono in prossimità della carreggiata SS, ma prive di interferenza con la corrente di traffico in direzione nord. Appartengono a tale tipologia le lavorazioni di realizzazione delle corsie specializzate delle rampe A e B, il prolungamento del tombino T2 lato est, le opere di fondazione e di elevazione della spalla est, il completamento dei tratti di S.P. 125 di connessione con la viabilità presente sul lato est, le lavorazioni di completamento della viabilità locale nord. In tale fase è prevista la messa a dimora delle opere a verde.

Le durate delle fasi ed i periodi di esecuzione sono riportate nella tabella seguente.

Struttura	Nome attività	Durata	Inizio	Fine
<b>1.8.4.1</b>	<b>Svincolo Bonorva Sud</b>	<b>480 g</b>	<b>28/02/y01</b>	<b>06/06/y02</b>
<b>1.8.4.1.2</b>	<b>Fase 2 Parzializzazione traffico carreggiata SS su corsia sorpasso</b>	<b>180 g</b>	<b>23/06/01y</b>	<b>14/12/01y</b>
1.8.4.1.2.1	Tombino T2 prolungamento lato Est	30 g	23/06/01y	22/07/01y
1.8.4.1.2.2	Completamento Rampe C e D e realizzazione corsie specializzate	120 g	23/06/01y	17/10/01y
1.8.4.1.2.3	Impianti rampe C e D	60 g	23/06/01y	20/08/01y
1.8.4.1.2.4	SP125 Completamento tratti in sede	60 g	17/10/01y	14/12/01y
1.8.4.1.2.5	Completamento viabilità locale 1 Nord	15 g	23/06/01y	08/07/01y
1.8.4.1.2.6	Opere a verde 1^ fase: messa a dimora	150 g	22/07/01y	14/12/01y

### 19.2.1.3 Fase 3

L'ultima fase dell'area dello svincolo di Bonorva sud prevede chiusura temporanea della corsia di marcia della carreggiata CA e la riapertura al traffico della corsia di marcia della carreggiata SS. In tale fase vengono eseguite le lavorazioni in affiancamento alla carreggiata lato CA necessarie alla realizzazione delle corsie specializzate della rampe A e B, il varo delle travi del cavalcavia, la realizzazione dell'impalcato, il prolungamento del tombino T2 lato ovest, l'inalveazione a valle del tombino T3, e tutte le opere di finitura, pavimentazione e segnaletica.

In tale fase è prevista la manutenzione e la verifica di attecchimento delle essenze messe a dimora nella fase precedente.

Le durate delle fasi ed i periodi di esecuzione sono riportate nella tabella seguente.

Struttura	Nome attività	Durata	Inizio	Fine
<b>1.8.4.1</b>	<b>Svincolo Bonorva Sud</b>	<b>480 g</b>	<b>28/02/y01</b>	<b>06/06/y02</b>

<b>Struttura</b>	<b>Nome attività</b>	<b>Durata</b>	<b>Inizio</b>	<b>Fine</b>
<b>1.8.4.1.3</b>	<b>Fase 3 Parzializzazione traffico carreggiata CA su corsia sorpasso</b>	<b>180 g</b>	<b>14/12/01y</b>	<b>06/06/02y</b>
1.8.4.1.3.1	Tombino T2 prolungamento lato Ovest	30 g	14/12/01y	12/01/02y
1.8.4.1.3.2	Completamento Rampe A e B e realizzazione corsie specializzate	120 g	14/12/01y	09/04/02y
1.8.4.1.3.3	Impianti rampe A e B	60 g	09/04/02y	06/06/02y
1.8.4.1.3.4	Inalveazione tombini T1 T2 T3	60 g	14/12/01y	10/02/02y
1.8.4.1.3.5	Completamento viabilità locale Sud	90 g	14/12/01y	11/03/02y
1.8.4.1.3.6	Pavimentazione e segnaletica svincolo	30 g	09/04/02y	08/05/02y
1.8.4.1.3.7	Opere di finitura	30 g	24/04/02y	22/05/02y
1.8.4.1.3.8	Opere a verde 2^ fase: manutenzione e verifica attecchimento	150 g	14/12/01y	08/05/02y
1.8.4.1.4	Cavalcavia	361 g	28/02/01y	11/02/02y
1.8.4.1.4.1	Spalla Ovest e muri andatori con deviazione provvisoria traffico	60 g	28/02/01y	26/04/01y
1.8.4.1.4.1.1	Scavo	10 g	28/02/01y	09/03/01y
1.8.4.1.4.1.2	Fondazioni	20 g	09/03/01y	28/03/01y
1.8.4.1.4.1.3	Struttura di elevazione	30 g	29/03/01y	26/04/01y
1.8.4.1.4.2	Spalla Est e muri andatori con deviazione provvisoria traffico	60 g	23/06/01y	20/08/01y
1.8.4.1.4.2.1	Scavo	10 g	23/06/01y	03/07/01y
1.8.4.1.4.2.2	Fondazioni	20 g	03/07/01y	22/07/01y
1.8.4.1.4.2.3	Struttura di elevazione	30 g	22/07/01y	20/08/01y
1.8.4.1.4.3	Varo trave	1 g	14/12/01y	15/12/01y
1.8.4.1.4.4	Impalcato	60 g	15/12/01y	11/02/02y
1.8.4.2	Adeguamento SP125	315 g	28/02/01y	29/12/01y

## **19.2.2 Fasi dei lavori S.P. 125**

### **19.2.2.1 Fase 1**

Nella 1^ fase si provvederà alla realizzazione della deviazione provvisoria alla progressiva chilometrica 0+548, che consente la successiva demolizione del ponticello esistente in corrispondenza del tombino T4a, la costruzione del tombino T4a con adeguamento della luce idraulica. Contestualmente è prevista la chiusura al traffico della SP125, per consentire la realizzazione del tombino T4b, alla progressiva di progetto 2+540. Nella prima fase è prevista l'esecuzione degli allargamenti della S.P 125 lato monte, dalla sez. 1 alla sez. 110 e dalla sez. 151 alla sez. 166, e lato valle dalla sez. 111 alla sez. 144, nonché la costruzione del muro di sotto scarpa in corrispondenza del tornante al km 2+900 e della paratia tra le sez.118-128. In tale fase vengono inoltre avviate le operazioni di perlustrazione, bonifica e disaggio del costone roccioso sovrastante la S.P. 125, e la messa a dimora delle opere a verde.

Le durate delle fasi ed i periodi di esecuzione sono riportate nella tabella seguente.

<b>Struttura</b>	<b>Nome attività</b>	<b>Durata</b>	<b>Inizio</b>	<b>Fine</b>
<b>1.6.4.2</b>	<b>Adeguamento SP 125</b>	<b>315 g</b>	<b>28/02/01y</b>	<b>29/12/01y</b>
<b>1.8.4.2.1</b>	<b>Fase 1 SP125</b>	<b>150 g</b>	<b>28/02/01y</b>	<b>22/07/01y</b>
1.8.4.2.1.1	Deviazione provvisoria Tombino T4A	7 g	28/02/01y	06/03/01y
1.8.4.2.1.2	Demolizione Tombino T4A	14 g	06/03/01y	20/03/01y
1.8.4.2.1.3	Tombino T4A	45 g	20/03/01y	02/05/01y
1.8.4.2.1.4	Allargamento SP125 lato monte km 1+335 - 3+525 e km 4+320 - 4+636	120 g	28/02/01y	23/06/01y
1.8.4.2.1.5	Trattamento corticale OS12	20 g	28/02/01y	19/03/01y
1.8.4.2.1.6	Muro OS11	21 g	28/02/01y	20/03/01y
1.8.4.2.1.6.1	Sbancamento e fondazione	3 g	28/02/01y	02/03/01y
1.8.4.2.1.6.2	Struttura in elevazione	15 g	03/03/01y	17/03/01y
1.8.4.2.1.6.3	Riempimento a tergo e realizzazione opere di drenaggio	3 g	17/03/01y	20/03/01y
1.8.4.2.1.7	Allargamento SP125 lato valle km 3+525 - 4+200	60 g	17/03/01y	14/05/01y
1.8.4.2.1.8	Opera di contenimento OS01	150 g	28/02/01y	22/07/01y
1.8.4.2.1.8.1	Realizzazione paratia	90 g	28/02/01y	25/05/01y
1.8.4.2.1.8.2	Demolizione muro esistente	30 g	27/04/01y	25/05/01y
1.8.4.2.1.8.3	Rivestimento paratia	60 g	26/05/01y	22/07/01y
1.8.4.2.2	Interruzione traffico SP125 Tombino T4B	15 g	06/03/01y	21/03/01y
1.8.4.2.3	Muro tornante OS02	90 g	28/02/01y	25/05/01y
1.8.4.2.3.1	Scavo	10 g	28/02/01y	09/03/01y
1.8.4.2.3.2	Fondazioni	35 g	09/03/01y	12/04/01y

### 19.2.2.2 Fase 2

La seconda fase è caratterizzata dalle attività di completamento dell'allargamento/ adeguamento della SP125 e dall'esecuzione delle operazioni di perlustrazione, bonifica e disaggio del costone roccioso sovrastante la S.P. 125, la posa in opere della barriera paramassi a protezione della S.P. 125 e la messa a dimora delle opere a verde.

Le durate delle fasi ed i periodi di esecuzione sono riportate nella tabella seguente.

<b>Struttura</b>	<b>Nome attività</b>	<b>Durata</b>	<b>Inizio</b>	<b>Fine</b>
<b>1.6.4.2</b>	<b>Adeguamento SP 125</b>	<b>315 g</b>	<b>28/02/01y</b>	<b>29/12/01y</b>
<b>1.8.4.2.4</b>	<b>Fase 2 SP125</b>	<b>120 g</b>	<b>22/07/01y</b>	<b>15/11/01y</b>
1.8.4.2.4.1	Completamento allargamento SP125	120 g	22/07/01y	15/11/01y
1.8.4.2.4.2	OS13 Barriere paramassi	120 g	22/07/01y	15/11/01y
1.8.4.2.5	Perlustrazione, disaggio e bonifica costone SP125	90 g	23/06/01y	18/09/01y
1.8.4.2.6	Opere a verde 1^ fase: messa a dimora	120 g	23/06/01y	17/10/01y
1.8.4.2.4	Fase 2 SP125	120 g	22/07/01y	15/11/01y

### 19.2.2.3 Fase 3

Nella terza fase della S.P. 125 verranno eseguite le attività di pavimentazione, delle opere di finitura e prosecuzione della manutenzione e verifica di attecchimento delle essenze messe a dimora nelle fasi precedenti.

Le durate delle fasi ed i periodi di esecuzione sono riportate nella tabella seguente.

Struttura	Nome attività	Durata	Inizio	Fine
<b>1.6.4.2</b>	<b>Adeguamento SP 125</b>	<b>315 g</b>	<b>28/02/01y</b>	<b>29/12/01y</b>
<b>1.8.4.2.7</b>	<b>Fase 3 SP125</b>	<b>45 g</b>	<b>15/11/01y</b>	<b>29/12/01y</b>
1.8.4.2.7.1	Pavimentazione	30 g	15/11/01y	14/12/01y
1.8.4.2.7.2	Opere di finitura	30 g	30/11/01y	29/12/01y
1.8.4.2.8	Opere a verde 2 <sup>a</sup> fase: manutenzione e verifica attaccamento	60 g	17/10/01y	14/12/01y

### **19.2.3 Fasi dei lavori svincolo di Bonorva nord**

#### **19.2.3.1 Fase 1**

La parte più significativa ed impegnativa del primo stralcio è rappresentata dallo svincolo di Bonorva nord, sia in relazione alla realizzazione del tratto in variante della SS131 sotto traffico ed in corrispondenza di un'area morfologicamente complessa, che alla presenza delle molteplici opere di sostegno previste in progetto. Nella prima fase, caratterizzata dalla chiusura temporanea della carreggiata SS, verranno realizzate le opere fuori sede, quali parte della rampa A, la rampa B con muro di sottoscarpa, parte del tombino T6 alla progressiva di progetto 1+155, parte della strada di collegamento Pozzomaggiore – Bonorva, con relativo sottovia scatolare e muri andatori, paratia rampa A, previa demolizione del muro esistente. La larghezza della piattaforma delle rampe A e B è prevista di 7 m, al fine di consentire lo spostamento del traffico della SS131 sulle stesse in 2<sup>a</sup> fase, che funzioneranno da deviazione provvisoria bidirezionale. Contestualmente a tali opere verranno eseguite le operazioni di riempimento del sottovia ferroviario S.S. 131, del sottovia ferroviario S.P. 43 e le demolizioni degli impalcati (per il sottovia ferroviario S.S. 131 la demolizione sarà parziale a partire dal lato SS). Contestualmente saranno realizzate le opere fuori sede lato Pozzomaggiore, quali la demolizione del tombino esistente e successiva realizzazione del tombino T5, le viabilità interpoderali 2 e 3.

Le durate delle fasi ed i periodi di esecuzione sono riportate nella tabella seguente.

Struttura	Nome attività	Durata	Inizio	Fine
<b>1.6.4.3</b>	<b>Svincolo Bonorva Nord</b>	<b>600 g</b>	<b>02/03/y01</b>	<b>22/10/y02</b>
<b>1.8.4.3.1</b>	<b>Fase 1 Deviazione traffico su carreggiata CA</b>	<b>120 g</b>	<b>28/02/01y</b>	<b>23/06/01y</b>
1.8.4.3.1.1	Rampa A	89 g	28/02/01y	24/05/01y
1.8.4.3.1.1.1	Tombino T5 tratto a monte rampa A	64 g	28/02/01y	30/04/01y
1.8.4.3.1.1.1.1	Sbancamento lato monte carr. SS per realizzazione tombino T5	10 g	28/02/01y	09/03/01y
1.8.4.3.1.1.1.2	Pozzo di monte	14 g	09/03/01y	23/03/01y
1.8.4.3.1.1.1.3	Muro OS15	40 g	23/03/01y	30/04/01y
1.8.4.3.1.1.1.3.1	Fondazione	10 g	23/03/01y	01/04/01y
1.8.4.3.1.1.1.3.2	Struttura in elevazione	20 g	01/04/01y	21/04/01y



<b>Struttura</b>	<b>Nome attività</b>	<b>Durata</b>	<b>Inizio</b>	<b>Fine</b>
1.8.4.3.1.1.1.3.3	Riempimento a tergo e realizzazione opere di drenaggio	10 g	21/04/01y	30/04/01y
1.8.4.3.1.1.2	Inalveazione tra tombini T4b e T5	20 g	30/04/01y	20/05/01y
1.8.4.3.1.1.3	Realizzazione paratia OS04	30 g	28/02/01y	28/03/01y
1.8.4.3.1.1.4	Riempimento parziale sottovia ferroviario SS131 lato SS	15 g	28/02/01y	14/03/01y
1.8.4.3.1.1.5	Rimozione parziale copertura sottovia ferroviario SS131 lato SS	15 g	14/03/01y	28/03/01y
1.8.4.3.1.1.6	Riempimento sottovia ferroviario SP43	7 g	29/03/01y	04/04/01y
1.8.4.3.1.1.7	Rimozione impalcato sottovia ferroviario SP43	7 g	04/04/01y	11/04/01y
1.8.4.3.1.1.8	Corpo stradale Rampa A bidirezionale	45 g	11/04/01y	24/05/01y
1.8.4.3.1.2	Rampa B bidirezionale	120 g	28/02/01y	23/06/01y
1.8.4.3.1.2.1	Muro OS05 Rampa B bidirezionale	60 g	28/02/01y	26/04/01y
1.8.4.3.1.2.1.1	Sbancamento e fondazione	10 g	28/02/01y	09/03/01y
1.8.4.3.1.2.1.2	Struttura in elevazione	30 g	09/03/01y	07/04/01y
1.8.4.3.1.2.1.3	Riempimento a tergo e realizzazione opere di drenaggio	20 g	07/04/01y	26/04/01y
1.8.4.3.1.2.2	Realizzazione parziale Tombino T6	45 g	28/02/01y	12/04/01y
1.8.4.3.1.2.3	Corpo stradale rampa B bidirezionale	60 g	12/04/01y	09/06/01y
1.8.4.3.1.2.4	Pavimentazione rampe A e B	15 g	09/06/01y	23/06/01y
1.8.4.3.1.2.5	Impianti rampa B	30 g	26/05/01y	23/06/01y
1.8.4.3.1.3	Sottovia SS131 e muri andatori OS09	105 g	28/02/01y	09/06/01y
1.8.4.3.1.3.1	Scavi e fondazioni	45 g	28/02/01y	12/04/01y
1.8.4.3.1.3.2	Elevazione	75 g	29/03/01y	09/06/01y
1.8.4.3.2	Viabilità Interpodereale 2	60 g	28/02/01y	26/04/01y
1.8.4.3.3	Viabilità Interpodereale 3	15 g	28/02/01y	14/03/01y

### 19.2.3.2 Fase 2

La seconda fase ha inizio con la deviazione del traffico sulla bretella provvisoria precedente realizzata e costituita dalle rampe A e B, di larghezza adeguata al transito bidirezionale. La fase è caratterizzata dalla realizzazione delle opere ricadenti prevalentemente sul sedime della S.S. 131 esistente, che nel dettaglio risultano essere la demolizione della parte restante dell'impalcato del sottovia ferroviario della S.S. 131, la costruzione del corpo stradale centrale della nuova S.S. 131, la rampa C con relativo muro di controripa, la rotatoria lato Ovest, la rampa D con relativo muro di sostegno, l'interpodereale 1 con muro di sostegno, la costruzione della rampa D e del tombino T6. Completano la fase 2 l'allargamento della S.S. 131 lato valle ad inizio intervento, la costruzione delle relative opere di sostegno, e la messa a dimora delle opere a verde.

Le durate delle fasi ed i periodi di esecuzione sono riportate nella tabella seguente.

<b>Struttura</b>	<b>Nome attività</b>	<b>Durata</b>	<b>Inizio</b>	<b>Fine</b>
<b>1.6.4.3</b>	<b>Svincolo Bonorva Nord</b>	<b>600 g</b>	<b>28/09/y01</b>	<b>20/05/y03</b>
<b>1.8.4.3.4</b>	<b>Fase 2 Deviazione traffico su Rampe A e B</b>	<b>350 g</b>	<b>23/06/01y</b>	<b>27/05/02y</b>
1.8.4.3.4.1	Rampa C	270 g	23/06/01y	11/03/02y

<b>Struttura</b>	<b>Nome attività</b>	<b>Durata</b>	<b>Inizio</b>	<b>Fine</b>
1.8.4.3.4.1.1	Muro OS06 rampa C	180 g	23/06/01y	14/12/01y
1.8.4.3.4.1.1.1	Sbancamento e fondazione	60 g	23/06/01y	20/08/01y
1.8.4.3.4.1.1.2	Struttura in elevazione	90 g	20/08/01y	15/11/01y
1.8.4.3.4.1.1.3	Riempimento a tergo e realizzazione opere di drenaggio	30 g	15/11/01y	14/12/01y
1.8.4.3.4.1.2	Corpo stradale rampa C	90 g	15/11/01y	10/02/02y
1.8.4.3.4.1.3	Impianti rampa C	30 g	10/02/02y	11/03/02y
1.8.4.3.4.2	Viabilità Interpodereale 1	120 g	23/06/01y	17/10/01y
1.8.4.3.4.2.1	Muro OS08 interpodereale 1	90 g	23/06/01y	18/09/01y
1.8.4.3.4.2.1.1	Sbancamento e fondazione	30 g	23/06/01y	22/07/01y
1.8.4.3.4.2.1.2	Struttura in elevazione	45 g	22/07/01y	04/09/01y
1.8.4.3.4.2.1.3	Riempimento a tergo e realizzazione opere di drenaggio	15 g	04/09/01y	18/09/01y
1.8.4.3.4.2.2	Corpo stradale interpodereale 1	60 g	20/08/01y	17/10/01y
1.8.4.3.4.3	Rampa D	350 g	23/06/01y	27/05/02y
1.8.4.3.4.3.1	Muro OS07 rampa D	170 g	23/06/01y	04/12/01y
1.8.4.3.4.3.1.1	Sbancamento e fondazione	50 g	23/06/01y	11/08/01y
1.8.4.3.4.3.1.2	Struttura in elevazione	90 g	11/08/01y	05/11/01y
1.8.4.3.4.3.1.3	Riempimento a tergo e realizzazione opere di drenaggio	30 g	06/11/01y	04/12/01y
1.8.4.3.4.3.2	Impianti rampa D	30 g	28/04/02y	27/05/02y
1.8.4.3.4.3.3	Corpo stradale centrale SS131	350 g	23/06/01y	27/05/02y
1.8.4.3.4.3.3.1	Muro OS03 SS131 carreggiata CA	90 g	23/06/01y	18/09/01y
1.8.4.3.4.3.3.1.1	Paratia OS03	30 g	23/06/01y	22/07/01y
1.8.4.3.4.3.3.1.2	Sbancamento e fondazione	20 g	22/07/01y	11/08/01y
1.8.4.3.4.3.3.1.3	Struttura in elevazione	30 g	11/08/01y	09/09/01y
1.8.4.3.4.3.3.1.4	Riempimento a tergo e realizzazione opere di drenaggio	10 g	09/09/01y	18/09/01y
1.8.4.3.4.3.3.2	Muro OS10 carreggiata CA	60 g	23/06/01y	20/08/01y
1.8.4.3.4.3.3.2.1	Sbancamento e fondazione	20 g	23/06/01y	13/07/01y
1.8.4.3.4.3.3.2.2	Struttura in elevazione	30 g	13/07/01y	11/08/01y
1.8.4.3.4.3.3.2.3	Riempimento a tergo e realizzazione opere di drenaggio	10 g	11/08/01y	20/08/01y
1.8.4.3.4.3.3.3	Tombino T5 tratto fuori sede SS131 esistente	60 g	23/06/01y	20/08/01y

### 19.2.3.3 Fase 3

La terza ed ultima fase relativa allo svincolo di Bonorva Nord è la meno impegnativa delle tre ed è caratterizzata dallo spostamento del traffico sulla carreggiata in direzione CA adeguata, dal completamento del tombino T5 e della rampa A, dalla realizzazione della rotonda lato est.

Le durate delle fasi ed i periodi di esecuzione sono riportate nella tabella seguente.

<b>Struttura</b>	<b>Nome attività</b>	<b>Durata</b>	<b>Inizio</b>	<b>Fine</b>
<b>1.6.4.3</b>	<b>Svincolo Bonorva Nord</b>	<b>600 g</b>	<b>28/09/y01</b>	<b>20/05/y03</b>
1.8.4.3.5	Fase 3 Deviazioni traffico su nuova carreggiata CA	210 g	27/05/02y	16/12/02y
1.8.4.3.5.1	Demolizioni tombino T5 esistente sotto SS131 esistente carr. SS	7 g	27/05/02y	03/06/02y

<b>Struttura</b>	<b>Nome attività</b>	<b>Durata</b>	<b>Inizio</b>	<b>Fine</b>
1.8.4.3.5.2	Completamento tombino T5 sotto SS131 esistente carr. SS	21 g	03/06/02y	23/06/02y
1.8.4.3.5.3	Corsia specializzata Rampa A	75 g	23/06/02y	04/09/02y
1.8.4.3.5.4	Impianti rampa A	30 g	04/09/02y	03/10/02y
1.8.4.3.5.5	Rotatoria Est (lato carr. Nord)	60 g	27/05/02y	24/07/02y
1.8.4.3.5.6	Competamento corpo stradale centrale SS131	120 g	27/05/02y	20/09/02y
1.8.4.3.5.7	Pavimentazione	60 g	20/09/02y	17/11/02y
1.8.4.3.5.8	Opere di finitura	60 g	19/10/02y	16/12/02y
1.8.4.3.5.9	Opere a verde 2^ fase: manutenzione e verifica attecchimento	200 g	27/05/02y	06/12/02y
1.8.4.3.5	Fase 3 Deviazioni traffico su nuova carreggiata CA	210 g	27/05/02y	16/12/02y
1.8.4.3.5.1	Demolizioni tombino T5 esistente sotto SS131 esistente carr. SS	7 g	27/05/02y	03/06/02y
1.8.4.3.5.2	Completamento tombino T5 sotto SS131 esistente carr. SS	21 g	03/06/02y	23/06/02y
1.8.4.3.5.3	Corsia specializzata Rampa A	75 g	23/06/02y	04/09/02y

Contestuali a tutte le fasi del primo stralcio è il riempimento graduale delle due aree di deposito previste per la collocazione definitiva dei materiali in esubero. Preliminarmente verrà realizzata la gabbionata al piede dell'area di deposito Calzoneddu 2, sul lato sinistro della S.S.131 al km 143+200 circa, cui seguirà il graduale riempimento dell'area, con contestuale messa a dimora delle essenze vegetali, ed infine verranno realizzate le opere di regimazione idraulica superficiale. La seconda area di deposito è collocata nel comune di Bonnanaro, in corrispondenza della ex zona di cava "Badde e rena", al km 178+000 circa della S.S. 131. Anche in tal caso verrà realizzata preliminarmente la gabbionata al piede dell'area di deposito, cui seguirà il graduale riempimento dell'area, con contestuale messa a dimora delle essenze vegetali, ed infine verranno realizzate le opere di regimazione idraulica superficiale.

Le durate delle fasi ed i periodi di esecuzione sono riportate nella tabella seguente.

<b>Struttura</b>	<b>Nome attività</b>	<b>Durata</b>	<b>Inizio</b>	<b>Fine</b>
<b>1.8.4.4</b>	<b>Siti deposito</b>	<b>680 g</b>	<b>28/02/01y</b>	<b>16/12/02y</b>
1.8.4.4.1	Gabbionate	40 g	28/02/01y	07/04/01y
1.8.4.4.2	Riempimento	550 g	24/03/01y	06/09/02y
1.8.4.4.3	Opere a verde: piantumazione, inerbimento, manutenzione e verifica attecchimento	500 g	20/08/01y	16/12/02y
1.8.4.4.4	Sistemazione idraulica	120 g	22/08/02y	16/12/02y
1.8.4.4	Siti deposito	680 g	28/02/01y	16/12/02y

Le relazioni tra le varie fasi e le sotto fasi sono riportate nel cronoprogramma di progetto (cod. elab. T00CA00CANCRO1A).

### **19.3 Bilancio dei materiali**

Per la realizzazione degli interventi in progetto si prevede un significativo movimento terre, attendendosi il seguente quadro previsionale:

- Il volume complessivo di materiale proveniente dagli scavi ammonta a circa 204.300 m<sup>3</sup> (volume banco);
- il fabbisogno geometrico di progetto di materiali per la formazione dei rilevati, del riempimento dello strato di bonifica e scotico e delle gradonature è stimato in circa 439.100 m<sup>3</sup> (volume geometrico);
- le volumetrie di terre e rocce da scavo che potranno essere riutilizzate direttamente all'interno del progetto per la realizzazione di rilevati (escluso sottofondo stradale), ripristino dello strato di bonifica, riempimenti e sistemazioni accessorie ai sensi del D.M. 161/2012, sono stimate in circa 22.000 m<sup>3</sup>;
- le volumetrie di terre in esubero in quanto tecnicamente non idonee ai fini progettuali ammontano a circa 178.200 m<sup>3</sup> (volume geometrico) e saranno tutte impiegate per il rimodellamento morfologico di siti di cava dismessi utilizzati, pertanto, quali siti di deposito definitivo;
- una modesta aliquota di terre e rocce da scavo, circa 4.000 m<sup>3</sup>, che sulla base delle indagini ambientali condotte ha manifestato delle non conformità per alcuni analiti quali: Idrocarburi pesanti C>12 e benzo(g,h,i)perilene (superamento solo della Col. A Tab. 1 All. 5 Parte Quarta, Titolo V del D.Lgs. 152/2006), verrà cautelativamente inviata ad impianti di recupero/discarica.

Con riferimento al fabbisogno per la produzione dei calcestruzzi gettati in opera e dei conglomerati bituminosi, per la realizzazione della pavimentazione stradale, il progetto non prevede il loro approvvigionamento in forma indipendente, ma inglobata nei relativi prodotti preconfezionati (conglomerati cementizi e bituminosi).

Per il dettaglio del bilancio materie si rimanda alla Relazione del Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo (codice elaborato T00GE01GEORE01A).

## 19.4 Cave

Gli impatti collegati alla apertura di nuove cave sul territorio ed allo smaltimento dei materiali di risulta degli scavi e delle demolizioni, costituiscono generalmente una delle più importanti voci nel quadro generale di tutti gli impatti.

Tuttavia, per l'approvvigionamento dei quantitativi di materiali sopra riportati non si prevede l'apertura di nuove cave, ma il ricorso a cave esistenti ed autorizzate.

Il tratto di SS 131 oggetto dei previsti interventi, attraversa regioni del territorio con una discreta concentrazione di cave per uso civile in attività, la maggior parte ubicate nella Provincia di Sassari e tra Oristano e l'abitato di Bauladu.

In questa fase progettuale è stata condotta un'analisi territoriale, sviluppata in un ambito sufficientemente esteso intorno al tracciato, volta all'individuazione di siti estrattivi utilizzabili per l'approvvigionamento di materiali necessari alla realizzazione delle opere previste. Questa analisi si è basata sulle informazioni reperite dal PRAE Piano Regionale Attività Estrattive (marzo 2007) e dal sito istituzionale del sistema ambientale della Regione Sardegna, e sulla verifiche dirette eseguite o contattando le aziende di settore che operano sul territorio ed i responsabili dei siti di estrazione.

Complessivamente sono state selezionate, all'interno del totale dei siti presi in esame per l'interno di adeguamento e messa in sicurezza, n. 4 cave, prossime al 1° stralcio, dalli quali si estraggono materiali idonei ai fini del progetto.

Nome cava	Cod. PRAE	Ubicazione	Proprietario/gestore	Materiale	Volumetria disponibile (m <sup>3</sup> )
Montiu Maccarones	268_C	M. Giu e Macarrone - Padria (SS)	Geom. Giuseppe Angius Costruzioni Srl	Basalto	In aggiornamento
Sas Giagas	299_C	Loc. Sas Giagas Macomer (NU)	Basilio Pica	Basalto	350.000
Calzoneddu	444_C	Loc. Calzoneddu Bonorva (SS)	M. Porcheddu	Trachite	200.000
Monte Arditu	203_C	Monte Arditu Torralba (SS)	Soc. Lavorazione Pomice	Pomice	2.000.000
					<b>2.550.000</b>

Le cave indicate hanno complessivamente una potenzialità superiore a 2.550.000 m<sup>3</sup> in banco. Tale valore è di gran lunga superiore al fabbisogno di materiale di progetto (circa 439.100 m<sup>3</sup> in banco).

Tutte le cave di approvvigionamento individuate sono servite dalla viabilità esistente e a pochi chilometri se non addirittura in adiacenza alla S.S.131. L'ubicazione di tutte le cave censite e la viabilità utilizzata è riportata nell'elaborato Carta ubicazione cave e siti di conferimento (codice elaborato T00GE01GEOCD01A).

Sulla base delle indagini di caratterizzazione ambientale condotte sulle terre e rocce da scavo, il materiale che cautelativamente si intende destinare ad impianto di recupero/discarica, ammonta a 4.000 m<sup>3</sup> geometrico. Gli impianti di recupero inerti/discariche censiti, che possono accettare terre e rocce da scavo (CER 170504), sono:

- impianto recupero inerti Nurra Antonello (CER 170504) – 4 km;
- Habitat Sardegna srl (CER 170101, 170302, 170504) – 15 km;
- impianto recupero inerti Loi Mario (CER 170101, 170102, 170107, 170504, 170904, 170302) – 21 km.

Nell'elaborato T00GE01GEOCD01A “Carta ubicazione cave e siti di conferimento” sono riportati tutti i siti di discarica.

## **19.5 Aree di deposito**

Le terre e rocce prodotte dalle operazioni di scavo saranno in parte riutilizzate nell'ambito dello stesso progetto. Il volume di terre e rocce in esubero, rispetto a quanto si prevede di riutilizzare nell'ambito del progetto, verrà collocato in siti di deposito definitivo appositamente individuati in cave dismesse, con il duplice scopo di collocare il materiale in esubero e di effettuare interventi di rimodellamento e ripristino ambientale di aree degradate.

Non sono previsti siti di deposito intermedio ed il materiale scavato verrà trasportato direttamente ai siti di deposito definitivo.

Al fine di individuare e selezionare siti di deposito definitivo idonei è stato intrapreso un processo di analisi che richiede il censimento di:

- cave in esercizio (al termine o nel corso dell'attività estrattiva) che possono essere, compatibilmente con le fasi produttive, rimodellate con l'apporto delle terre da scavo;
- cave inattive, per le quali il riempimento ricondurrà ad un reale recupero ambientale e paesaggistico con condizioni morfologiche più stabili;

- la stima delle volumetrie disponibili;
- la verifica di eventuali vincoli insistenti sui siti;
- relativa vicinanza all'asse stradale in progetto, con conseguente minimizzazione delle distanze tra sito di produzione e sito di destino;
- idoneità della rete viaria ad accogliere il traffico di automezzi.

L'analisi precedentemente illustrata ha quindi permesso di individuare e selezionare 2 siti di cava dismessa, la cui ubicazione è riportata nell'elaborato T00GE01GEOCD01A "Carta ubicazione cave e siti di conferimento" e i cui dati tecnici sono riportati nelle Schede siti di cava e deposito riportate in appendice alla Relazione del Piano di Utilizzo (cod. elab. T00GE01GEORE01A).

I siti di deposito definitivo sono:

- cava Calzoneddu 2 (PRAE 300077\_C) ubicata nel Comune di Bonorva (SS), in corrispondenza del km 163+000 circa della S.S. 131, con una capacità di accumulo pari a 92.000 mc
- cava Badde e rena (PRAE 1220\_I) ubicata nel Comune di Bonnanaro (SS), in corrispondenza del km 178+000 circa della S.S. 131, avente una capacità di accumulo pari a 174.000 mc.

## **19.6 Durata dei lavori**

Per la realizzazione degli interventi del primo stralcio è previsto un tempo di esecuzione complessivo pari 740 giorni naturali e consecutivi. La suddivisione in fasi delle lavorazioni e le relative relazioni temporali sono riportate nel cronoprogramma (codice elaborato T00CA00CANCRO1A).

## **20 Interventi di mitigazione e compensazione ambientale**

### **20.1 Criteri di progettazione adottati**

La progettazione degli interventi di mitigazione ambientale è stata effettuata in sulla base degli esiti delle analisi svolte nell'ambito della redazione dello SIA e della documentazione per la Valutazione di Incidenza e nello specifico degli impatti rilevati sulle componenti naturalistiche e sul paesaggio, con particolare riferimento alla necessità di prevedere misure per migliorare gli aspetti percettivi dell'opera, e di corretto inserimento paesaggistico-ambientale.

Riguardo alla componente Rumore, lo studio previsionale relativo al clima acustico post operam non ha fatto riscontrare l'insorgere di criticità, per cui a meno della stesura di asfalto

drenante fonoassorbente, in corrispondenza della variante alla SS131 nello svincolo di Bonorva Nord, non si è evidenziata la necessità di interventi antirumore.

## **20.2 Descrizione degli interventi di inserimento paesaggistico ambientale**

### **20.2.1 Criteri metodologici**

Gli interventi di riconfigurazione dell'assetto vegetativo hanno lo scopo di definire l'assetto dei nuovi svincoli, di riqualificare e potenziare le aree verdi preesistenti nelle loro immediate vicinanze e di ripristinare le aree di cantiere, sia dal punto di vista percettivo e visivo che ecologico.

Alcuni degli interventi di mitigazione, individuati a seguito della Valutazione di incidenza, sono finalizzati al mantenimento di:

- porzioni di habitat di tipo 6220 (praterie steppiche) presso i citati interventi in progetto dal km 148 al km 158;
- individui di ulivo presso lo svincolo di Bonorva Nord.

L'individuazione di tali linee di intervento è avvenuta tenendo conto di obiettivi di sostenibilità ambientale che, citando l'adeguamento del Piano di Gestione del SIC "Altopiano di Campeda", sono di seguito sintetizzabili:

- Protezione della qualità dei suoli come risorsa limitata e non rinnovabile;
- Prevenzione e contenimento dei processi di degrado degli habitat e recupero delle funzionalità ecosistemica degli stessi;
- Tutela delle risorse naturali e dell'equilibrio ecologico.

### **20.2.2 Descrizione interventi di inserimento paesaggistico ambientale**

Il progetto prevede i seguenti interventi:

- inerbimento delle scarpate dei rilevati, delle aree di cantiere da ripristinare, della viabilità dismessa, delle aree intercluse e di quelle espropriate;
- piantumazione arbustiva dei rilevati, della viabilità dismessa, delle aree intercluse e delle rotatorie;
- rinaturalizzazione delle aree identificate per l'ubicazione dei siti di deposito materiali;
- incremento di esemplari nei filari arborei esistenti presenti lungo la viabilità da dismettere;
- piantumazione arborea/arbustiva nelle aree intercluse di maggior estensione;



Nell'ambito dell'intervento di piantumazione di essenze arboreo/arbustive, è stata prevista la messa a dimora di essenze vegetali con precisa funzione di frammentazione dell'impatto visivo dello sviluppo in quota delle rampe del cavalcavia.

Sono quindi state concretamente prese in considerazione le caratteristiche peculiari del paesaggio naturale delle porzioni di territorio, in modo da armonizzare con queste gli elementi formali della copertura vegetale presente nel contesto di inserimento territoriale, in quanto essa contribuisce enormemente alla costruzione della configurazione paesaggistica che si vuole ottenere.

L'inerbimento è mirato alla rinaturalizzazione delle superfici delle scarpate stradali, delle aree di cantiere da ripristinare, delle aree intercluse e di quelle espropriate; tale attività consiste nella formazione di un cotico erbaceo a copertura immediata e duratura con funzione antierosiva nonché di competizione con le infestanti.

L'**inerbimento** verrà realizzato mediante la semina delle seguenti specie autoctone:

- Festuca arundinacea
- Poa pratensis
- Trifolium pratense
- Trifolium campestre,
- Potentilla recta
- Vicia cracca.

Gli inerbimenti realizzati favoriranno poi l'evoluzione spontanea che potrà comportare in taluni casi anche un insediamento di comunità arbustive. Per le aree sottoposte ad interventi di rinaturalizzazione, dal punto di vista paesaggistico, si intende infatti assecondare l'evoluzione spontanea di fitocenosi, in modo tale da conferire all'ambiente maggior naturalità.

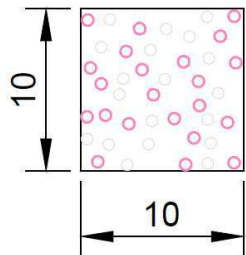
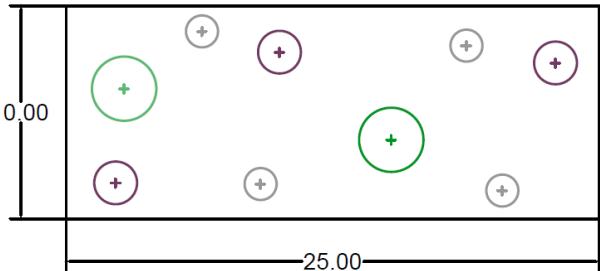
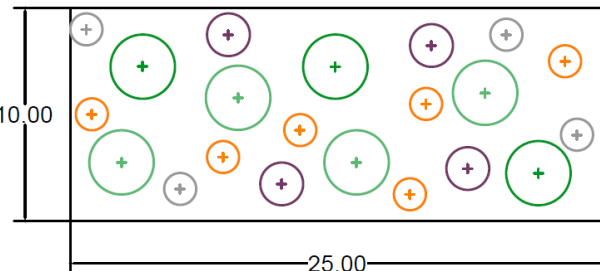
L'inserimento di **specie arbustive** è previsto in **filari e a masse**.

Per i filari arbustivi, che saranno utilizzati all'interno delle aree intercluse e in prossimità di aree ad elevata naturalità, è stato individuato un sesto di impianto con una superficie di 250 mq (25x10) e che prevede la messa a dimora di:

- 5 esemplari di Lentisco (*Pistacia lentiscus*)
- 5 esemplari di Alaterno (*Rhamnus alaternus*)
- 4 esemplari di Mirto (*Myrtus communis*)

## Sesto di impianto - Filare arbustivo

Per le masse arbustive si sono identificati tre sestì di impianto che prevedono la messa a dimora di diverse specie arbustive secondo le caratteristiche e gli opportuni utilizzi riportati nella tabella a seguire.

<b>Massa arbustiva di piccola dimensione e poco eterogenea in specie e fitta – MA1</b>	
	<p>Il sesto di impianto occupa una superficie di 100 mq (10x10) e sarà costituito da:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 22 esemplari di Cisto rosa (<i>Cistus incanus</i>)</li><li>• 19 esemplari di Cisto bianco (<i>Cistus salvifolius</i>)</li></ul> <p>Utilizzo: Piccole aree intercluse e rotatorie</p>
<b>Massa arbustiva di media dimensione ed eterogeneità delle specie e poco fitta – MA2</b>	
	<p>Il sesto di impianto occupa una superficie di 250 mq (25x10) ed è costituito da:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 1 esemplare di Lentisco (<i>Pistacia lentiscus</i>)</li><li>• 1 esemplare di Alaterno (<i>Rhamnus alaternus</i>)</li><li>• 3 esemplari di Mirto (<i>Myrtus communis</i>)</li><li>• 4 esemplari di Asfodelo (<i>Asphodelus macrocarpus</i>)</li></ul> <p>Utilizzo: Scarpate dei rilevati e aree intercluse di grandi dimensioni in prossimità di filari arborei esistenti e di nuovo impianto</p>
<b>Massa arbustiva di medio-grande dimensione delle specie, eterogenea e fitta - MA3</b>	
	<p>Il sesto di impianto occupa una superficie di 250 mq (25x10) ed è costituito da:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 3 esemplare di Lentisco (<i>Pistacia lentiscus</i>)</li><li>• 4 esemplare di Alaterno (<i>Rhamnus alaternus</i>)</li><li>• 4 esemplari di Mirto (<i>Myrtus communis</i>)</li><li>• 4 esemplari di Asfodelo (<i>Asphodelus macrocarpus</i>)</li><li>• 6 esemplari di Ginestra (<i>Spartium junceum</i>)</li></ul> <p>Utilizzo: aree intercluse di grandi dimensioni</p>

## Sestì di impianto delle masse arbustive e loro utilizzo

Per le aree ad elevata vocazione naturale interessate dalla realizzazione dei nuovi svincoli e lungo la viabilità esistente da dismettere, sarà previsto l'impianto di filari arboreo/arbustivi, per i quali sono stati individuati due sestì di impianto, che differiscono tra essi dalla dimensione della componente arbustiva: media per la prima tipologia e medio-grande per la seconda.

Il sesto di impianto di media dimensione, che occupa una superficie di 1000 mq (50x20), sarà realizzato in ambiti in cui deve essere garantita la visibilità stradale, per ragioni connesse alla sicurezza ed è costituito dai seguenti esemplari:

- 3 esemplari di Leccio (*Quercus ilex*)
- 8 esemplari di Mirto (*Myrtus communis*)
- 11 esemplari di Ginestra (*Spartium junceum*)

Il sesto di impianto di medio-grande dimensione, che occupa una superficie di 1000 mq (50x20), sarà collocato nelle grandi aree intercluse dalle rampe e dalle corsie di immissione costituenti lo svincolo stesso e sarà costituito da:

- 3 esemplari di Leccio (*Quercus ilex*)
- 8 esemplari di Mirto (*Myrtus communis*)
- 10 esemplari di Ginestra (*Spartium junceum*)
- 3 esemplari di Alaterno (*Rhamnus alaternus*)
- 3 esemplari di Lentisco (*Pistacia lentiscus*)
- 3 esemplari di Asfodelo (*Asphodelus macrocarpus*)

Inoltre, si prevede la piantumazioni di esemplari di *Olea europea* in filari e a gruppi, nelle seguenti modalità:

	Dimensione	443 mq (16 x 27,70 m)
	Alberi	<i>Olea europea</i>
	Numero di individui	8
	Distanza tra individui	8

In merito alle **opere strutturali**, queste possono risultare elementi percettivi sia riguardo la percezione dinamica dell'utente stradale, sia in relazione a una percezione più lenta o statica da altre porzioni del territorio; una non adeguata definizione delle soluzioni di finitura previste per tali elementi rischia pertanto di compromettere in maniera considerevole l'integrazione con il paesaggio

e la qualità globale dello stesso. Per tale motivo è stata individuata la necessità di provvedere a opportune considerazioni relative alle finiture cromatiche e materiche delle opere d'arte, al fine di favorire l'armonizzazione della nuova opera ed attribuire all'infrastruttura nel suo insieme una colorazione aderente alle tonalità prevalenti del paesaggio circostante.

Le soluzioni di progetto individuate, in particolar modo per la struttura dei sovrappassi, sono state guidate dalla precisa volontà di conferire elevata qualità architettonica a tutti gli elementi funzionali, strutturali e tecnologici afferenti all'infrastruttura, prevedendo inoltre scelte cromatiche e materiche che siano in armonia con il paesaggio circostante.

Le scelte progettuali prevedono strutture miste costituite da acciaio e calcestruzzo per l'impalcato, mentre per i muri di sostegno è previsto un rivestimento in pietra locale.

L'insieme di tali strategie hanno dato luogo agli interventi rappresentati negli elaborati cartografici, allegati alla presente relazione, ai quale si rimanda non solo per una completa rappresentazione delle aree oggetto di intervento, quanto anche per la specificazione delle specie vegetali previste, nonché per una più puntuale comprensione degli aspetti formali e funzionali che le connotano.

### **20.3 Sistemazione ambientale dei siti di deposito definitivo**

Il recupero naturalistico dei 2 siti di deposito interessati dal 1° stralcio in cui verrà conferito gran parte del materiale di scavo, consiste nel rimodellamento morfologico che avrà una configurazione tale da inserirsi adeguatamente nel contesto paesistico mascherando i tagli netti preesistenti e garantendo morfologie regolari.

Le fasi di lavorazione previste possono essere così schematizzate:

- Fase propedeutica - Creazione di presidio anti-erosione, mediante la realizzazione di un sistema di raccolta delle acque ruscellanti che garantirà la regolare regimazione delle acque e la protezione dall'azione erosiva che queste potrebbero esercitare.
- Fase preliminare – Realizzazione di banca uniforme di fondo scavo ottenuta con compattazione dei terreni.
- Fase di abbancamento – Abbancamento dei terreni provenienti dai lavori con sistemazione del materiale mediante realizzazione di una struttura di sostegno al piede da eseguirsi con gabbioni. La sistemazione del materiale a tergo avverrà con pendenza definitiva delle scarpate pari o inferiore a 1/2. Posa in opera di canaletta posizionata sulla berma al piede del gradone con funzione di convogliamento e smaltimento delle acque.

- Fase di completamento – Raccordo morfologico finale delle superfici, successiva semina di specie erbacee, con piantumazione di nuclei arbustivi a macchia, mediante l'utilizzo di essenze autoctone.

## **21 Piano di monitoraggio ambientale**

Il piano di monitoraggio ambientale è stato sviluppato tenendo conto delle indicazioni contenute nelle “Linee guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al D.Lgs. 12/04/06 n.163” (Rev. 2 del 23/07/07) e nelle Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs.152/2006 e s.m.i., D.Lgs.163/2006 e s.m.i.) - Indirizzi metodologici specifici per componente/fattore ambientale: Atmosfera (Capitolo 6.1)- Rev.1 del 16/06/2014, predisposte dalla Commissione Speciale di VIA del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio (CSVIA).

Il piano di monitoraggio ambientale definisce l'insieme dei controlli - attraverso la rilevazione e misurazione nel tempo - di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali impattate dalla realizzazione e/o dall'esercizio delle opere in progetto.

In particolare, il piano di monitoraggio ambientale in relazione agli interventi previsti in progetto inizialmente traccia il quadro informativo esistente riguardo il contesto territoriale ed ambientale interessato dall’opera.

Successivamente, sono descritti gli obiettivi e l’articolazione temporale del PMA nelle tre distinte fasi di ante-operam, corso d’opera e post-operam, per poi individuare le componenti ambientali oggetto di indagine e definire la struttura organizzativa dedicata allo svolgimento ed alla gestione delle attività di monitoraggio.

Le componenti ambientali oggetto di osservazione sono state individuate in considerazione delle caratteristiche dell’ambito territoriale di intervento e della tipologia dell’opera stradale di progetto, così come desunto dallo Studio di Impatto Ambientale e meglio dettagliato nella relazione su piano di monitoraggio ambientale, e sono quelle di seguito elencate:

- componente atmosfera
- componente rumore
- componenti naturalistiche (vegetazione, habitat e fauna)
- componente suolo
- componente acque superficiali

Vengono quindi esplicitate le modalità di restituzione dei dati del monitoraggio, che saranno inseriti nell'ambito di un Sistema Informativo Territoriale (SIT) appositamente creato, per quindi poter essere controllati, validati e divulgati agli Enti competenti.

Il PMA prosegue quindi con la definizione delle diverse tipologie di indagine previste per ciascuna delle componenti ambientali considerate, con l'individuazione e l'ubicazione delle postazioni di misura in corrispondenza delle quali effettuare le rilevazioni, con la relativa frequenza.

La localizzazione delle postazioni di misura previste nell'ambito del piano di monitoraggio è riportata negli elaborato grafici Piano di Monitoraggio Ambientale: Planimetria con ubicazione dei punti di misura (T00MO00MOAPL01-02\_A), facenti parte del progetto esecutivo.

Per gli approfondimenti del caso si rimanda integralmente alla relazione del Piano di monitoraggio ambientale ed alla planimetria di localizzazione delle postazioni dei punti di misura.

## **22 Espropri**

Le aree di intervento del 1° stralcio interessano il comune di Bonorva in Provincia di Sassari.

L'intervento si sviluppa in aree prevalentemente agricole coltivate a uliveto, vigneto, pascolo ed incolto sia produttivo che improduttivo con presenza di fabbricati/manufatti rurali o di ricovero attrezzature e bestiame; sono interessate anche alcune aree inserite in zone industriali consolidate ed insediamenti abitati.

Nelle varie attività connesse alla predisposizione degli atti progettuali relativi alla acquisizione delle aree da occupare, sono stati effettuati dei sopralluoghi per acquisire le necessarie informazioni in merito alla consistenza dei beni immobili interessati, svolgendo indagini anche in merito alla eventuale esistenza di aree fabbricabili ed attività produttive ed eventuali costruzioni soprassuolo non risultanti dalla cartografia catastale.

### **22.1 Descrizione delle aree**

#### ***22.1.1 Caratteristica e Consistenza***

L'area è caratterizzata da zone agricole con prevalenza di colture adibite a seminativo e pascolo e parzialmente ad oliveto e vigneto, con una zona parzialmente edificate a ridosso della S.P. 125 e degli svincoli di Bonorva.

Esistono anche casolari e costruzioni rurali produttive isolate nell'ambito del territorio circostante.

Dal punto di vista morfologico, il territorio interessato è del tipo collinare.

Durante i sopralluoghi effettuati, è stata riscontrata, sulle aree interessate dal progetto, anche la presenza di manufatti in legno e muratura non censiti all'Agenzia del Territorio.

Per tali edifici è stato previsto un indennizzo sulla base dei valori di mercato presenti in loco.

L'estensione delle aree coinvolte è pari a:

- Aree da espropriare in via definitiva pari a circa mq 235.643;
- Aree da occupare in via temporanea pari a circa mq 24.32;
- Aree da convenzionare a titolo oneroso pari a circa mq 74.775;

Il 17% delle ditte interessate sono sprovviste dei dati relativi al luogo e data di nascita.

## **22.2 Criteri per la definizione delle aree interessate e delle indennità**

Le aree interessate dall'intervento sono determinate in aree da espropriare su cui avverrà la realizzazione delle opere di progetto e le aree di deposito, aree oggetto di occupazione temporanea definite da: aree di cantiere e cantieri operativi etc.

Per i criteri adottati per la definizione delle categorie sopra evidenziate, delle indennità di esproprio e di occupazione temporanea si rimanda alla Relazione espropri (codice elaborato T00ES00ESPRES01A).

## **23 Interferenze**

Di seguito si riportano le interferenze con le reti di distribuzione dei pubblici servizi intercettate dal 1° stralcio dell'intervento di adeguamento e messa in sicurezza della S.S. 131 dal km 158+000 (Svincolo di Bonorva sud) al km 162+700, termine 1° stralcio.

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

Sono state riscontrate e rilevate le reti di

- TELECOM Italia S.p.A. - Via Calamattia, 17 - 09134 Cagliari;
- TERNA SpA - Via Pirastu, 3 - 09125 Cagliari;
- Enel S.p.A. Distribuzione Media Bassa Tensione - Piazza Deffenu, 1 - 09125 Cagliari;
- ABBANOIA Gestore Unico servizio idrico integrato ATO Sardegna - Viale Diaz, 77 - 09125 Cagliari;

## **23.1 Descrizione dei sotto servizi e degli impianti interferenti**

Le reti ed impianti di pubblici servizi interferenti con l'opera, così come individuati da sopralluoghi e dalle informazioni raccolte sono riportati negli elaborati planimetrici a corredo del progetto e vengono qui di seguito descritti:

### ***23.1.1 Adeguamento S.P. 125***

Gli interventi di allargamento dell'attuale sede stradale comportano interferenze con attraversamenti e parallelismi - con cavi Enel e Telecom sia aerei che interrati, attraversamenti di condotte idriche e fognarie. Si evidenzia la presenza del cavo interrato MT del Parco eolico di Bonorva in affiancamento all'attuale sede stradale.

### ***23.1.2 Svincoli di Bonorva sud e Bonorva nord***

La ridefinizione della geometria degli svincoli comporta interferenze con linee aeree di Enel, sia MT che BT, linee Telecom, sia telefoniche che Fibre Ottiche

Per la descrizione di dettaglio delle interferenze e la stima di costi di risoluzione si rimanda alla Relazione tecnica delle interferenze (cod. elab. T00IN00INTRE01A).

## **24 Stima economica dei lavori**

Per la stima economica dei lavori si rimanda agli elaborati:

Computo metrico estimativo .....cod. elab. T00CM00CMSEC01A

Quadro economico .....cod. elab. T00CM00CMSEE01A