

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero -Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO

COD. CA29

PROGETTAZIONE: ATI: VIA - SERING - VDP - BRENG

PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma A27296)

RESPONSABILE D'AREA

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*
 Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*
 Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*
 Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*

GEOLOGO:

Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)

COORDINATORE ATTIVITA' DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. MariaAntonietta Merendino (Ord. Ing. Prov. Roma A28481)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Salvatore Campione.

MANDATARIA:



MANDANTE:



MANDANTE:



MANDANTE:



ELABORATI GENERALI

Relazione tecnica generale



CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	CA29_T00EG00GENRE01_A			
DPCA00029	E 21	CODICE ELAB.	T00EG00GENRE01	A	-
D		-	-	-	-
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	Giug. 2021	M.MERENDINO	M.MERENDINO	G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Sommario

1	PREMESSA	3
2	RISPONDEZZA AL PROGETTO DEFINITIVO E ALLE PRESCRIZIONI	3
3	IL PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA.....	4
	3.1 Il progetto stradale.....	6
	3.2 Verifica delle pavimentazioni stradali.....	7
	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOTECNICO	9
	3.3 SCHEMA MORFOLOGICO	9
	3.4 AREE INTERESSATE DA PERICOLOSITA' DI FRANA (PAI).....	10
	3.5 SCHEMA IDROGEOLOGICO.....	11
	3.6 SISMICITA'	12
	3.7 INDAGINI GEOGNOSTICHE	12
	3.8 GEOTECNICA	12
4	INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDRAULICO	14
	4.1 LO STUDIO IDROLOGICO	16
	4.2 LO STUDIO IDRAULICO	18
	4.2.1 Idraulica di piattaforma	27
	4.2.2 Drenaggio delle acque di versante	29
	4.2.3 Opere d'arte minori: attraversamenti idraulici.....	32
	4.2.4 Inalveazioni	34
5	INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDRAULICO	35
	5.1 LO STUDIO IDRAULICO	37
6	LE OPERE D'ARTE	37
	6.1 I VIADOTTI.....	37
	6.1.1 Descrizione delle opere	38
	6.2 GALLERIE ARTIFICIALI	44
	6.2.1 Galleria Artificiale ferroviaria A (rampa direzione Alghero).....	44
	6.2.2 Galleria Artificiale ferroviaria B (rampa direzione Alghero).....	45
7	INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO	47
	7.1 INDIRIZZI PROGETTUALI PER L'INSERIMENTO AMBIENTALE	47
	7.2 CRITERI DI PROGETTAZIONE	48
	7.3 LE OPERE A VERDE	48
	7.4 ALTRI INTERVENTI	53
8	IMPIANTI TECNOLOGICI.....	54

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

9	CANTIERIZZAZIONE.....	55
9.1	FASIZZAZIONE DEI LAVORI	56
9.1.1	Fasi esecutive dei Viadotti	57
9.1.2	Fasi esecutive Gallerie Artificiali	58
9.1.3	Fasi esecutive Tombini idraulici interferenti con la ferrovia	59
9.2	GESTIONE MATERIE E TERRE E ROCCE DI SCAVO	60
9.2.1	Riutilizzi in opera	60
9.2.2	Utilizzi in sistemi esterni all'opera	61
10	CAVE E DISCARICHE.....	62
10.1.1	Impianti di recupero e smaltimento inerti	63
1	INTERFERENZE	65
11	ESPROPRI	71
12	CRONOPROGRAMMA.....	73
13	QUADRO ECONOMICO	75

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

1 PREMESSA

La presente relazione illustra e descrive le opere che compongono il completamento della SS 291 e nella realizzazione della viabilità di accesso al centro abitato di Alghero (Circonvallazione di Alghero), cui si aggiunge l'inserimento di una bretella di collegamento diretto tra la SS 291 e l'aeroporto di Alghero Fertilia. Il completamento della SS 291 si allaccerà al tratto già realizzato di quest'ultima in corrispondenza dell'intersezione a livelli sfalsati, anch'essa già costruita, in località Mamuntanas e proseguirà fino all'innesto sulla Circonvallazione di Alghero, prevista anch'essa in progetto (Lotto 1). Si allaccerà alla medesima intersezione anche la bretella di collegamento con la S.P.42 in direzione dell'aeroporto di Fertilia (Lotto 4).

2 RISPONDEZZA AL PROGETTO DEFINITIVO E ALLE PRESCRIZIONI

Il Progetto definitivo è stato approvato con delibera CIPE n.53 del 29 settembre 2020. In quella sede, inoltre, sono state date alcune prescrizioni da recepire in sede di progettazione esecutiva, con riferimento a:

- Aspetti Progettuali:
 - Aspetti viabilistici
 - Geologia e Geotecnica
 - Idrologia e idraulica
 - Aspetti Strutturali
 - Impianti
 - Gestione materie e PUT
 - Interferenze
 - Bonifica Ordigni Bellici
- Aspetti Ambientali
 - Componente vegetazione flora e fauna e paesaggio
- Aspetti di tutela dei beni di interesse archeologico
- Aspetti relativi alle opere di compensazione
- Aspetti legati agli aspetti procedurali e gestionali

Il progetto esecutivo ha ottemperato a tali prescrizioni, è ciò è illustrato nell'apposito documento "Relazione d'ottemperanza" (T00EG00GENRE02_A) allegato al progetto stesso.

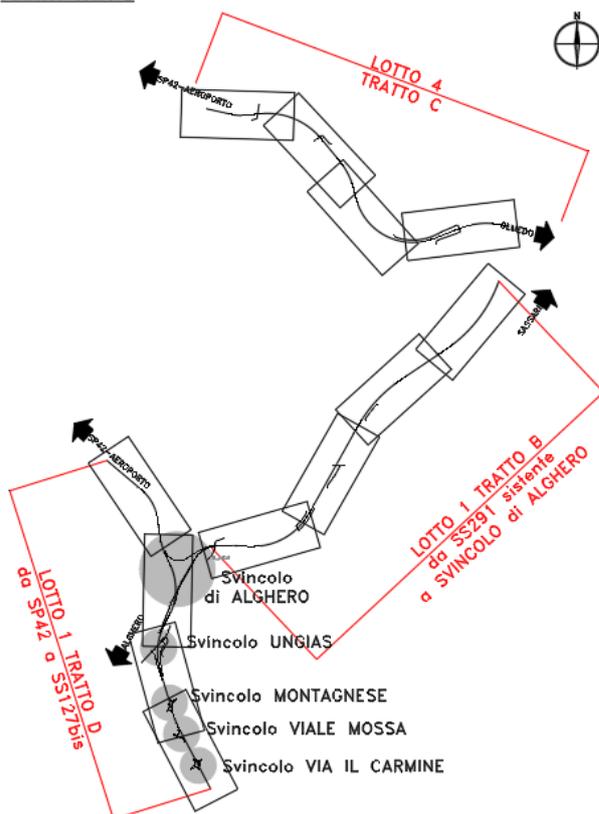
3 IL PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA

Il progetto in esame si riferisce al primo Lotto della nuova S.S.291 collegamento veloce Sassari - Alghero - Aeroporto Fertilia, facente parte di un intervento più ampio, ricade interamente nel Comune di Alghero (provincia di Sassari), ed ha una estensione complessiva di circa 10 km

Tale intervento rappresenta un obiettivo primario nell'ambito de potenziamento della rete stradale ricadente nel territorio della Regione Sardegna, con riflessi positivi sull'accessibilità territoriale e sullo sviluppo economico del territorio. Ciò in particolare non solo per il collegamento dei duecentri urbani di Sassari ed Alghero, ma anche per la connessione del sistema portuale ed aeroportuale costituito dai poli di Alghero, Olbia e Porto Torres.

L'intervento si divide in due lotti, Lotto 1 e Lotto 4.

PIANTA CHIAVE



Il **lotto 1** è costituito da tratti. Il primo costituisce il completamento della SS291 in prosecuzione con il sedime stradale esistente già realizzato, con caratteristiche geometriche conformi a quelle del tipo B definite dal D.M. 5/11/2001, strada extraurbana principale) a 2+2 corsie di marcia.. Il tracciato ha una estensione di circa 3.6 km e si sviluppa dallo svincolo a livelli sfalsati di Mamuntanas e confluisce in un sistema di rampe che precede l'ingresso nelle direttrici Nord-Sud, denominato "diramazione di Alghero" per consentire l'accesso all'asse D (tangenziale di Alghero), che si sviluppa in direzione Nord – Sud.

Il secondo asse costituisce la circonvallazione di Alghero, si estende per circa 3,200km con caratteristiche

geometriche conformi a quelle del tipo D definite dal D.M. 5/11/2001, strada urbana di scorrimento. Il tracciato si estende da Nord dalla Rotatoria esistente sulla SP42, procedendo verso Sud l'asse scavalcherà dapprima l'alveo del rio Calvia e poi la linea ferroviaria Sassari-Alghero. Il tracciato procederà verso Sud, dapprima allacciandosi alla rampa Sud proveniente da Sassari, per poi scavalcare con un'opera la strada vicinale Ungias, in prossimità dell'abitato di Alghero, dove sono previste rampe d'immissione e uscita. Il tratto

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

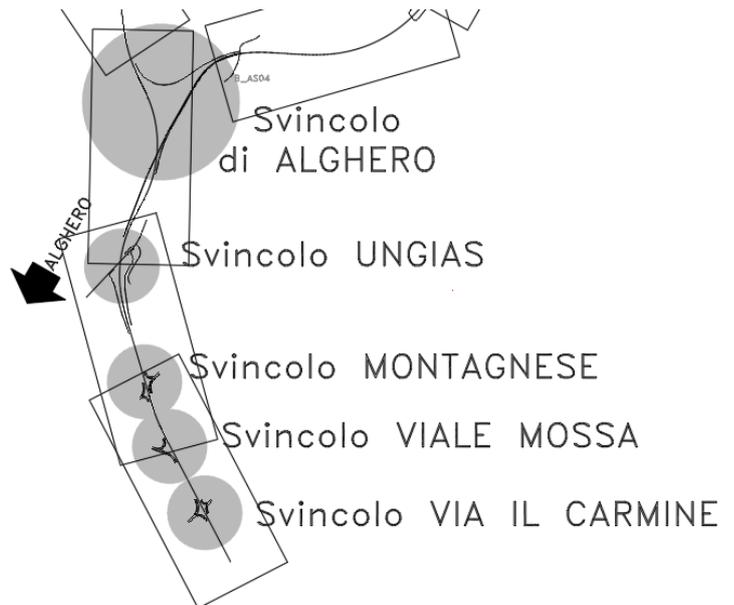
successivo proseguirà in rettilineo e a raso, per terminare con una seconda rotatoria (esclusa dal presente appalto).

Il Lotto 4 di allaccio all'aeroporto di Fertilia, è un asse a due corsie categoria. C1 del DM 5.11.2001, con sviluppo di circa 3,2km, si sviluppa dallo svincolo esistente di Mamuntanas alla nuova Rotatoria C sulla SP 42 dei due Mari.

L'intervento si compone inoltre di 2 svincoli e 2

Rotatorie

- Svincolo Alghero intersezione tra gli assi B e D del Lotto 1
- Svincolo per la connessione della viabilità locale "Ungias" alla tangenziale di Alghero (tipo D);
- Rotatoria D1 riconfigurazione della rotatoria esistente sulla SP42, intersezione tra l'asse D e la Sp42.
- Rotatoria C, intersezione tra la Sp42 e l'asse C del Lotto 4



Il sistema di svincoli appena descritto è

completato dai collegamenti dell'asse D ad

alcune viabilità locali in prossimità dell'abitato di Alghero (via degli Orti; via Montagnese; via Antoni; Via il Carmine). Detti collegamenti avverranno mediante rampe dirette di connessione. Per motivi connessi con l'interdistanza tra le suddette rampe sono state previste due zone di scambio (T2 e T3) per consentire le manovre di entrata ed uscita dalla tangenziale di Alghero nei tratti in oggetto.

Lo svincolo di Via Ungias, è stato progettato in ottemperanza alla prescrizione n.1.1.1.1, che chiedeva, in fase di progetto esecutivo, esplorare la possibilità di risolvere diversamente, a livello di rete, il collegamento dell'area territoriale interessata dalla "Rotatoria 2" (considerata un'impropria interruzione della continuità del tronco di circonvallazione in progetto), evitando che l'inserimento di una intersezione a raso comporti la cesura di un'infrastruttura appartenente alla viabilità principale, per di più in un punto collocato immediatamente a valle dell'area di svincolo.

La "Rotatoria 2" è stata quindi eliminata, e al suo posto è stata prevista una uscita diretta verso via Ungias. La nuova intersezione di via Ungias è costituita da uno svincolo incompleto, che consente unicamente le manovre per i veicoli che da via Ungias vogliono immettersi sulla tipo D in direzione centro città (direzione Sud) e viceversa. Non sono consentite le manovre per i veicoli da e verso Sassari a causa della prossimità della ferrovia.

3.1 Il progetto stradale

Il progetto stradale è stato eseguito sulla cartografia recepita da ANAS.

L'intero tracciato è stato sottoposto a verifiche della normativa, eseguite mediante l'ausilio del software di progettazione stradale "Civil 3D" di Autodesk. In particolare, il programma consente la verifica, in tempo reale, delle caratteristiche plano-altimetriche del tracciato rispetto ai parametri previsti dalla normativa di riferimento (DM 05/11/2001).

Per la trattazione dettagliata si rimanda alla Relazione stradale, elaborato CA29_T00PS00TRARE01_A





3.2 Verifica delle pavimentazioni stradali

E' stato condotto un calcolo sul dimensionamento delle pavimentazioni stradali a cui si rimanda per i dettagli (elaborato CA29_T00PS00TRARE02_A)

Il dimensionamento è stato eseguito valutando le prestazioni che le sovrastrutture potranno offrire nel tempo quando soggette alle condizioni di traffico previste in progetto e nelle condizioni climatiche della zona di sedime dell'opera.

In conformità con quanto previsto nel Progetto Definitivo, per ognuna delle viabilità è stata prevista un pacchetto di pavimentazione **semirigido**.

La procedura di analisi si basa sull'impiego del **metodo razionale (multistrato elastico)**, ai cui risultati sono state applicate, in successione, alcune delle più note e utilizzate leggi per la fatica e per l'ormaiamento, al fine di verificare la vita utile e il livello prestazionale delle pavimentazioni in esame.

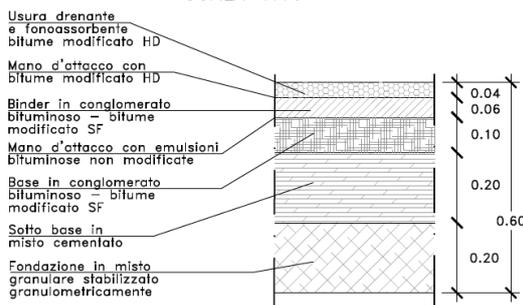
Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

Le performance delle pavimentazioni sono state valutate con riferimento ai volumi veicolari previsti nello studio di traffico contenuto nel Progetto Definitivo, utilizzando le mix di traffico previste nel Catalogo delle Pavimentazioni del CNR (BU 178/95) per la determinazione del numero di assi equivalenti al termine della vita utile, posta pari a 25 anni.

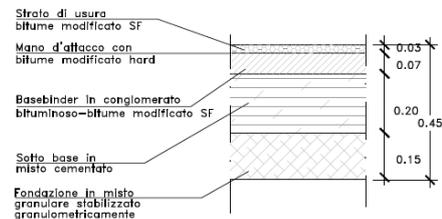
Le condizioni climatiche del sito sono state caratterizzate utilizzando le temperature dell'aria di Alghero Fertilia, località baricentrica rispetto all'intero progetto. I dati rilevati hanno riguardato le temperature medie mensili per gli anni dal 2011 al 2020 compresi.

Per le caratteristiche fisico-meccaniche e reologiche dei materiali è stato fatto riferimento a quanto prescritto nel CSA ANAS (IT.PRL.05.21 Rev 1). Si precisa a tal proposito che, per gli strati in conglomerato bituminoso, è stato sempre previsto l'utilizzo di bitumi modificati, in particolare HD per lo strato d'usura drenante e fonoassorbente e SF per l'usura ordinaria, il binder e la base.

SOVRASTRUTTURA STRADALE TIPO 1
 ASSE "B", ASSE D E RAMPE DI SVINCOLO
 SCALA 1:10



DETTAGLIO 2
 SOVRASTRUTTURA STRADALE TIPO 2
 BRETELLA DI COLLEGAMENTO CON AEREOPORTO
 E ROTATORIA S.P 42
 SCALA 1:10



Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E GEOTECNICO

In sede di Progetto Definitivo è stata redatta la Relazione Geologica che definisce i lineamenti geologici dell'area e delinea il Modello Geologico di Riferimento in relazione agli interventi in progetto.

Gli elementi necessari a tale scopo sono stati ricavati a seguito dell'esame della documentazione bibliografica disponibile per l'area in oggetto, dell'analisi diretta delle condizioni geologiche e geomorfologiche delle aree all'interno delle quali ricade l'intervento in progetto, dell'interpretazione dei dati geognostici pregressi relativi a campagne di indagine geognostica e geofisica effettuate ai fini della realizzazione di opere nelle immediate vicinanze al progetto.

In particolare, i dati geognostici presi in esame sono riferibili alle seguenti campagne d'indagine:

- Campagna d'indagine eseguita nell'ambito del Progetto Definitivo della "Nuova Strada Statale 291 – Collegamento veloce Sassari-Alghero-Aeroporto – Tronco bivio Olmedo - Alghero - Aeroporto – 1° Lotto" affidata, dal Compartimento della viabilità per la Sardegna, alla società SOLES s.r.l. nell'anno 2004;
- Campagna di indagini integrative per il progetto sopra citato, affidate, nell'anno 2005, alla società Geo-Lavori s.r.l.;
- Campagna d'indagine eseguita nell'ambito del Progetto Definitivo del Lotto 2, eseguita dalla società Progeo Lavori s.r.l., nell'anno 2004;
- Campagna d'indagine del Progetto Definitivo della "Circonvallazione di Alghero – Tratto innesto S.S. 127 bis – innesto S.S. 292", eseguita a cura del Comune di Alghero (ditta esecutrice: Sarda Sondaggi s.r.l.) nell'anno 2012;
- Campagne d'indagine geognostica e geofisica per il Progetto Definitivo della "S.S. 291 – Collegamento veloce Sassari – Alghero – Aeroporto. Tronco Bivio Olmedo – Alghero – Aeroporto – 1° lotto", eseguite, rispettivamente, dalle società Sondedile s.r.l. e Progeo s.r.l. nell'anno 2015.
- Campagne d'indagine geognostica e geofisica per il Progetto Definitivo della "S.S. 291 – Collegamento veloce Sassari – Alghero – Aeroporto. Tronco Bivio Olmedo – Alghero – Aeroporto – Lotto Unico", eseguite dal RTI Experimentations – Ditta Antonello Angius - Geolab nell'anno 2016.
- Campagne d'indagine geognostica e geofisica integrativa per il Progetto Definitivo della "S.S. 291 – Collegamento veloce Sassari – Alghero – Aeroporto. Tronco Bivio Olmedo – Alghero – Aeroporto – Lotto Unico", eseguite dal RTI Experimentations – Ditta Antonello Angius - Geolab nell'anno 2017.

3.3 SCHEMA MORFOLOGICO

La morfologia dell'area studiata rappresenta una diretta conseguenza dell'evoluzione geologica e geostrutturale dell'intera isola, caratterizzata dal susseguirsi di mutamenti legati ai movimenti tettonici che hanno ripetutamente interessato l'isola stessa e che sono ora rappresentati da evidenze della presenza di faglie, frammentazioni e dislocazioni degli ammassi e, nel terziario, dalla messa in posto di terreni di genesi

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 GRUPPO FS ITALIANE
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

vulcanica. Tali mutamenti tettonici hanno causato l'alternanza di fasi di continentalità e fasi di ingressione marina.

Il progetto studiato, in particolare, si estende all'interno della piana di Alghero, verso la quale sono rivolte le principali direttrici del reticolo idrografico di questo settore.

In tale area, come detto precedentemente, a causa del susseguirsi di differenti fasi tettoniche avvenute durante il meso-cenozoico, si sono originati rilievi collinari, impostatisi su rocce calcareo-dolomitiche riferibili alla medesima era, considerati come forme residuali d'erosione ("inselbergs") quale, ad esempio, il Monte Doglia, ad ovest dell'area aeroportuale,

o il Monte Agnese, ad est di Alghero (91 m), il cui versante settentrionale è attraversato dal tracciato del presente progetto. I versanti di tali rilievi si raccordano gradualmente con la superficie pianeggiante circostante, a causa dell'interposizione di coltri detritiche o eluviocolluviali, seppur risulti evidente, sia dall'analisi fotointerpretativa che dal rilievo geomorfologico di campo, nell'allineamento delle aree collinari e nella conformazione del pattern della rete idrografica, l'esistenza, appunto, di un forte controllo tettonico, esercitato da più sistemi di faglie, responsabili della disarticolazione del substrato mesozoico e del suo ribassamento al di sotto delle aree pianeggianti.

L'analisi geomorfologica di dettaglio, unita ai dati stratigrafici via via acquisiti, ha inoltre consentito di individuare, ad esempio nell'area dello svincolo di Mamuntanas, l'esistenza di paleobacini lacustri, impostatisi in corrispondenza di aree nelle quali la tettonica fragile ha provato il ribassamento del substrato carbonatico, creando aree depresse circoscritte, successivamente colmate, nelle varie fasi del Pleistocene, da sedimenti lacustri ed epivulcanici, oggi del tutto oblitee dall'evoluzione geomorfologica più recente.

3.4 AREE INTERESSATE DA PERICOLOSITA' DI FRANA (PAI)

Dall'esame della cartografia del PAI della Sardegna, limitatamente alle aree interessate da Pericolosità per Frana, recentemente aggiornate secondo la variante adottata nel 2010, si è verificata, per i due lotti in progetto, la sussistenza di condizioni di interferenza del tracciato con alcune aree classificate con grado di pericolosità.

Per quanto riguarda il Lotto 1, viene interferita una sola area a pericolosità Hg2 (pericolosità media), la quale intercetta, per un brevissimo tratto, l'asse principale della S.S.291, in corrispondenza del viadotto Rio Calvia 1. Tale area si estende, poi, diffusamente lungo il pendio del Monte Agnese, rilievo collinare adiacente al tracciato stradale in progetto. Tuttavia, dai riscontri fotointerpretativi e di campo effettuati, non sono stati individuati elementi geomorfologici tali da far ipotizzare la presenza di condizioni di rischio connesse alla realizzazione dell'opera. In corrispondenza del Lotto 4 gli ambiti di interferenza delle aree classificate a pericolosità media Hg2 con il tracciato sono tre. La prima area ricade tra le ppkk. 2+720÷2+760, lungo il versante ovest della piccola vallecchia morfologica dove sono ubicati il sottopasso stradale della viabilità locale VL1 e il tombino idraulico TS1-2. Le altre due aree si trovano lungo i versanti della valle a fondo piatto del Riu Sassu, tra le ppkk. 2+140÷2+320, in corrispondenza del viadotto omonimo in progetto, e le viabilità locali VL5 e VL6.

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

3.5 SCHEMA IDROGEOLOGICO

Nell'area attorno ad Alghero, la presenza di rilievi in prossimità della costa non consente l'originarsi di importanti corsi d'acqua, in quanto le precipitazioni arrivano in breve tempo direttamente a mare. Le principali linee di deflusso individuabili hanno una conformazione a raggiera e sono rappresentate da corsi d'acqua a carattere torrentizio stagionale, di cui i principali sono il Rio Barca, il Riu de Calvia ed il Canale Urune che, alimentati da una serie di torrenti, confluiscono tutti nello stagno costiero di Calich.

Tali corsi d'acqua presentano uno sviluppo di tipo dendritico. Il Rio Barca nasce dall'unione di due rami principali: il Riu Sassu a nord ed il Riu Serra a sud, che nasce dalle colline vulcaniche del settore di Villanova-Putifigari. Il Riu de Calvia nasce dall'unione di due aste: il Rio Carrabuffas ed il Riu Poggiassu, i quali nascono ad est dai rilievi vulcanici terziari e confluiscono in prossimità del contatto tra questi litotipi ed i rilievi mesozoici di Monte Agnese, Monte Carru e Monte Calvu.

Per la definizione degli aspetti che riguardano la circolazione idrica sotterranea le diverse unità litostratigrafiche presenti nell'area possono essere accorpate, come di seguito viene descritto, a definire complessi idrogeologici a comportamento omogeneo, dotati di caratteristiche di permeabilità relativa ben distinte.

A seguito dell'analisi di tutte le informazioni presenti in bibliografia inerenti l'assetto idrogeologico dell'area, integrato con le misure piezometriche effettuate durante le campagne geognostiche eseguite nell'area, e con le informazioni provenienti dal rilevamento idrogeologico, è stato possibile formulare le ipotesi, di seguito esposte, riguardanti l'interferenza delle opere in progetto con la circolazione idrica sotterranea.

Dalle informazioni provenienti dai dati dei pozzi censiti e raccolti nel database del Servizio Geologico Nazionale dell'ISPRA (<http://sgi.isprambiente.it>), si evince che nell'area in studio è presente una falda acquifera profonda (35-50 m da p.c.) che interessa esclusivamente i calcari mesozoici, saturando alla base l'acquifero carsico, che verosimilmente defluisce verso il mare, tale da non interferire con il tracciato stradale. I dati piezometrici ottenuti dalle campagne d'indagine recenti hanno evidenziato, in aggiunta allo schema generale, la presenza di una falda superficiale discontinua e poco produttiva, limitata agli orizzonti sabbiosi e conglomeratici più permeabili delle formazioni continentali pleistoceniche, di origine eolica (Sintema di Portovesme) e alluvionali (al).

In particolare, in corrispondenza del Lotto 1, la superficie piezometrica della falda superficiale si colloca ad una profondità variabile da 1,5 a 4 m da p.c., con un deflusso prevalente orientato in direzione WSW, verso il mare.

Diversamente, nel Lotto 4 si osserva una falda idrica superficiale limitata anche qui ai depositi pleistocenici di origine eolica e alle alluvioni dei corsi d'acqua principali. La quota della piezometrica risulta essere generalmente piuttosto superficiale (circa 1,5 – 2 m) con direzione di scorrimento verso SW in direzione del mare. In corrispondenza della valle del Riu Sassu si osserva, invece, una falda superficiale discontinua, limitata alle alluvioni, con direzione coincidente con l'asse vallivo. La trasmissività di tali orizzonti risulta estremamente limitata in ragione del loro ridotto spessore.

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

3.6 SISMICITA'

La rappresentazione di sintesi delle caratteristiche sismologiche e sismogenetiche del territorio è contenuta nella "Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale" dell'Italia, elaborata secondo l'Ordinanza PCM del 28 aprile 2006, n. 3519. Sulla base di tale ordinanza, aggiornata al 16/01/2006 con le comunicazioni delle regioni, tutti i territori comunali nei quali ricade il tracciato in progetto, sono stati classificati in zona 4 (sismicità irrilevante)

Con l'entrata in vigore del D.M. 17 gennaio 2018, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto (accelerazione del moto del suolo, intensità al sito, spettro di sito) viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento.

L'approccio "sito dipendente" della nuova normativa permette di riferirsi, per ogni costruzione, ad un'accelerazione di riferimento propria in relazione sia alle coordinate geografiche dell'area di progetto, sia alla vita nominale dell'opera stessa. In quest'ottica la classificazione sismica del territorio rimane utile, dal punto amministrativo, per la gestione pianificativa e di controllo dello stesso.

Secondo il nuovo approccio, il valore di accelerazione orizzontale massima al sito (a_g) viene stimato per l'intero territorio della Sardegna non facendo riferimento al reticolo sismico nazionale. Questo valore, calcolato per un tempo di ritorno $T_r = 475$ anni, corrispondente ad una vita utile di 50 anni ed una probabilità di superamento (P_{vr}) del 10% (SLV - Stato limite di salvaguardia della Vita) nel periodo di riferimento V_r è pari a 0.0500 g.

Sulla scorta dell'analisi dei risultati delle indagini geofisiche e dello studio della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio (onde S) i terreni del tracciato rientrano nelle categorie di sottosuolo B,D ed E.

3.7 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Il tratto interessato degli interventi di adeguamento è stato oggetto, a varie riprese, di attività di indagine geognostica. In merito alle attività propedeutiche allo studio geologico, pertanto, è stata innanzitutto effettuata la raccolta di tutti i dati ad esse riferiti, comprendenti stratigrafie di sondaggio, diagrammi di prove penetrometriche, prospezioni geofisiche, prove di laboratorio geotecnico e relativa documentazione fotografica.

Tali indagini, opportunamente georeferenziate, integrate con le indagini geognostiche opportunamente realizzate per il lotto 1° nell'anno 2015 e quelle eseguite nell'anno 2017 per il progetto qui studiato, hanno perfezionato le osservazioni provenienti dal rilevamento geologico di superficie, portando alla definizione del modello geologico di riferimento.

3.8 GEOTECNICA

In sede di progetto Esecutivo è stato condotto lo studio sulle problematiche geotecniche secondo la normativa di riferimento NTC 2008. (vedi elaborato T00GE00GETRE01_A)

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

Nel corso della progettazione le aree di interesse sono state indagate con una serie di sondaggi e prove eseguite in sito e in laboratorio.

Le indagini, opportunamente geo referenziate, hanno consentito di definire, congiuntamente al rilevamento diretto di campagna degli elementi geologici e geo-strutturali, il quadro geotecnico di riferimento e le conseguenti interpretazioni con il progetto. L'ubicazione di tutte le indagini geotecniche è riportata negli elaborati T00GE00GEOPU01 - 9.

In laboratorio si è proceduto all'esecuzione di cicli completi di prove d'identificazione consistenti in determinazioni del contenuto d'acqua naturale, del peso di volume naturale, secco e dei granuli, della massa volumica reale, della porosità, dell'indice dei vuoti, del grado di saturazione, dei limiti di Atterberg, del limite di ritiro, della composizione granulometrica per stacciatura e sedimentazione.

Sono state anche eseguite prove meccaniche (prove di compressione edometrica, prove di taglio diretto consolidate drenate CD, prove di compressione triassiale consolidate isotropiche non drenate CIU, prove di compressione monoassiale ad espansione laterale libera ELL, prove di compressione triassiale consolidate isotropiche drenate CID).

Su campioni di roccia lapidea sono state eseguite prove di compressione monoassiale con misura delle deformazioni assiali e prove di compressione triassiale.

Dal punto di vista geotecnico è possibile osservare come il tracciato attraversi stratigrafie a tratti omogenee:

- Asse B – il tracciato si sviluppa un uno strato mediamente omogeneo di UG1 fino alla profondità massima di 20 m. Nelle prossimità degli attraversamenti maggiori (Ponte Rio Serra e Ponte Rio Calvia 1) si osserva uno strato alluvionale appartenente all'unità UG7. Al di sotto si riconoscono calcareniti appartenenti al substrato che ricadono, principalmente, nell'unità UG2. Si individuano aree più fratturate delle unità UG3 e UG4 in corrispondenza dei viadotti e nella seconda metà del tracciato, con spessori massimi riconosciuti fino a 40 m. Infine, nei primi 200 m del tracciato, si identifica una lente di piroclastiti composte da sabbie, appartenenti all'unità UG5, per spessori massimi di 10 m.
- Asse C – il tracciato si sviluppa omogeneo a tratti secondo la seguente suddivisione:
 - Dalla progressiva 0+000 alla progressiva 0+450 si individua uno strato di UG1 superficiale con spessori fino ai 15 m a ricoprimento di argille appartenenti alle unità UG6 e UG8, con spessori massimi rispettivamente di 40 e 20 m. Le argille sabbiose UG8 si riconoscono fino alla quota di fine sondaggio e sempre al di sotto delle argille bentonitiche UG6.
 - Dalla progressiva 0+450 alla progressiva 1+870 lo strato superficiale di UG1 si assottiglia rapidamente, mantenendo spessori massimi dell'ordine di 10 m nelle prime centinaia di metri del tratto e riducendosi a 3 m nella successiva sezione. In profondità, fino alla quota di fine sondaggio, si riconoscono sabbie di origine piroclastica appartenenti all'unità UG5.
 - Dalla progressiva 1+870 alla progressiva 3+193 si mantiene lo spessore limitato dell'UG1. A tratti questo scompare in corrispondenza degli avvallamenti principali lasciando spazio a terreni di origine alluvionale UG7, con spessori massimi dell'ordine di 3 m. Nel substrato si

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

riconosce uno strato omogeneo di calcareniti appartenenti all'unità UG2, con una lente di UG4 nella sezione conclusiva del tracciato e di estensione non riscontrabile

- Asse D – il tracciato si sviluppa omogeneo a tratti secondo la seguente suddivisione:
 - Dalla progressiva 0+000 alla progressiva 1+480 si individua uno strato di UG1 superficiale con spessori fortemente variabili dai 2 ai 12 m e con una sezione limitata, tra le progressive 1+360 e +1420, dove si raggiunge lo spessore massimo di 20 m. Questa variabilità è dovuta al contatto con la roccia del substrato che assume una struttura a gradoni. La stessa calcarenite del substrato ricade principalmente nell'unità UG2, presentandosi a sezioni più fratturata (unità UG3) ed estendendosi fino a quota di fine sondaggio.
 - Dalla progressiva 1+480 alla progressiva 3+160 si vede una progressiva immersione e scomparsa delle calcareniti, che lasciano spazio a un bacino di deposito di sabbie di origine piroclastica appartenenti all'unità UG5 con spessori fino alla quota di fine sondaggio e massimi riconoscibili di 18 m. Dalla progressiva 2+190 le calcareniti UG2 compaiono nuovamente a ricoprimento delle piroclastiti con spessori fino agli 11 m. Si mantiene omogeneo il ricoprimento appartenente all'unità UG1 con spessori tra i 2 e i 5 m
- Rampa Alghero – il tracciato si sviluppa su terreni UG1 con spessori massimi di 15 m con lenti di argille UG6. Le calcareniti del substrato, appartenenti alle unità UG2 e UG3, raggiungono spessori massimi di 30 m e comunque fino alla quota di fine sondaggio. Si mantiene, in questa rampa, la struttura a gradoni riconosciuta nel asse D.
- Rampa bidirezionale e rampa sud – il tracciato si sviluppa su terreni UG1 con spessori massimi di 14 m. Le calcareniti del substrato presentano una struttura mediamente più fratturata rispetto al resto del tracciato, ricadendo principalmente nelle unità UG3 e UG4 e solo a zone nelle unità UG2. Nella parte finale del tracciato si riconosce lo stesso bacino di deposito di piroclastiti dell'unità UG5 riconosciuto nell' asse D.

Per la trattazione completa si rimanda alla Relazione Geotecnica Elaborato T00GE00GETRE01_A

4 INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDRAULICO

Il tracciato di progetto interferisce con il reticolo idrografico del bacino costituito dai corsi d'acqua minori tra il Mannu di Porto Torres e il Temo (classificati dall'Autorità di bacino della Regione Sardegna nel Sub-bacino N°3 Coghinas-Mannu-Temo) e più precisamente con il Riu Serra, affluente in sinistra idraulica del Rio Barca, il Riu Sassu, affluente di monte del Riu Barca ed in due punti con il Riu de Calvia. L'attraversamento di detti corpi idrici avviene in tutti i casi in viadotto:

- Riu Serra in prossimità della prog. 0+690,00 dell'asse principale;
- Riu de Calvia in prossimità della prog. 2+910,00 dell'asse principale;
- Riu de Calvia in prossimità della prog. 0+570,00 della viabilità urbana (Asse D);
- Riu Sassu in prossimità della prog. 2+260,00 della bretella di collegamento con Fertilia;

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

L'intervento in argomento, trattandosi di una tipologia di opera a prevalente sviluppo lineare, presenta diversi punti di interferenza con il reticolo idrografico superficiale. L'area oggetto dell'intervento di realizzazione del nuovo tracciato è interferente con l'alveo del Riu Serra (affluente del Riu Barca), del Riu Sassu (affluente di testa del Riu Barca, poco a monte della successiva affluenza del Riu Filibertu) e del Riu de Calvia (in due punti distinti). I due corsi d'acqua interferiti, come detto, risultano compresi nel Sub Bacino 3 - Coghinas Mannu Temo.

Il Sub_Bacino si estende per 5402 Km², pari al 22.5% del territorio regionale; in esso sono presenti nove opere di regolazione in esercizio e cinque opere di derivazione. I corsi d'acqua principali sono i seguenti:

- Rio Mannu di Porto Torres, sul quale confluiscono, nella parte più montana, il Rio Bidighinzu con il Rio Funtana Ide (detto anche Rio Binza 'e Sea).
- Il Rio Minore che si congiunge al Mannu in sponda sinistra.
- Rio Carrabusu affluente dalla sinistra idrografica.
- Rio Mascari, affluente del Mannu di Portotorres in sponda destra, si innesta nel tratto mediano del rio presso la fermata San Giorgio delle Ferrovie Complementari.
- Fiume Temo, regolato dall'invaso di Monteleone Roccadoria, riceve i contributi del Rio Santa Lughia, Rio Badu 'e Ludu, Rio Mulino, Rio Melas, affluenti di sinistra che si sviluppano nella parte montana del bacino. Negli ultimi chilometri il Temo, unico caso in Sardegna, è navigabile con piccole imbarcazioni; il suo sbocco al mare, sulla spiaggia di Bosa Marina, avviene tramite un ampio estuario. In particolari situazioni meteomarine il deflusso del Temo viene fortemente condizionato causando non rari allagamenti della parte bassa dell'abitato di Bosa; per gli stessi motivi riveste particolare rilevanza il reticolo idrografico che circonda il centro urbano, il cui torrente principale è rappresentato dal Rio Sa Sea.
- Il Rio Sa Entale, che si innesta nel Temo in destra idrografica, e il Rio Ponte Enas, in sinistra, costituiscono gli affluenti principali per estensione del rispettivo bacino.
- Fiume Coghinas, il cui bacino occupa una superficie di 2.453 Km² ed è regolato da due invasi, riceve contributi dai seguenti affluenti: Rio Mannu d'Ozieri, Rio Tilchiddesu, Rio Butule, Rio Su Rizzolu, Rio Puddina, Rio Gazzini, Rio Giobaduras.

E' da annoverare, inoltre, una serie di rii minori che si sviluppano nella Nurra e nell'Anglona, e, segnatamente:

- Canale Urune, dalla località C. Funtaneddas fino alla foce in mare presso Fertilia, passando attraverso lo stagno di Calich per una lunghezza di circa 10,8 km;
- Riu Barca, dal tombino in località sa Tanchita alla confluenza nello stagno di Calich per una lunghezza del tratto studiato di circa 6,5 km;
- Riu Filibertu dalla località lu Baraccone alla confluenza nel Barca per una lunghezza di 8,5 km;
- Riu de Calvia, dal ponticello in località Croce Pietra Basa alla foce nello stagno di Calich, per una lunghezza di 9 km.

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

- Fiume Santo.
- Rio Frigiano.
- Mannu di Sorso.

Per la trattazione completa si rimanda alla Relazione Idrologica T00ID00IDRRE01_A

4.1 LO STUDIO IDROLOGICO

Nell'ambito della progettazione esecutiva è stato condotto uno studio idraulico, di cui all'elaborato "T00ID00IDR02_A".

Nei primi due capitoli sono esposte le impostazioni teoriche adottate per la schematizzazione dei fenomeni naturali, le ipotesi semplificative assunte e le metodologie di calcolo utilizzate rispettivamente per l'idraulica fluviale e per i fenomeni fisici propri dell'interferenza tra le strutture d'attraversamento e corso d'acqua, facendo particolare riferimento ai risultati ottenuti e riportati nella Relazione Idrologica in materia di stima dei parametri idrologici di riferimento per il dimensionamento di tutti i manufatti idraulici in progetto.

Tali metodologie sono state applicate allo studio della compatibilità idraulica degli attraversamenti stradali dei corsi d'acqua principali e secondari.

Infine è stato affrontato il tema dell'idraulica di piattaforma, definendo i criteri di progetto e caratteristiche dimensionali e tecniche degli elementi idraulici previsti per il drenaggio della superficie stradale e delle opere idrauliche necessarie al presidio idraulico dell'infrastruttura.

Per tutti i bacini oggetto di studio sono state determinate, attraverso software GIS in grado di processare i dati territoriali tridimensionali ed effettuare analisi spaziali, le distribuzioni rispetto alla superficie dei bacini stessi delle principali caratteristiche morfologiche, fisiche ed idrologiche, utili o necessarie all'analisi idrologica che si intende condurre.

Per i bacini indicati, in funzione delle relative sezioni di chiusura indicate, sono state calcolate le principali grandezze morfometriche, utili per le successive elaborazioni idrologiche per la stima delle portate di piena per assegnati tempi di ritorno.

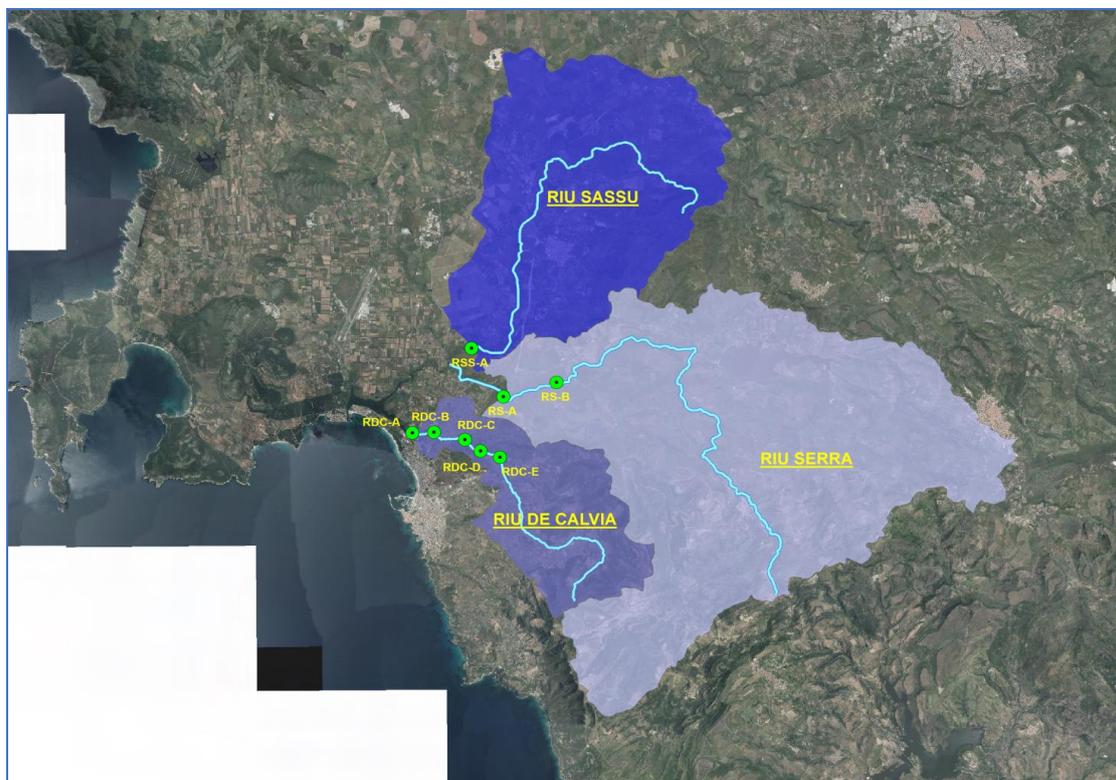


Figura 1 - Bacini idrografici Riu Sassu, Riu Serra e Riu de Calvia su ortofoto

SEZIONE	CORSO D'ACQUA	Area Bacino S	L	i _{media}	H _{max}	asta		bacino		
						i _{media}	H _o	H _{max}	H _{media}	
		Km ²	km	m/m	m.s.l.m	%	m.s.l.m.	m.s.l.m.	m.s.l.m.	
RDC-E	RIU DE CALVIA	27.69	9.00	0.04	360.00	17.21	15.00	383.14	125.32	
RDC-D	RIU DE CALVIA	28.58	9.80	0.04	360.00	17.07	10.02	383.14	122.65	
RDC-C	RIU DE CALVIA	29.15	10.50	0.03	360.00	17.09	9.94	383.14	121.30	
RDC-B	RIU DE CALVIA	33.96	11.85	0.03	360.00	15.30	5.00	383.14	106.72	
RDC-A	RIU DE CALVIA	34.85	12.49	0.03	360.00	15.10	4.77	383.14	105.19	
RS-B	RIU SERRA	149.86	19.86	0.02	360.00	25.00	10.00	500.00	227.00	
RS-A	RIU SERRA	159.73	23.71	0.02	360.00	25.00	0.00	500.00	227.00	
RSS-A	RIU SASSU	81.59	18.28	0.01	111.50	6.60	1.34	234.75	67.06	

Tabella 1 - Caratteristiche morfologiche, fisiografiche e altimetriche dei sottobacini del Riu Serra e Riu de Calvia relative alle sezioni di calcolo individuate

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

DENOMINAZIONE CORSO D'ACQUA	AREA BACINO	Q-Tr(2)	Q-Tr(5)	Q-Tr(10)	Q-Tr(50)	Q-Tr(100)	Q-Tr(200)	Q-Tr(500)	Q-Tr(1000)
	[km ²]	[m ³ /s]							
RIU SERRA RS-B	149.86	47.84	96.41	161.91	324.56	393.74	462.92	553.44	622.62
RIU SERRA RS-A	160.52	50.74	102.26	172.52	344.24	417.62	490.99	587.01	660.38

Tabella 2 - Portate per assegnato tempo di ritorno relative al sottobacino Riu Serra

DENOMINAZIONE CORSO D'ACQUA	AREA BACINO	Q-Tr(2)	Q-Tr(5)	Q-Tr(10)	Q-Tr(50)	Q-Tr(100)	Q-Tr(200)	Q-Tr(500)	Q-Tr(1000)
	[km ²]	[m ³ /s]							
RIU SASSU RSS-A	81.59	27.28	56.25	161.91	196.45	239.27	281.67	337.49	379.47

Tabella 3 - Portate per assegnato tempo di ritorno relative al sottobacino Riu Sassu

SEZIONE	SZO	A	θ	r	ε	Q _T						
						Q ₂ (t)	Q ₅ (t)	Q ₁₀ (t)	Q ₅₀ (t)	Q ₁₀₀ (t)	Q ₂₀₀ (t)	Q ₅₀₀ (t)
		kmq	h	-	-	mc/s	mc/s	mc/s	mc/s	mc/s	mc/s	mc/s
RDC-E	II	27.69	2.28	0.91	1.0	11.64	27.01	41.11	85.64	107.46	130.11	161.00
RDC-D	II	28.58	2.40	0.91	1.0	12.02	27.50	41.61	85.88	107.53	129.96	160.52
RDC-C	II	29.15	2.59	0.91	1.0	11.24	26.01	39.54	82.05	102.89	124.51	153.97
RDC-B	II	33.96	3.09	0.91	1.0	12.97	29.20	43.90	89.46	111.69	134.69	165.94
RDC-A	II	34.85	3.24	0.91	1.0	13.28	29.64	44.41	89.98	112.18	135.13	166.29

Tabella 4 - Portate per assegnato tempo di ritorno relative al sottobacino Riu de Calvia

4.2 LO STUDIO IDRAULICO

I fenomeni di deflusso si caratterizzano per la prevalenza di una dimensione rispetto alle altre, ed appare quindi del tutto ragionevole l'accettazione della ipotesi di monodimensionalità del moto che, consentendo notevoli semplificazioni del sistema di equazioni differenziali che governando il fenomeno, ne assicurano la risolubilità con tempi di calcolo ragionevoli. Tale ipotesi, ancorché generalmente adottata, deve essere tuttavia attentamente valutata in presenza di estesi fenomeni di esondazione o in prossimità di ostacoli presenti in alveo quali ponti, soglie, o briglie, cui consegue per il moto l'acquisizione di spiccati caratteri di bi o tridimensionalità.

I calcoli idraulici per la definizione delle condizioni di deflusso sono stati effettuati con riferimento alle seguenti condizioni fisiche del corso d'acqua:

- Stato attuale (condizioni Ante Operam);
- Stato di progetto (condizione Post Operam).

Riu Sassu

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

Il tratto del Riu Sassu indagato per l'esecuzione delle analisi inizia in prossimità della Strada Vicinale Figuruja a monte di località Lunafras a nord-est dell'abitato di Alghero e scorre con direzione sud-ovest fino alla confluenza con il Riu Filibertu, in sinistra, e, più a valle, in destra con il Riu Serra, per poi diventare Riu Barca, per una lunghezza complessiva di circa 1,70 km.

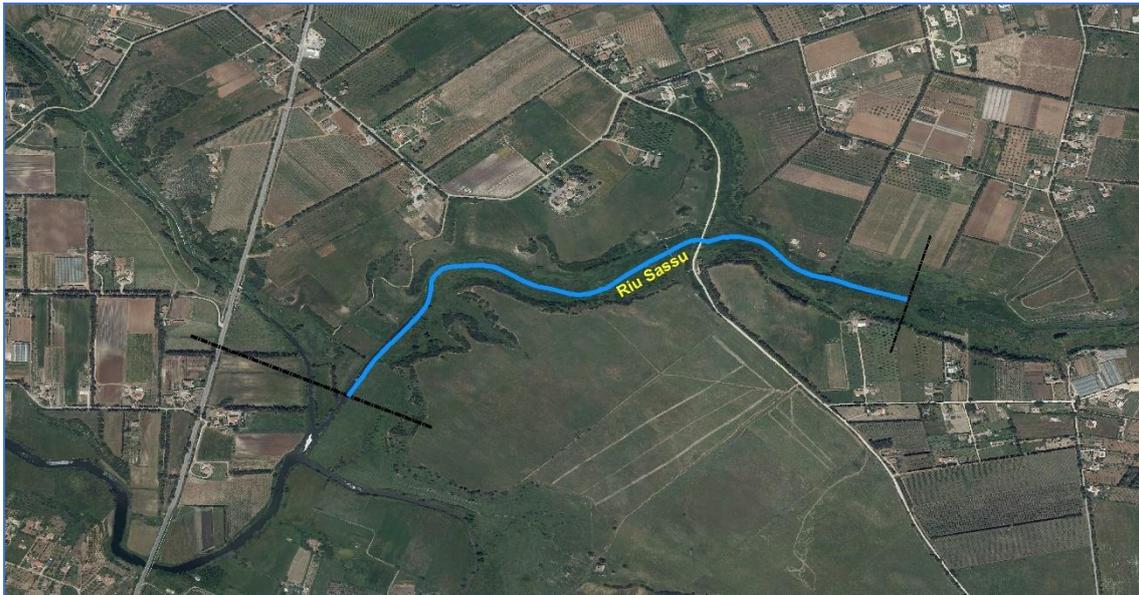


Figura 2 - Localizzazione tratto Riu Sassu oggetto delle analisi idrauliche

Lo studio dell'andamento dei livelli idrici di piena del Riu Sassu, nella condizione ante operam, è stato condotto tramite modello matematico monodimensionale in moto permanente.

Lo studio ha interessato un tratto del corso d'acqua caratterizzato da una lunghezza di poco meno di 1700 m che parte a monte circa 500 m prima della confluenza con il Riu Filibertu e termina a valle poco a monte della confluenza con il Riu Serra.

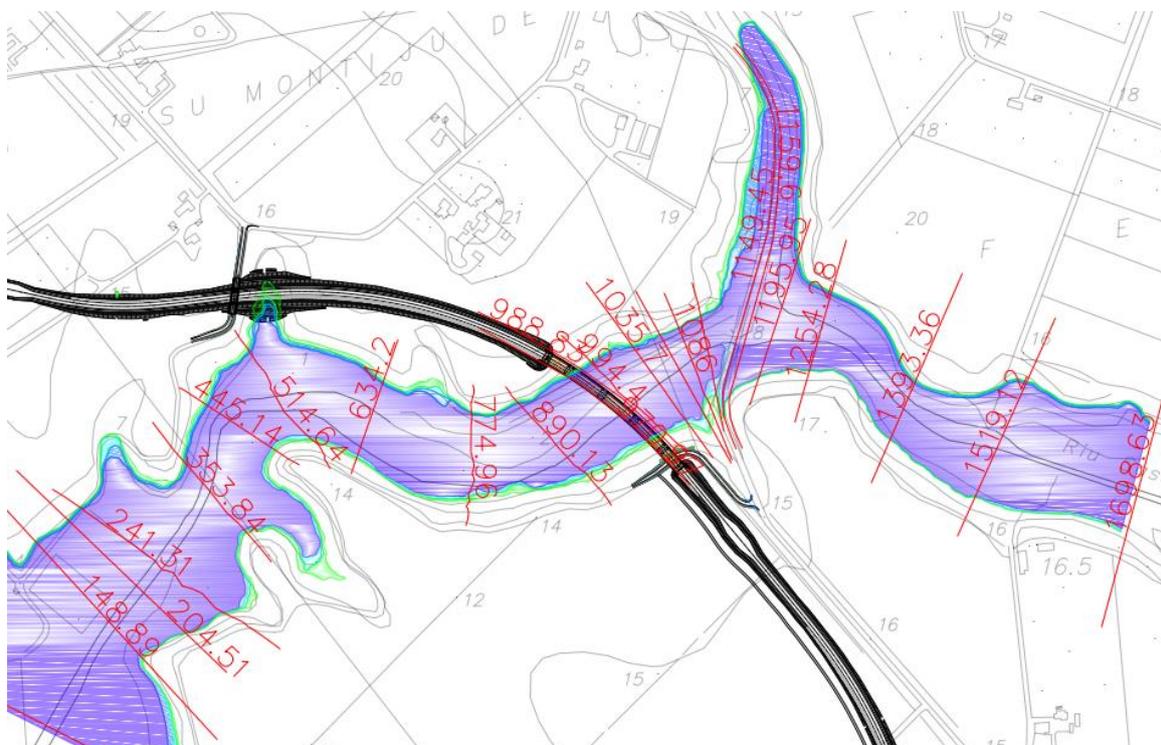


Figura 3 – Ubicazione sezioni trasversali per il tratto del Riu Sassu

La simulazione condotta è stata finalizzata a ricostruire le modalità di deflusso in alveo delle massime piene in presenza dell'opera realizzata (*post operam*).

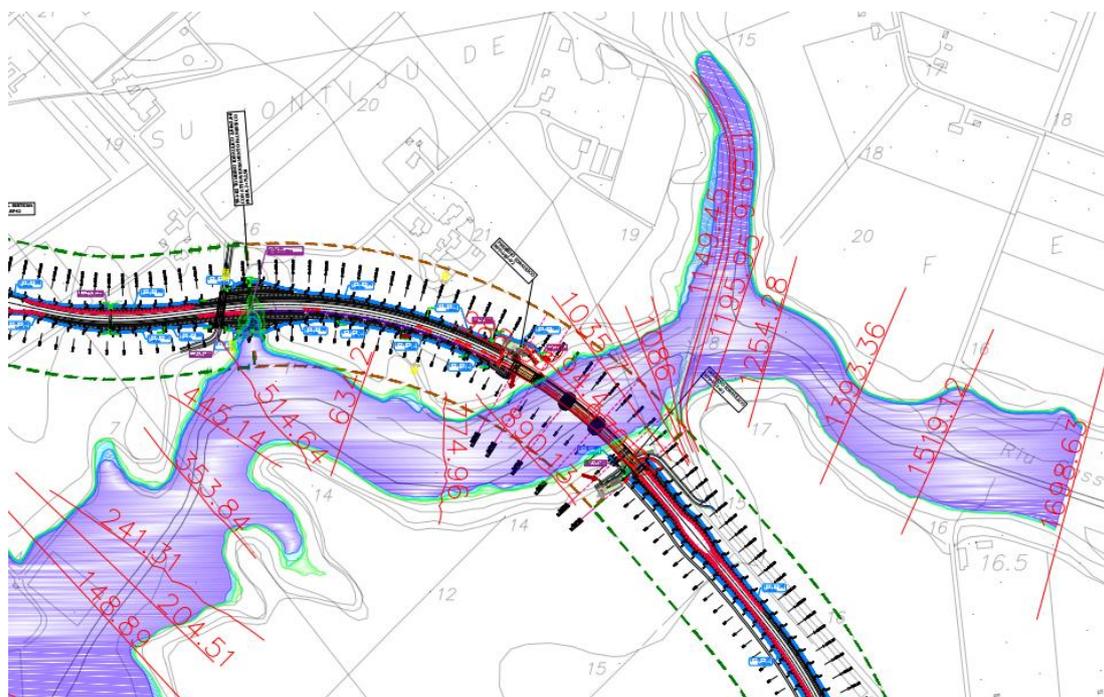


Figura 4 - Stato Post-Operam

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

La Nuova Bretella per l'Aeroporto di Fertilia interferisce con il reticolo in argomento mediante un'opera di scavalco costituita di un viadotto in acciaio ad unico impalcato di lunghezza complessiva pari a 210 m. La struttura è caratterizzata da uno schema statico di impalcato a trave continua a cinque campate, di luci 30m – 50m – 50m – 50m – 30m. L'opera è costituita da un impalcato, con carreggiate separate, realizzato in struttura mista acciaio calcestruzzo, composto da tre travi metalliche a doppio T di altezza variabile e da una soletta in calcestruzzo armato ordinario, resa collaborante con le travi. Le pile, in cemento armato, hanno fusto circolare. Completano l'opera le spalle, di tipologia ordinaria, in cemento armato. Le fondazioni sono dirette per le spalle e pile, ad eccezione della pila 2 e 3 che presentano fondazioni di tipo diretta approfondita.

TR	SEZIONE	CONDIZIONE ANTE OPERAM	CONDIZIONE POST OPERAM	DIFFERENZA
50	988.83	5.05	5.02	-0.03
100		5.57	5.55	-0.02
200		6.08	6.07	-0.01
500		7.03	7.03	0.00
NUOVO VIADOTTO RIO SASSU				
50	970.97	5.03	5.00	-0.03
100		5.55	5.53	-0.02
200		6.07	6.05	-0.02
500		7.03	7.01	-0.02

Figura 5 - Tabella comparativa dei livelli idrici che, al variare del tempo di ritorno, si instaurano nelle sezioni di monte e di valle del Nuovo Viadotto Sassu, nelle condizioni di ante operam e post operam

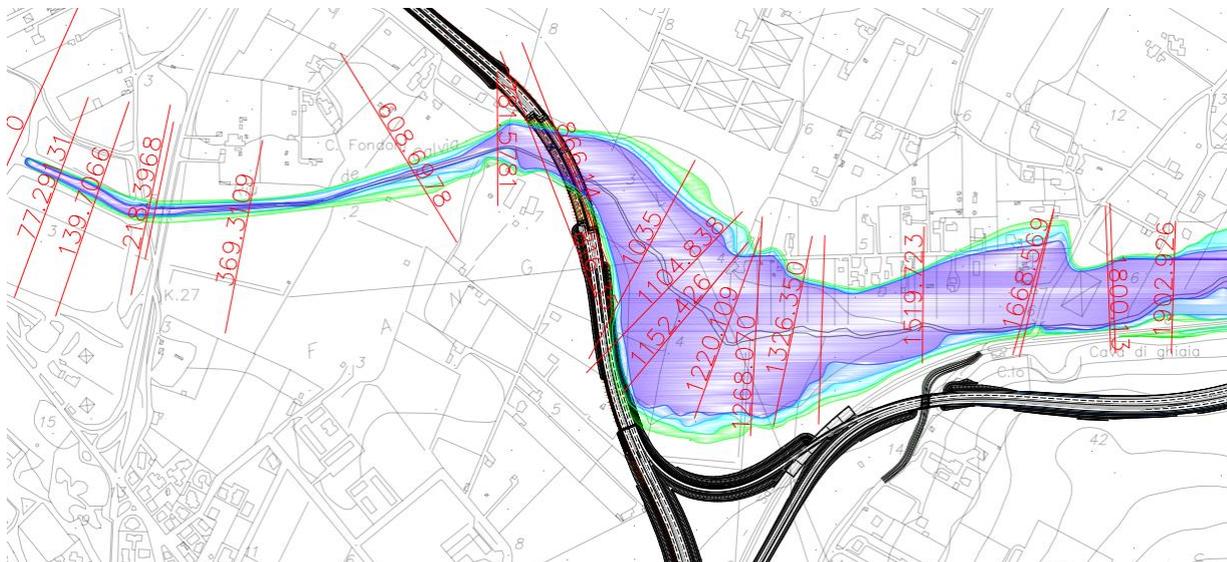
Riu de Calvia

Il tratto del Riu de Calvia oggetto di analisi inizia dal ponte in località Monte Agnese ad est dell'abitato di Alghero e scorre con direzione nord-ovest fino allo sbocco nello stagno di Calich, per una lunghezza complessiva di circa 3,75 km.

L'alveo presenta due tratti a pendenza mediamente costanti: nei primi 1,5 km di monte essa è pari al 4%; nel secondo tratto, lungo circa 2,25 km, si riduce allo 0.3%; gli ultimi 0,8 km dell'asse del corso d'acqua fanno parte dello stagno di Calich, che ha andamento parallelo alla linea di costa della rada di Alghero; la vegetazione in alveo e nelle zone golenali tende a diminuire progressivamente da monte verso valle.



Figura 6 - Localizzazione tratto Riu de Calvia oggetto delle analisi idrauliche



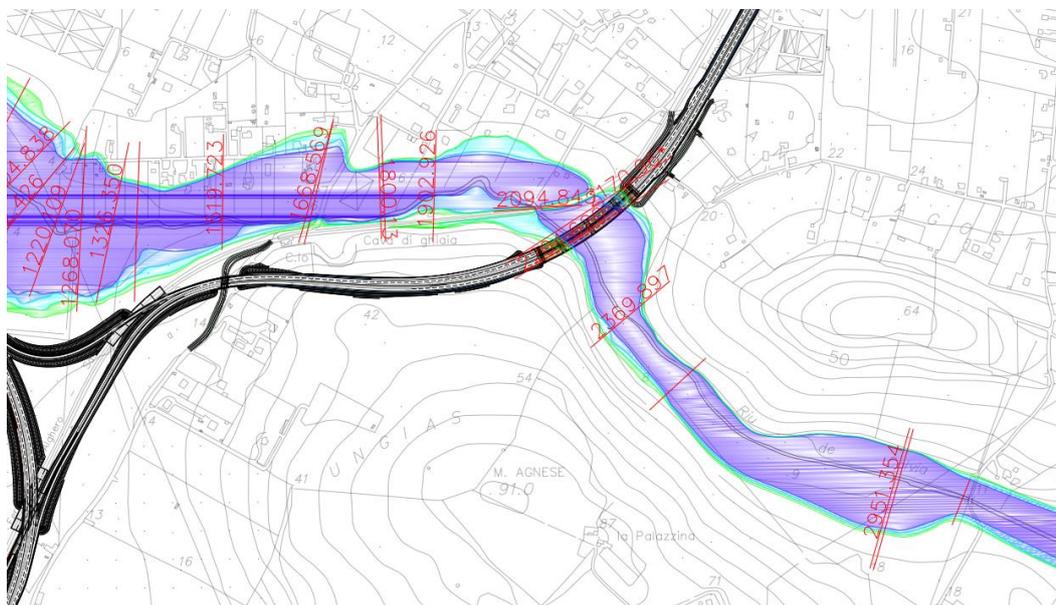


Figura 7 - Ubicazione sezioni trasversali per il tratto del Riu de Calvia

La simulazione condotta è stata finalizzata a ricostruire le modalità di deflusso in alveo delle massime piene in presenza dell'opera realizzata (*post operam*).

La SS291 interferisce con il reticolo in argomento mediante un'opera di scavalco (Ponte Rio Calvia 1) costituita di un viadotto in acciaio (di lunghezza complessiva pari a 200 m) caratterizzato da uno schema statico di impalcato a trave continua a quattro campate, di luci 40 m – 60 m – 60 m – 40 m. L'opera è costituita da due impalcati, uno per ciascuna carreggiata, realizzati in struttura mista acciaio calcestruzzo, ognuno composto da due travi metalliche a doppio T di altezza variabile e da una soletta in calcestruzzo armato ordinario, resa collaborante con le travi. Le pile, in cemento armato, hanno fusto circolare. Completano l'opera le spalle, di tipologia ordinaria, in cemento armato. Le fondazioni sono tutte su micropali.

Per quanto riguarda il Viadotto Rio Calvia 2, l'attraversamento è costituito anch'esso da doppio impalcato metallico di sviluppo complessivo pari a 170 m: esso è caratterizzato da uno schema statico di impalcato a trave continua a tre campate, di luci 55 m – 70 m – 55 m. L'opera è costituita da due impalcati, uno per ciascuna carreggiata, realizzati in struttura mista acciaio calcestruzzo, ognuno composto da due travi metalliche a doppio T di altezza variabile e da una soletta in calcestruzzo armato ordinario, resa collaborante con le travi. Le pile, in cemento armato, hanno fusto circolare. Completano l'opera le spalle, di tipologia ordinaria, in cemento armato. Le fondazioni sono tutte dirette, ad eccezione delle pile 2 per le quali si prevede la fondazione su micropali.

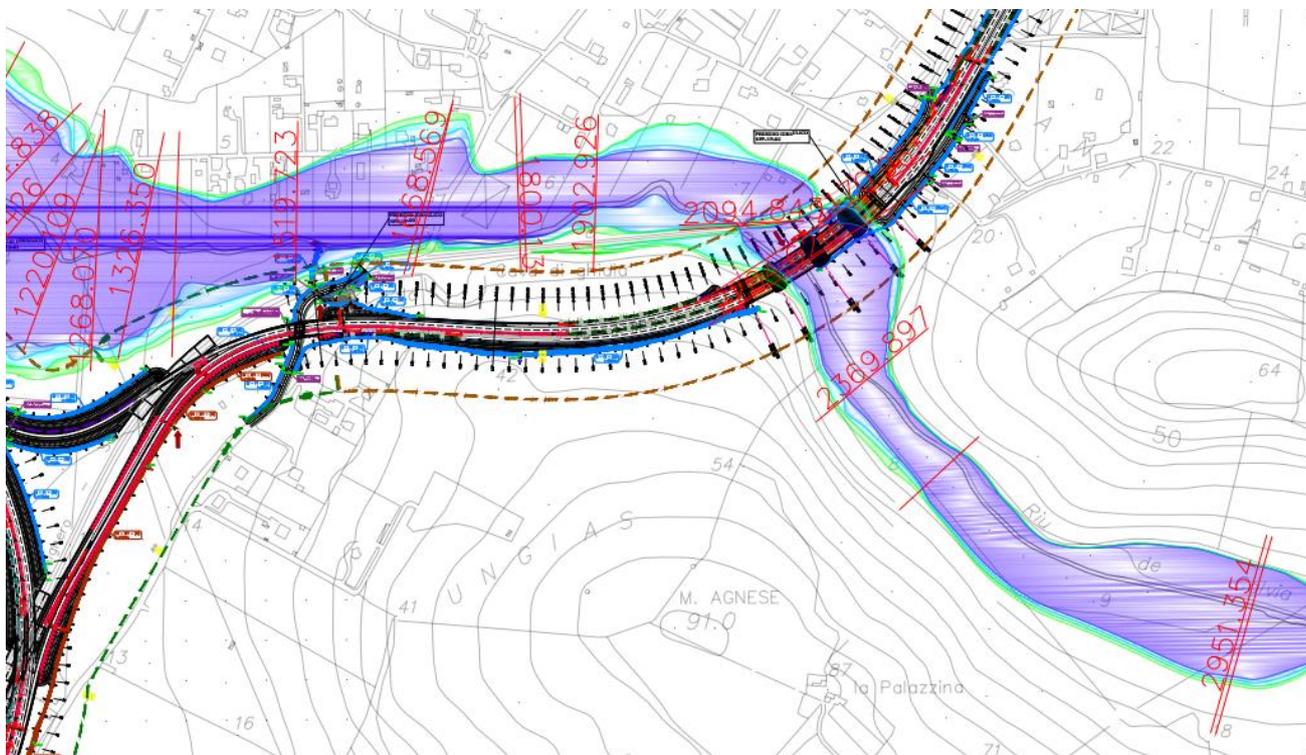


Figura 8 - Stato Post-Operam Riu de Calvia 1

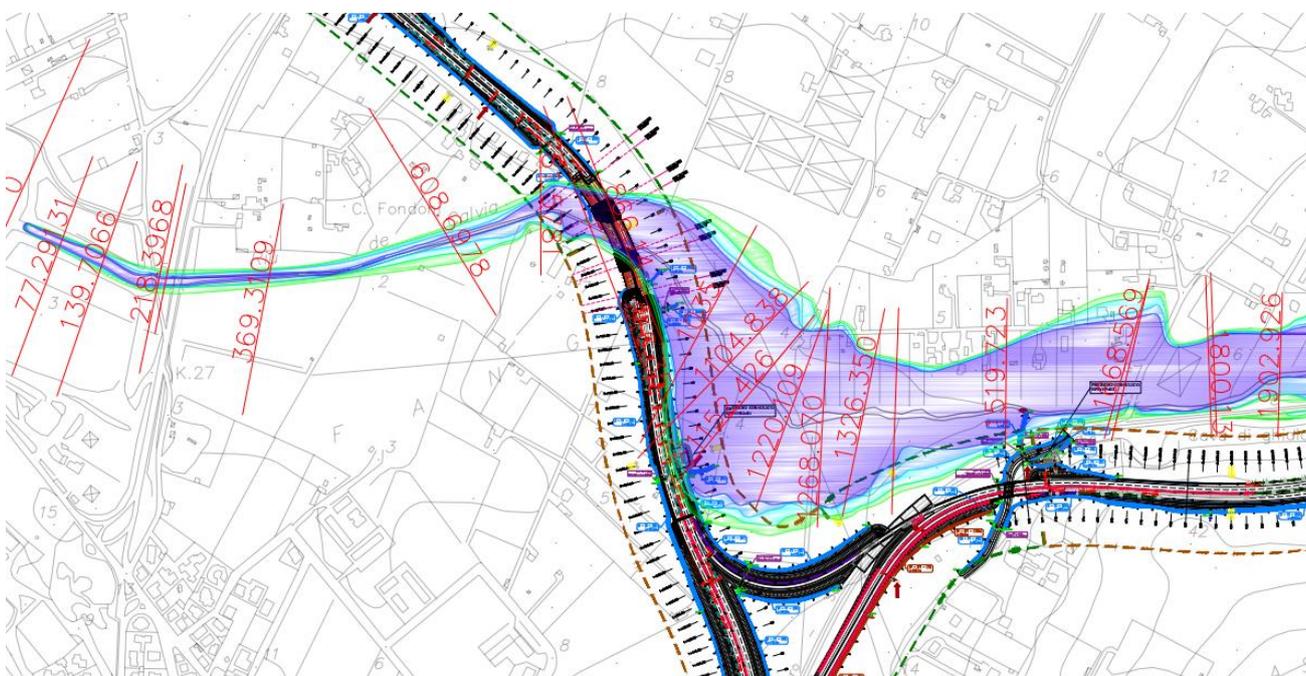


Figura 9 - Stato Post-Operam Riu de Calvia 2

CA-029

Relazione Tecnica Generale

TR	SEZIONE	CONDIZIONE ANTE OPERAM	CONDIZIONE POST OPERAM	DIFFERENZA
50	2204.620	8.63	8.56	-0.07
100		9.03	9.02	-0.01
200		9.47	9.52	--0.05
500		10.08	10.07	-0.01
NUOVO VIADOTTO RIO CALVIA 1				
50	2170.96*	8.44	8.56	0.12
100		8.90	9.01	0.11
200		9.42	9.52	0.10
500		10.05	10.07	0.02

TR	SEZIONE	CONDIZIONE ANTE OPERAM	CONDIZIONE POST OPERAM	DIFFERENZA
50	866.14	4.29	3.94	-0.35
100		4.47	4.24	-0.23
200		4.61	4.51	-0.10
500		4.80	4.81	0.01
NUOVO VIADOTTO RIO CALVIA 2				
50	816.35	3.12	3.48	0.36
100		3.26	3.62	0.36
200		3.42	3.76	0.34
500		3.58	3.94	0.36

Tabella 5 - Tabella comparativa dei livelli idrici che, al variare del tempo di ritorno, si instaurano nelle sezioni di monte e di valle degli attraversamenti in progetto del Riu de Calvia, nelle condizioni di ante operam e post operam

Riu Serra

Il tratto del Riu Serra oggetto di analisi inizia immediatamente a valle della SS127 bis, subito dopo la confluenza del Riu Iscala Mala nel Riu Serra con direzione ovest fino confluenza con il Riu Barca, per una lunghezza complessiva di circa 5,00 km.

Il tratto analizzato è interessato da un attraversamento stradale nelle immediate adiacenze con un altro attraversamento di tipo (linea Alghero Sassari).

Il Riu Serra viene attraversato in un punto, in viadotto, alla progressiva 0 + 700,00 della SS291.

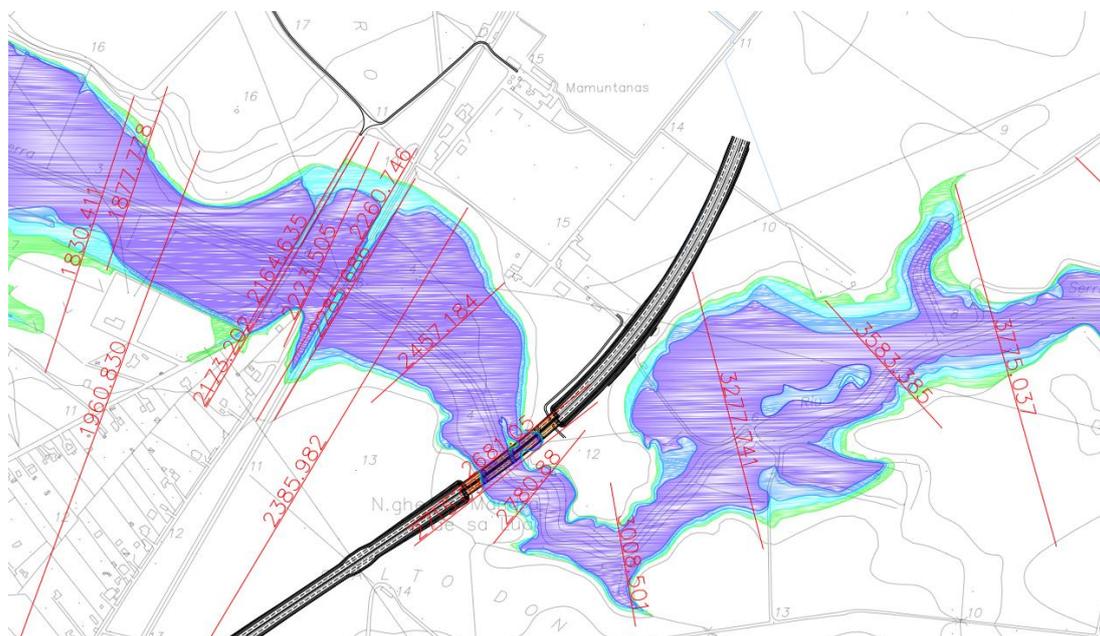


Figura 10 - Ubicazione sezioni trasversali per il tratto del Riu Serra

La simulazione condotta è stata finalizzata a ricostruire le modalità di deflusso in alveo delle massime piene in presenza dell'opera realizzata (*post operam*).

La SS291 interferisce con il reticolo in argomento mediante un'opera di scavalco costituita di un viadotto in acciaio ad impalcati separati per carreggiata di lunghezza complessiva pari a 200 m. La struttura è caratterizzata da uno schema statico di impalcato a trave continua a quattro campate, di luci 40m – 60m – 60m – 40m. L'opera è costituita da due impalcati, uno per ciascuna carreggiata, realizzati in struttura mista acciaio calcestruzzo, ognuno composto da due travi metalliche a doppio T di altezza variabile e da una soletta in calcestruzzo armato ordinario, resa collaborante con le travi. Le pile, in cemento armato, hanno fusto circolare. Completano l'opera le spalle, di tipologia ordinaria, in cemento armato. Le fondazioni sono su micropali per le spalle e le pile 2, mentre per le pile 1 e 3 la fondazione è approfondita in pozzo conterminato tra micropali.

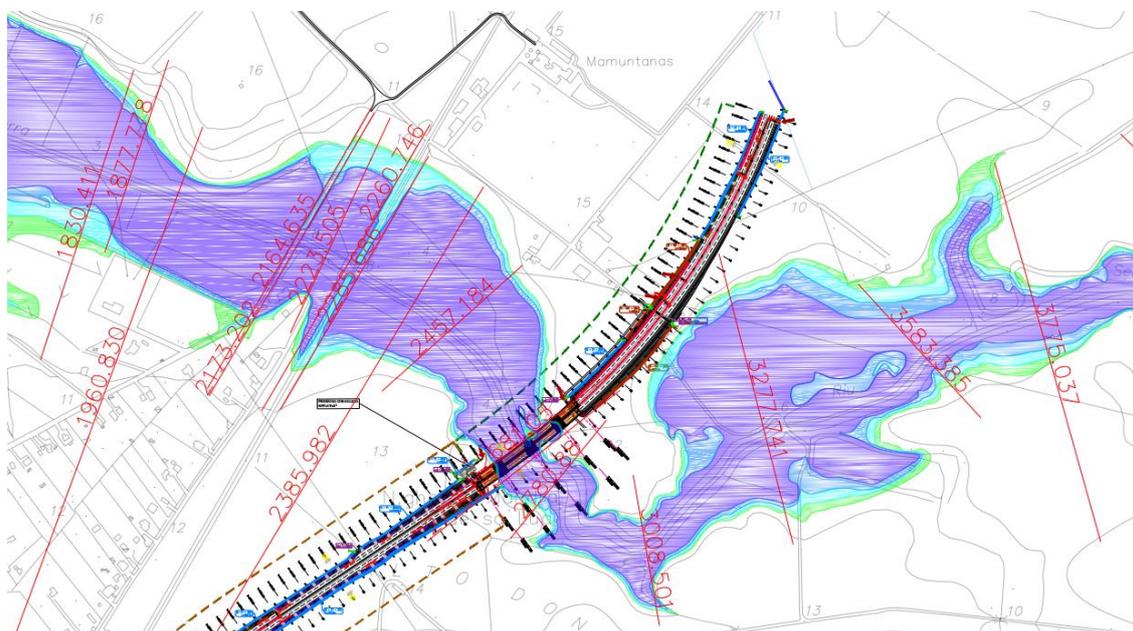


Figura 11 - Stato Post-Operam Riu Serra

TR	SEZIONE	CONDIZIONE ANTE OPERAM	CONDIZIONE POST OPERAM	DIFFERENZA
50	2715.09	7.90	8.02	0.12
100		8.34	8.59	0.25
200		8.61	8.74	0.13
500		8.69	8.87	0.18
NUOVO VIADOTTO RIO SERRA				
50	2681.05	7.96	7.95	-0.01
100		8.42	8.52	0.10
200		8.71	8.65	-0.06
500		8.83	8.75	-0.08

Tabella 6 - Tabella comparativa dei livelli idrici che, al variare del tempo di ritorno, si instaurano nelle sezioni di monte e di valle del Nuovo Viadotto Serra, nelle condizioni di ante operam e post operam

4.2.1 Idraulica di piattaforma

Le caratteristiche dei territori attraversati dall'infrastruttura stradale in termini di vulnerabilità dei corpi recettori superficiali hanno reso necessaria l'adozione di un sistema di drenaggio di tipo misto, costituito da tratti di smaltimento delle acque meteoriche a sistema chiuso e tratti di smaltimento a sistema aperto. Il sistema chiuso è caratterizzato dall'intercettazione e dal conferimento di tutte le acque di piattaforma in opportuni presidi idraulici, a monte dei recapiti, mentre il sistema di drenaggio di tipo aperto prevede il recapito delle acque di piattaforma direttamente al ricettore finale libero.

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

Le acque di piattaforma in rilevato vengono canalizzate ed allontanate dalla sede stradale mediante la sezione defluente costituita dal cordolo a lato piattaforma e la piattaforma stessa. Il cordolo stesso è, nei punti di allontanamento, opportunamente prefissati in funzione del massimo grado di occupazione della banchina da parte della vena fluida, interrotto per il convogliamento delle acque raccolte verso canalette realizzate mediante disposizione in serie di elementi trapeziodali in calcestruzzo prefabbricato con raccordi per la raccolta dalla sede stradale (teste d'embrice), collocato al di fuori della carreggiata, in testa al rilevato, con sottostante collettore in PEAD e pozzetti di ispezione con interasse di 25 m.

Laddove il tracciato si sviluppa in corrispondenza di muri di sostegno o rilevati in terra armata si prevede:

- Sistema di drenaggio di tipo aperto: raccolta delle acque meteoriche mediante caditoie grigliate con collettore di raccolta in PEAD che permette il convogliamento delle acque nei fossi di guardia adiacenti al muro;
- Sistema di drenaggio di tipo chiuso: raccolta delle acque meteoriche mediante caditoie grigliate con sottostante collettore di raccolta in PEAD e pozzetti di ispezione con interasse di 25 m.

Nei tratti al piede delle trincee è prevista l'esecuzione, in fregio alla pavimentazione stradale, di cunette alla francese in cls di larghezza di fondo 1.00 m, con eventuale sottostante tubazione di collettamento.

Le acque raccolte dalla cunetta saranno trasferite per mezzo di caditoie poste ad interasse 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 allegati grafici.

Nel caso in cui sia previsto un muro di controripa, oltre alla canaletta "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 di forma rettangolare e dimensioni di 40 cm, sia per la base sia per l'altezza.

Nel caso dei viadotti e dei ponti sono previste lungo le banchine caditoie stradali, con interasse massimo di 25 m, munite di griglie carrabili in ghisa, collegate mediante bocchettoni in ghisa alla sottostante tubazione di raccolta sempre in ghisa e da qui al recapito finale (trattamento o immissione in altro sistema di raccolta).

Per i tratti in viadotto negli svincoli si adotterà il medesimo schema di smaltimento previsto per l'asse principale con interasse dei bocchettoni dipendente dalla pendenza longitudinale del tratto autostradale interessato e desumibile dalle tabelle allegate alla presente relazione.

Le vasche, finalizzate alla disoleazione e alla sedimentazione delle acque di prima pioggia drenate dalla piattaforma stradale, sono state posizionate in prossimità dei punti di minimo del tracciato e collegate opportunamente ai recapiti finali che possono essere corpi idrici superficiali o reti fognarie esistenti. Sarà resa disponibile una pista di accesso 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:

1. limitare al minimo la necessità di manutenzione, consentendo interventi molto diluiti nel tempo;
2. fare transitare nella vasca le acque di prima pioggia (con riferimento alla legislazione di riferimento della regione Lombardia);
3. "catturare" gli eventuali sversamenti;

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

4. far assumere al flusso in entrata una velocità tale da consentire la risalita in superficie degli oli e la sedimentazione dei solidi in sospensione;
5. mantenere all'interno della vasca gli oli in superficie.

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 di scarico); 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.

Gli impianti di trattamento sono dunque dimensionati in modo da trattare adeguatamente una prima pioggia convenzionalmente definita da un evento meteorico di 5 mm di altezza e di durata 15 min a cui corrisponde una portata di prima pioggia che risulta:

$$Q_{PP} = \frac{\varphi h_{PP} S_{scolante}}{60 t_P}$$

	ID VASCA	Ldrenaggio	Sscolante	Qpiattaforma	Q _{PP}	Qvasca
		(m)	(m ²)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
ASSE C	NPP-VS1-01	105	2205	51	11	100
	NPP-VS1-02	980	20580	476	103	150
ASSE B	NPP-VP-01	1020	21420	496	107	150
	NPP-VP-02	1370	28770	666	144	150
	NPP-VP-03	350	7350	170	37	100
ASSE D	NPP-VS2-01	790	16590	384	83	100

Tabella 7 - Caratteristiche idrauliche vasche di prima pioggia

4.2.2 Drenaggio delle acque di versante

Sono state previste 3 tipologie di fossi per ciascun tipo (rivestiti ed in terra):

- F1 (50x50x50), F2 (60x60x60), F3 (80x80x80) per i fossi rivestiti in cls;
- T1 (50x50x50), T2 (60x60x60), T3 (80x80x80) per i fossi in terra.

Le portate di progetto Q_p [m³/s] sono state calcolate per un tempo di ritorno TR pari a 50 anni per i fossi di guardia a protezione della viabilità principale, nel caso di sezione stradale in rilevato, assumendo un tempo di corrivazione pari a 0.25 h (15 min).

La verifica idraulica dei fossi di guardia viene effettuata ipotizzando condizioni di moto uniforme all'interno del canale calcolando la portata con la seguente formula:

$$Q = K_s A R^{2/3} i^{1/2}$$

dove K_s [m^{1/3}/s] è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, A [m²] è l'area bagnata, R [m] è il raggio idraulico e i [-] è la pendenza longitudinale media. Il coefficiente di Gauckler-Strickler è stato assunto pari a 35 m^{1/3}/s per superfici inerbite (valido per "terra con erba sul fondo e corsi d'acqua naturali regolari) e 70

m^{1/3}/s per i fossi rivestiti in cls. I fossi di valle sono sempre verificati, in quanto raccolgono solo l'acqua che cade sul rilevato stradale, mentre per i fossi di monte occorre verificare che la sezione di progetto sia sufficiente a smaltire la portata in arrivo.

La portata di progetto dei fossi di guardia è direttamente proporzionale alla superficie del bacino sotteso dal fosso stesso. I limiti dei bacini tributari detti e la loro superficie sono stati determinati a partire dal DTM e dal rilievo celerimetrico di dettaglio.

In corrispondenza di alcuni tratti stradali, la configurazione dell'infrastruttura viaria in progetto, unitamente all'andamento planoaltimetrico dei bacini su di esso insistenti comporta la difficile fattibilità di prevedere attraversamenti idraulici per il mantenimento della continuità idraulica superficiale e, quindi, la possibilità diretta di mantenere un certo grado di permeabilità di deflusso in corrispondenza della nuova viabilità. Al fine di poter comunque garantire la protezione dei rilevati (seppur minimi) stradali e per scongiurare il pericolo di sormonto della viabilità in progetto ad opera delle portate che si possono generare da detti bacini per eventi meteorici critici cinquantennali, si prevede di realizzare al piede del rilevato stradale trincee disperdenti con il compito di intercettare le acque provenienti dal deflusso superficiale, accumularne il volume per poi rilasciarlo in tempi ragionevolmente più lunghi rispetto al tempo di accadimento della precipitazione meteorica critica attraverso infiltrazione di fondo ad opera di uno strato permeabile disposto al di sotto del fosso in terra di accumulo.

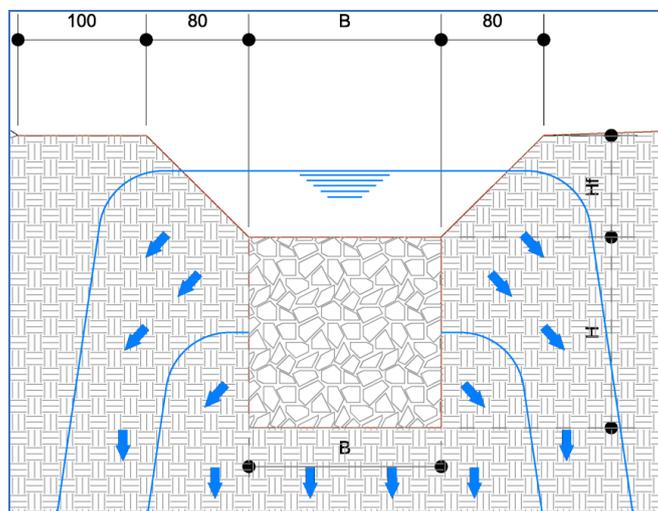


Figura 12 - Sezione tipo trincea drenante

	LARGHEZZA FONDO FOSSO DI ACCUMULO E FOSSA DRENANTE	ALTEZZA FOSSO DI ACCUMULO IN TERRA	ALTEZZA SEZIONE DRENANTE	LUNGHEZZA TRATTO TIPOLOGICO	SVILUPPO MASSIMO SUPERFICIE DRENANTE	VOLUME MASSIMO INVASABILE
	B	H _f	H	L	A	W
TIPOLOGIA	[m]	[m]	[m]	[m]	[m ²]	[m ³]
NT-1	0.80	0.80	1.00	295.00	1494	614
NT-2	2.00	0.80	1.50	325.00	2360	1703

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

NT-3	0.80	0.80	0.50	580.00	2356	974
NT-4	2.50	0.80	1.50	355.00	2756	2268
NT-5	2.00	0.80	1.50	460.00	3341	2410

Tabella 8 - Trincee drenanti previste nel presente progetto

Analogamente per quanto riferito nel precedente paragrafo, il problema della mancanza di ricettori finali per lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla piattaforma stradale in progetto, unitamente alla mancanza della possibilità di inserire elementi strutturali atti al mantenimento della permeabilità idraulica superficiale attraverso l'Asse D (tombini) ha comportato la necessità di prevedere zone di accumulo delle acque raccolte dal sistema di collettamento ed, in parte, dai fossi di guardia al fine di un loro temporaneo accumulo e di successivo rilascio per infiltrazione nel sottosuolo.

Allo scopo sono state previsti due bacini di infiltrazione dislocati in prossimità dello svincolo Ungias, in aree intercluse o comunque di pertinenze dell'asse viario in progetto.



Figura 13 - Ubicazione planimetrica bacino di infiltrazione BS – (02)



Figura 14 - Ubicazione planimetrica bacino di infiltrazione BS – (01)

4.2.3 Opere d'arte minori: attraversamenti idraulici

Nel dimensionamento delle opere di attraversamento minori si è cercato di:

- garantire l'assenza di rigurgiti in corrispondenza delle portate di progetto;
- evitare l'insorgere di fenomeni effossori in prossimità dell'opera, prevedendo nei raccordi a monte e a valle, ove necessario, la realizzazione di opere di presidio elastiche (gabbioni);
- assicurare con il periodo di ritorno previsto dal disciplinare, la sicurezza dell'infrastruttura autostradale.

Ulteriore revisione delle opere previste è stata effettuata prendendo in esame le esigenze per una corretta manutenzione dell'opera, onde poter ridurre al minimo gli interventi atti a garantire l'efficienza dell'opera ed in ogni caso a ridurre a livelli minimi i costi di questi.

Sono stati utilizzati i seguenti criteri generali di progetto:

- la portata di progetto utilizzata nelle successive verifiche idrauliche è la duecentennale;
- il grado massimo di riempimento accettato è il 70% dell'altezza dell'opera;
- le dimensioni dei tombini, in taluni casi assolutamente sovrabbondanti rispetto alle portate di progetto calcolate, sono state determinate tenendo in conto la situazione attuale dell'attraversamento, ove esistente, e comunque assicurando in ogni caso la facilità di intervento in sicurezza per le future operazioni manutentive;
- le caratteristiche degli imbocchi e degli sbocchi sono state studiate singolarmente per ciascuna opera, adattandosi al meglio alla morfologia del terreno esistente. Spesso, vista la configurazione del terreno particolarmente inclinata, si è reso necessario prevedere un imbocco con salti intermedi

al fine di limitare le velocità interne e garantire la durabilità e l'efficienza dell'opera nel tempo.

L'accesso ai manufatti è garantito con facilità e sicurezza sia agli imbocchi che agli sbocchi;

- la condizione a valle dei tombini è stata assunta come quella di moto uniforme. Tale condizione a contorno è risultata adatta perché a valle degli attraversamenti non sono presenti sbarramenti che potrebbero comportare fenomeni di rigurgito.

Le portate di progetto utilizzate nelle successive verifiche sono riportate nella relazione idrologica, cui si rimanda per ulteriori dettagli.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei tombini idraulici e relativo posizionamento rispetto alle progressive degli assi principali.

ID Opera	Progressiva Asse Principale	Tipologico verificato
D - TS - 01	0+400.00	Scatolare
D - TS - 01bis	0+640.00*	Tubazione
D - TS - 01ter	0+670.00*	Tubazione
D - TS - 02	0+900.00	Scatolare
D - TS - 02ARST	1+540.00	Tubazione
D - TS - 03	1+840.00*	Tubazione
D - TS - 04	1+870.00*	Tubazione
SV - TS - 04	1+080.00	Scatolare
B - TP - 01	0+380.00	Scatolare
B - TS - 00	0+580.00*	Tubazione
B - TS - 01	0+810.00*	Tubazione
B - TS - 01bis	1+010.00	Tubazione
B - TP - 02	2+100.00	Scatolare
B - TS - 01ter	2+160.00*	Tubazione
B - TS - 02	2+180.00*	Tubazione
B - TP - 03	2+240.00	Scatolare

ID Opera	Progressiva Asse Principale	Tipologico verificato
B - TS - 03	2+650.00*	Tubazione
B - TS - 03bis	2+660.00*	Tubazione
B - TS - 04	2+680.00*	Tubazione
B - TS - 04bis	2+740.00*	Tubazione
SV - TS - 01	3+540.00*	Tubazione
SV - TS - 01ARST	3+540.00*	Scatolare
SV - TS - 01ter	3+500.00*	Tubazione
SV - TS - 03	3+580.00	Scatolare
C - TS - 01	1+060.00	Scatolare
C - TS - 02	1+750.00	Scatolare
C - TS - 03	2+160.00*	Tubazione
C - TS - 04	2+330.00*	Tubazione
C - TS - 04bis	2+400.00*	Tubazione
C - TS - 05	2+710.00	Scatolare
C - TS - 06	2+760.00	Tubazione
C - TS - 07	2+900.00	Scatolare

Tabella 9 - Tabella riassuntiva tombini idraulici

I valori contrassegnati con l'asterisco stanno ad indicare progressive relative all'asse principale in prossimità del tombino in esame.

Si precisa che nel progetto non sono presenti tombini di attraversamento dei corpi idrici del reticolo ufficiale. Per il calcolo delle portate di progetto Q_p [m³/s] relative ai tombini in progetto, si è stato utilizzato il metodo cinematico, dove il tempo di corrivazione t_c [ore] è stato fissato pari a 15 minuti (0.25 h), dal momento che l'estensione dei bacini tributari Sottobacino risulta, in ogni caso, di entità limitata, pertanto la formula di Giandotti risulterebbe eccessivamente cautelativa fornendo dati di portata inammissibili. Il coefficiente di afflusso è stato assunto pari a 0.65, valore sufficientemente cautelativo data la natura prevalentemente agricola della zona oggetto dell'intervento, caratterizzata da superfici permeabili con limitata capacità di deflusso e buona capacità di ritenzione.

Le portate di pioggia sono quindi intercettate dai fossi di guardia a protezione del corpo stradale, e da questi convogliati verso le zone di compluvio e di interferenza con la viabilità, nelle quali sono installati i tombini di continuità per il drenaggio delle acque di versante, al fine di mitigare quanto più possibile il disturbo apportato dalla nuova viabilità al deflusso naturale delle acque. I limiti dei bacini tributari e la loro superficie sono stati determinati a partire dal DTM e dal rilievo celerimetrico di dettaglio.

4.2.4 Inalveazioni

Le inalveazioni in progetto sono state realizzate con un tratto di sistemazione fluviale consistente in una scogliera in massi sciolti di dimensioni comprese fra i 300 e i 500 mm. Le dimensioni caratteristiche in sezione per detta sistemazione sono di 150x150x150 cm con pendenza delle sponde 1:1, ed altezza, quindi, di 1.50 m.

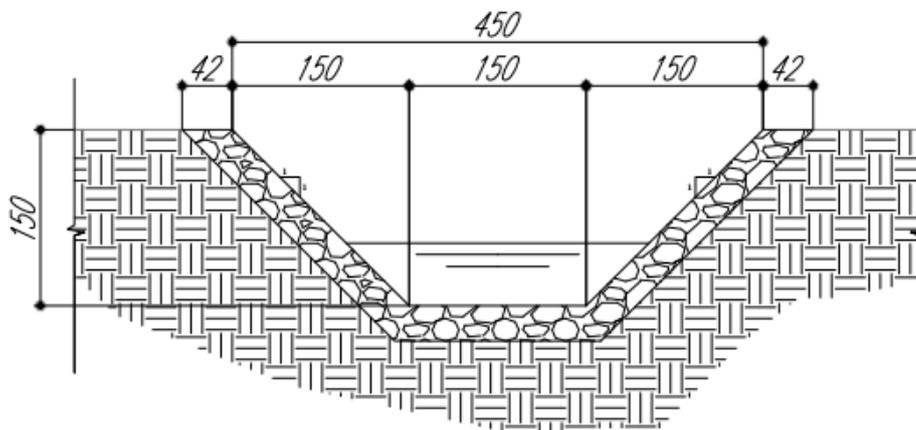


Figura 15 - Sezione tipo delle inalveazioni

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

Per il calcolo della resistenza al trascinamento si fa riferimento alla tensione di trascinamento massima ammissibile τ_{cr} , definita come la tensione tangenziale a partire dalla quale il materiale di rivestimento comincia a muoversi. Sperimentalmente Shields, nell'ipotesi di letto formato da particelle solide non uniformi non coesive di diametro d e peso specifico γ_m , formula la condizione di equilibrio alla traslazione tra forze agenti e resistenti come funzione del numero di Reynolds:

$$\frac{\tau_{cr}}{(\gamma_m - \gamma_w) \cdot d} = \Phi(Re^*)$$

ID INALVEAZIONE	ρ_w	g	i_{media}	Ab	Pb	R	Tensioni τ_f
	(kg/mc)	(m/s ²)	(%)	(m ²)	(m)	(m)	(N/mq)
SV - IN - (01)	1000	9.81	2.5	2.65	4.44	0.597	146.377
D - IN - (01)	1000	9.81	0.48	2.65	4.44	0.597	28.104
D - IN - (02)	1000	9.81	1.325	2.65	4.44	0.597	77.580
B - IN - (01)	1000	9.81	1.11	2.65	4.44	0.597	64.991

Tabella 10 - Tensioni di calcolo per le varie inalveazioni

ID INALVEAZIONE	Tensioni di calcolo fondo	Densità		Peso specifico		Materiale	$\Phi(Re^*)$	τ massima ammissibile fondo	Grado di sicurezza
		Materiale	Acqua	Materiale	Acqua	Diametro medio			
	τ_f	ρ_m	ρ_w	γ_m	γ_w	d		$\tau_{cr}(0)$	$\tau_{cr}/\tau_f \geq 1$
	(N/mq)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(N/m ³)	(N/m ³)	(mm)		(-)	(-)
SV - IN - (01)	146.4	2500	1000	24525	9810	400	0.047	276.6	1.89
D - IN - (01)	28.1	2500	1000	24525	9810	400	0.047	276.6	9.84
D - IN - (02)	77.6	2500	1000	24525	9810	400	0.047	276.6	3.57
B - IN - (01)	65.0	2500	1000	24525	9810	400	0.047	276.6	4.26

Tabella 11 - Calcolo grado di sicurezza per le varie inalveazioni

5 INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDRAULICO

Il tracciato di progetto interferisce con il reticolo idrografico del bacino costituito dai corsi d'acqua minori tra il Mannu di Porto Torres e il Temo (classificati dall'Autorità di bacino della Regione Sardegna nel Sub-bacino N°3 Coghinas-Mannu-Temo) e più precisamente con il Riu Serra, affluente in sinistra idraulica del Rio Barca, il Riu Sassu, affluente di monte del Riu Barca ed in due punti con il Riu de Calvia. L'attraversamento di detti corpi idrici avviene in tutti i casi in viadotto:

- Riu Serra in prossimità della prog. 0+690,00 dell'asse principale;
- Riu de Calvia in prossimità della prog. 2+910,00 dell'asse principale;
- Riu de Calvia in prossimità della prog. 0+570,00 della viabilità urbana (Asse D);
- Riu Sassu in prossimità della prog. 2+260,00 della bretella di collegamento con Fertilia;

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

L'intervento in argomento, trattandosi di una tipologia di opera a prevalente sviluppo lineare, presenta diversi punti di interferenza con il reticolo idrografico superficiale. L'area oggetto dell'intervento di realizzazione del nuovo tracciato è interferente con l'alveo del Riu Serra (affluente del Riu Barca), del Riu Sassu (affluente di testa del Riu Barca, poco a monte della successiva affluenza del Riu Filibertu) e del Riu de Calvia (in due punti distinti). I due corsi d'acqua interferiti, come detto, risultano compresi nel Sub Bacino 3 - Coghinas Mannu Temo.

Il Sub_Bacino si estende per 5402 Km², pari al 22.5% del territorio regionale; in esso sono presenti nove opere di regolazione in esercizio e cinque opere di derivazione. I corsi d'acqua principali sono i seguenti:

- Rio Mannu di Porto Torres, sul quale confluiscono, nella parte più montana, il Rio Bidighinzu con il Rio Funtana Ide (detto anche Rio Binza 'e Sea).
- Il Rio Minore che si congiunge al Mannu in sponda sinistra.
- Rio Carrabusu affluente dalla sinistra idrografica.
- Rio Mascari, affluente del Mannu di Portotorres in sponda destra, si innesta nel tratto mediano del rio presso la fermata San Giorgio delle Ferrovie Complementari.
- Fiume Temo, regolato dall'invaso di Monteleone Roccadoria, riceve i contributi del Rio Santa Lughia, Rio Badu 'e Ludu, Rio Mulino, Rio Melas, affluenti di sinistra che si sviluppano nella parte montana del bacino. Negli ultimi chilometri il Temo, unico caso in Sardegna, è navigabile con piccole imbarcazioni; il suo sbocco al mare, sulla spiaggia di Bosa Marina, avviene tramite un ampio estuario. In particolari situazioni meteomarine il deflusso del Temo viene fortemente condizionato causando non rari allagamenti della parte bassa dell'abitato di Bosa; per gli stessi motivi riveste particolare rilevanza il reticolo idrografico che circonda il centro urbano, il cui torrente principale è rappresentato dal Rio Sa Sea.
- Il Rio Sa Entale, che si innesta nel Temo in destra idrografica, e il Rio Ponte Enas, in sinistra, costituiscono gli affluenti principali per estensione del rispettivo bacino.
- Fiume Coghinas, il cui bacino occupa una superficie di 2.453 Km² ed è regolato da due invasi, riceve contributi dai seguenti affluenti: Rio Mannu d'Ozieri, Rio Tilchiddu, Rio Butule, Rio Su Rizzolu, Rio Puddina, Rio Gazzini, Rio Giobaduras.

E' da annoverare, inoltre, una serie di rii minori che si sviluppano nella Nurra e nell'Anglona, e, segnatamente:

- Canale Urune, dalla località C. Funtaneddas fino alla foce in mare presso Fertilia, passando attraverso lo stagno di Calich per una lunghezza di circa 10,8 km;
- Riu Barca, dal tombino in località sa Tanchita alla confluenza nello stagno di Calich per una lunghezza del tratto studiato di circa 6,5 km;
- Riu Filibertu dalla località lu Baraccone alla confluenza nel Barca per una lunghezza di 8,5 km;
- Riu de Calvia, dal ponticello in località Croce Pietra Basa alla foce nello stagno di Calich, per una lunghezza di 9 km.
- Fiume Santo.

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

- Rio Frigiano.
- Mannu di Sorso.

Per la trattazione completa si rimanda alla Relazione Idrologica T00ID00IDRRE01_A

5.1 LO STUDIO IDRAULICO

Nell'ambito della progettazione esecutiva è stato condotto uno studio idraulico, di cui all'elaborato "T00ID00IDR02_A".

Nei primi due capitoli sono esposte le impostazioni teoriche adottate per la schematizzazione dei fenomeni naturali, le ipotesi semplificative assunte e le metodologie di calcolo utilizzate rispettivamente per l'idraulica fluviale e per i fenomeni fisici propri dell'interferenza tra le strutture d'attraversamento e corso d'acqua, facendo particolare riferimento ai risultati ottenuti e riportati nella Relazione Idrologica in materia di stima dei parametri idrologici di riferimento per il dimensionamento di tutti i manufatti idraulici in progetto.

Tali metodologie sono state applicate allo studio della compatibilità idraulica degli attraversamenti stradali dei corsi d'acqua principali e secondari.

Infine è stato affrontato il tema dell'idraulica di piattaforma, definendo i criteri di progetto e caratteristiche dimensionali e tecniche degli elementi idraulici previsti per il drenaggio della superficie stradale e delle opere idrauliche necessarie al presidio idraulico dell'infrastruttura.

6 LE OPERE D'ARTE

Nell'ambito dell'intervento sono previste diverse opere d'arte che si sviluppano lungo tutti e tre gli assi:

Nello specifico si tratta di 5 opere di attraversamento e due gallerie artificiali. Si aggiungono 6 sottovia e diverse opere di sostegno e di attraversamento idraulico.

Per la trattazione delle singole opere si rimanda agli elaborati specifici nel capitolo "07 OPERE MAGGIORI" e "08 OPERE MINORI"

6.1 I VIADOTTI

I viadotti si sviluppano lungo tutti e tre gli assi:

Ponte Rio Serra	Asse B	L=200 m	n.° 4 campate (40+60x2+40)
Ponte Rio Calvia 1	Asse B	L=200 m	n.° 4 campate (40+60x2+40)
Ponte Rio Calvia 2	Asse D	L=180 m	n.° 3 campate (55+20+55)
Ponte Rio Sassu	Asse C	L=210 m	n.° 5 campate (30+50x3+30)
Viadotto Ferrovia	Asse C	L=390 m	n.° 6 campate (55+70x4+55)

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

6.1.1 Descrizione delle opere

6.1.1.1 Ponte Rio Serra e Rio Calvia 1.

Il primo si sviluppa inizialmente lungo una curva circolare di raggio $R=1189.55$ m, e successivamente in clotoide; il secondo si sviluppa lungo una curva circolare di raggio $R=550$ m.

L'impalcato ha larghezza coerente con la larghezza di una strada categoria B, fiancheggiata da elementi marginali costituiti da cordoli di larghezza 0.75 m.

L'impalcato è a struttura mista acciaio-calcestruzzo, con sezione trasversale "aperta" costituita da due travi metalliche principali di altezza variabile tra 3.0 m, in asse appoggio pile e 2.0 m in mezzera della campata centrale e in asse appoggio spalle.

Le strutture in carpenteria metallica sono previste in acciaio autopatinabile (COR-TEN)

Le travi principali saranno realizzate mediante lamiere saldate.

Le anime delle travi principali saranno irrigidite da stiffeners trasversali, composti da semplici piatti saldati, disposti in corrispondenza dei traversi.

Il graticcio d'impalcato del Ponte Rio serra è completato dai traversi, del tipo ad anima piena, posti in campata ed in corrispondenza degli allineamenti di appoggio. L'interasse tra i traversi è variabile tra 5.0 m e 6.0 m. Anche i traversi hanno sezione a doppio T composta mediante lamiere saldate.

Il graticcio d'impalcato del Ponte Rio Calvia 1 è completato dalla trave di spina centrale, che fornisce appoggio intermedio alla soletta, e dai traversi, del tipo ad anima piena, posti in campata ed in corrispondenza degli allineamenti di appoggio. L'interasse tra i traversi è pari a 5.0 m per le campate di riva ed in corrispondenza dei due traversi a cavallo delle pile, mentre nelle campate centrali lo schema è di $5.50 + 5.80 \times 5 + 5.50$ m. Anche i traversi hanno sezione a doppio T composta mediante lamiere saldate.

I trasversi di spalla sono dotati di mensole laterali di appoggio per gli sbalzi della soletta, in modo da irrobustire la struttura in prossimità dei giunti di dilatazione ove si amplificano gli effetti dinamici dovuti al transito dei veicoli. I suddetti traversi sono resi solidali alla soletta mediante pioli tipo Nelson.

Per quanto attiene i collegamenti, i conci delle travi principali saranno interamente saldati con saldature a Piena Penetrazione, mentre i collegamenti tra trasversi e travi principali saranno di tipo bullonato.

Le unioni bullonate previste per i collegamenti tra trasversi e travi principali e per le giunzioni della trave di spina saranno del tipo "AD ATTRITO", mentre le unioni relative ai controventi saranno "A TAGLIO".

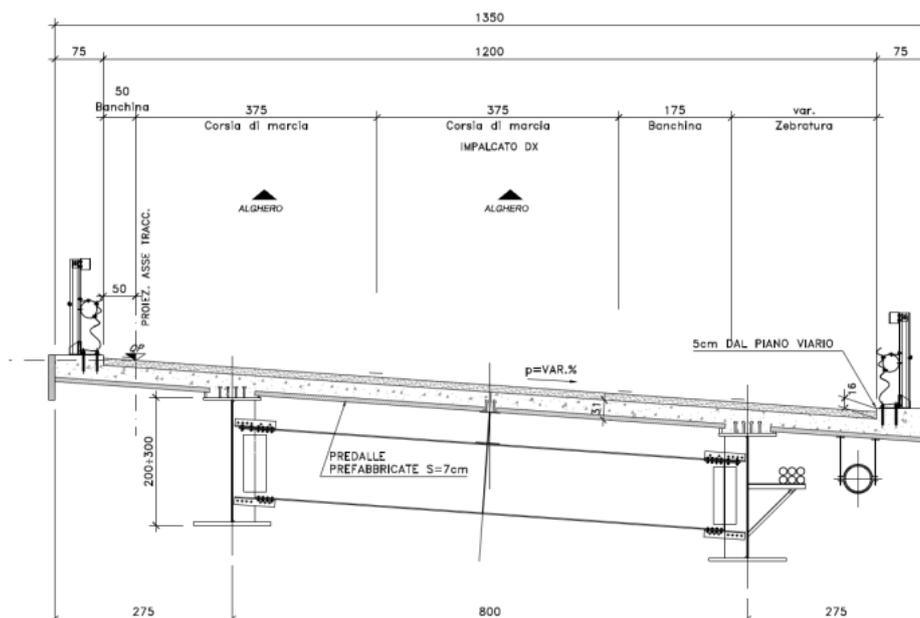
I controventi a croce hanno esclusiva funzione di irrigidimento della struttura in fase di montaggio.

La soletta di impalcato, solidarizzata alle travi principali, ha spessore costante pari a 31 cm. E' previsto l'impiego di lastre prefabbricate autoportanti (predalles) in c.a. di spessore pari a 7 cm tessute in direzione trasversale

La solidarizzazione delle soletta alle travi metalliche sarà garantita tramite connettori a piolo tipo Nelson $\varnothing 22$ con altezza di 220 mm.

Lo schema statico, con riferimento ai carichi verticali, è di trave continua di 4 campate su 5 allineamenti di appoggio

Lo schema di vincolo è di tipo tradizionale, e prevede l'adozione di apparecchi di appoggio in acciaio/PTFE a disco elastomerico confinato. L'impalcato è vincolato in direzione longitudinale alla pila P2, che costituisce l'allineamento di vincolo "fisso", e a tutte le sottostrutture (pile e spalle) in direzione trasversale. Alle estremità dell'impalcato sono previsti giunti di dilatazione in elastomero armato in corrispondenza della piattaforma carrabile e giunti di cordolo in corrispondenza degli elementi marginali.



6.1.1.2 Ponte Rio Calvia 2

Il tracciato planimetrico dell'asse principale, nel tratto lungo il quale si inserisce l'opera, si sviluppa inizialmente lungo una curva circolare di raggio $R=400$ m, e successivamente in clotoide.

L'impalcato ha larghezza complessiva pari a 12.90 m.

La piattaforma stradale ha larghezza di 9.65 m (strada Urbana di scorrimento di Categoria D, ai sensi del DM2001), ed è fiancheggiata da elementi marginali costituiti da cordoli di larghezza 0.75 m, lato interno e 2.50 m lato esterno. L'impalcato è a struttura mista acciaio-calcestruzzo, con sezione trasversale "aperta" costituita da due travi metalliche principali di altezza variabile tra 3.50 m, in asse appoggio pile e 2.40 m in mezzeria della campata centrale e in asse appoggio spalle.

La distanza trasversale tra le travi è pari a 8.0 m. Gli sbalzi laterali hanno luce pari a 2.45 m in sx e dx.

Le strutture in carpenteria metallica sono previste in acciaio autopatinabile (COR-TEN).

Le travi principali saranno realizzate mediante lamiera saldate.

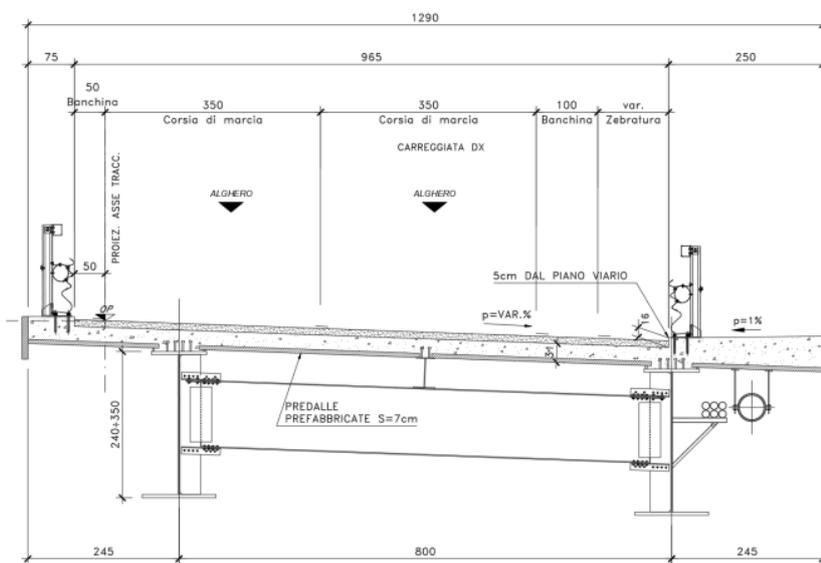
Le anime delle travi principali saranno irrigidite da stiffeners trasversali, composti da semplici piatti saldati, disposti in corrispondenza dei traversi.

Il graticcio d'impalcato è completato dalla trave di spina centrale, che fornisce appoggio intermedio alla soletta, e dai traversi, del tipo ad anima piena, posti in campata ed in corrispondenza degli allineamenti di

appoggio. L'interasse tra i traversi è pari a 5.0 m. Anche i traversi hanno sezione a doppio T composta mediante lamiere saldate.

I trasversi di spalla sono dotati di mensole laterali di appoggio per gli sbalzi della soletta, in modo da irrobustire la struttura in prossimità dei giunti di dilatazione ove si amplificano gli effetti dinamici dovuti al transito dei veicoli. I suddetti traversi sono resi solidali alla soletta mediante pioli tipo Nelson.

Per quanto attiene i collegamenti, i conci delle travi principali saranno interamente saldati con saldature a Piena Penetrazione, mentre i collegamenti tra trasversi e travi principali saranno di tipo bullonato.



Le unioni bullonate previste per i collegamenti tra trasversi e travi principali e per le giunzioni della trave di spina saranno del tipo "AD ATTRITO", mentre le unioni relative ai controventi saranno "A TAGLIO". I controventi a croce hanno esclusiva funzione di irrigidimento della struttura in fase di montaggio. La soletta di impalcato, solidarizzata alle travi principali, ha spessore costante pari a 31 cm. E' previsto l'impiego

di lastre prefabbricate autoportanti (predalles) in c.a. di spessore pari a 7 cm tessute in direzione trasversale. La solidarizzazione delle soletta alle travi metalliche sarà garantita tramite connettori a piolo tipo Nelson Ø22 con altezza di 220 mm.

Lo schema statico, con riferimento ai carichi verticali, è di trave continua di 3 campate su 4 allineamenti di appoggio.

Nella figura seguente è riportata le sezione rappresentativa dell'impalcato in esame:

Lo schema di vincolo è di tipo tradizionale, e prevede l'adozione di apparecchi di appoggio in acciaio PTFE a disco elastomerico confinato.

L'impalcato è vincolato in direzione longitudinale alla pila P2, che costituisce l'allineamento di vincolo "fisso", e a tutte le sottostrutture (pile e spalle) in direzione trasversale. Alle estremità dell'impalcato sono previsti giunti di dilatazione in elastomero armato in corrispondenza della piattaforma carrabile e giunti di cordolo in corrispondenza degli elementi marginali.

6.1.1.3 Viadotto Ferrovia

Il tracciato planimetrico dell'asse principale, nel tratto lungo il quale si inserisce l'opera, si sviluppa in parte lungo una curva circolare di raggio $R=600$ m, e in parte in clotoide.

L'impalcato ha larghezza complessiva variabile tra 12.00 m (in corrispondenza delle spalle) e 14.00 m.

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

La piattaforma stradale ha larghezza variabile tra 10.50 m e 12.50 m (strada di Categoria C1, ai sensi del DM2001), ed è fiancheggiata da elementi marginali costituiti da cordoli di larghezza 0.75 m.

L'impalcato è a struttura mista acciaio-calcestruzzo, con sezione trasversale "aperta" costituita da due travi metalliche principali di altezza variabile tra 3.50 m, in asse appoggio pile e 2.40 m in mezzeria della campata centrale e in asse appoggio spalle.

La distanza trasversale tra le travi è pari a 8.0 m. Gli sbalzi laterali hanno luce massima pari a 3.00 m in sx e dx.

Le strutture in carpenteria metallica sono previste in acciaio autopatrinabile (COR-TEN).

Le travi principali saranno realizzate mediante lamiera saldate.

Le anime delle travi principali saranno irrigidite da stiffners trasversali, composti da semplici piatti saldati, disposti in corrispondenza dei traversi.

Il graticcio d'impalcato è completato dalla trave di spina centrale, che fornisce appoggio intermedio alla soletta, e dai traversi, del tipo ad anima piena, posti in campata ed in corrispondenza degli allineamenti di appoggio. L'interasse tra i traversi è pari a 5.0 m. Anche i traversi hanno sezione a doppio T composta mediante lamiera saldate.

I traversi di spalla sono dotati di mensole laterali di appoggio per gli sbalzi della soletta, in modo da irrobustire la struttura in prossimità dei giunti di dilatazione ove si amplificano gli effetti dinamici dovuti al transito dei veicoli. I suddetti traversi sono resi solidali alla soletta mediante pioli tipo Nelson.

Per quanto attiene i collegamenti, i conci delle travi principali saranno interamente saldati con saldature a Piena Penetrazione, mentre i collegamenti tra trasversi e travi principali saranno di tipo bullonato.

Le unioni bullonate previste per i collegamenti tra traversi e travi principali e per le giunzioni della trave di spina saranno del tipo "AD ATTRITO", mentre le unioni relative ai controventi saranno "A TAGLIO".

I controventi a croce hanno esclusiva funzione di irrigidimento della struttura in fase di montaggio.

La soletta di impalcato, solidarizzata alle travi principali, ha spessore costante pari a 31 cm.

E' previsto l'impiego di lastre prefabbricate autoportanti (predalles) in c.a. di spessore pari a 7 cm tessute in direzione trasversale.

La solidarizzazione delle soletta alle travi metalliche sarà garantita tramite connettori a piolo tipo Nelson Ø22 con altezza di 220 mm.

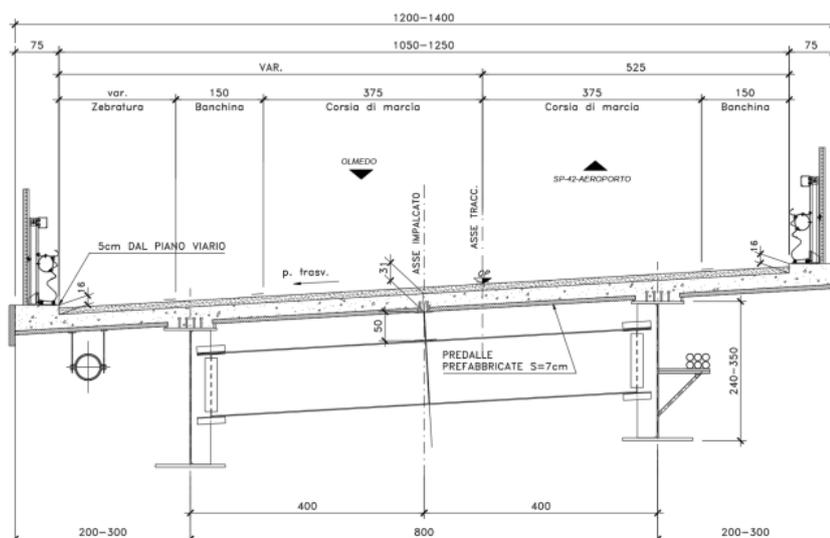
Lo schema statico, con riferimento ai carichi verticali, è di trave continua di 6 campate su 7 allineamenti di appoggio. Lo schema di vincolo prevede l'adozione di dispositivi di appoggio costituiti da isolatori elastomerici.

Pertanto, le azioni orizzontali trasversali e longitudinali vengono trasmesse a tutte le sottostrutture.

Gli isolatori elastomerici essendo caratterizzati da un ridotto valore della rigidezza orizzontale garantiscono un disaccoppiamento del moto orizzontale della struttura rispetto a quello del terreno ed una conseguente riduzione della risposta sismica della struttura. Inoltre, i dispositivi sono dotati di una certa capacità dissipativa che è determinata dalla mescola elastomerica da cui sono costituiti e che è utile a ridurre gli spostamenti della struttura isolata.

Si adottano dispositivi di portata verticale differente per spalle e pile in rapporto ai differenti valori dei carichi verticali trasmessi dall'impalcato.

Alle estremità dell'impalcato sono previsti giunti di dilatazione in elastomero armato in corrispondenza della piattaforma carrabile e giunti di cordolo in corrispondenza degli elementi marginali.



6.1.1.4 Ponte Rio Sassu

Il tracciato planimetrico dell'asse principale, nel tratto lungo il quale si inserisce l'opera, si sviluppa **inizialmente in cloide e successivamente lungo una curva circolare di raggio R=600 m.**

L'impalcato ha larghezza complessiva pari a **14.40 m.**

La piattaforma stradale ha larghezza prevalente di **12.90 m** (strada **Extraurbana Secondaria di Categoria C1**, ai sensi del DM2001), ed è fiancheggiata da elementi marginali costituiti da cordoli di larghezza **0.75 m.**

L'impalcato è a struttura mista acciaio-calcestruzzo, con sezione trasversale "aperta" costituita da due travi metalliche principali di altezza variabile tra **2.50 m**, in asse appoggio pile e **1.80 m** in mezzeria della campata centrale e in asse appoggio spalle.

La distanza trasversale tra le travi è pari a **8.75 m**. Gli sbalzi laterali hanno luce pari a **2.825 m** in sx e dx.

Le strutture in carpenteria metallica sono previste in acciaio autopatrinabile (**COR-TEN**).

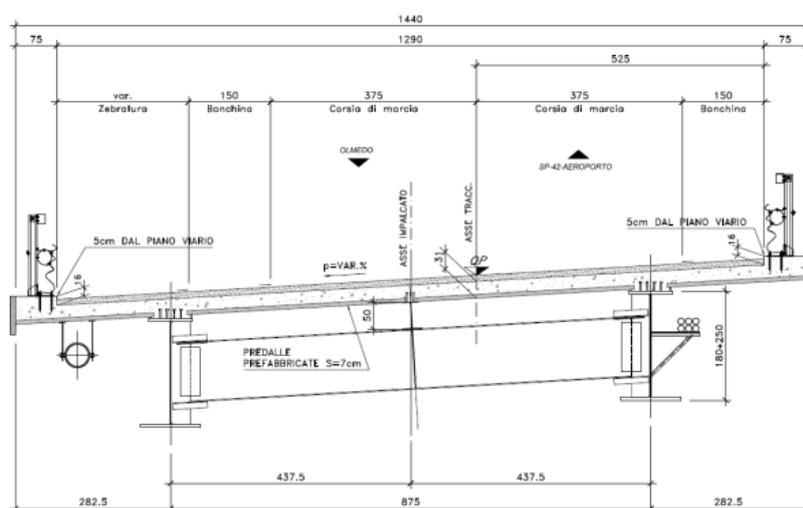
Le travi principali saranno realizzate mediante lamiere saldate.

Le anime delle travi principali saranno irrigidite da stiffners trasversali, composti da semplici piatti saldati, disposti in corrispondenza dei traversi.

Il graticcio d'impalcato è completato dalla trave di spina centrale, che fornisce appoggio intermedio alla soletta, e dai traversi, del tipo ad anima piena, posti in campata ed in corrispondenza degli allineamenti di appoggio. L'interasse tra i traversi è pari a **5.0 m**. Anche i traversi hanno sezione a doppio T composta mediante lamiere saldate.

I traversi di spalla sono dotati di mensole laterali di appoggio per gli sbalzi della soletta, in modo da irrobustire la struttura in prossimità dei giunti di dilatazione ove si amplificano gli effetti dinamici dovuti al

transito dei veicoli. I suddetti traversi sono resi solidali alla soletta mediante pioli tipo Nelson.
 Per quanto attiene i collegamenti, i conci delle travi principali saranno interamente saldati con saldature a Piena Penetrazione, mentre i collegamenti tra trasversi e travi principali saranno di tipo bullonato.
 Le unioni bullonate previste per i collegamenti tra trasversi e travi principali e per le giunzioni della trave di spina saranno del tipo “AD ATTRITO”, mentre le unioni relative ai controventi saranno “A TAGLIO”.
 La soletta di impalcato, solidarizzata alle travi principali, ha spessore costante pari a 31 cm. E’ previsto l’impiego di lastre prefabbricate autoportanti (predalles) in c.a. di spessore pari a 7 cm tessute in direzione trasversale.



La solidarizzazione delle soletta alle travi metalliche sarà garantita tramite connettori a piolo tipo Nelson Ø22 con altezza di 220 mm.

Lo schema statico, con riferimento ai carichi verticali, è di trave continua di 5 campate su 6 allineamenti di appoggio.

6.2 GALLERIE ARTIFICIALI

In corrispondenza dello svincolo di Alghero il tracciato interferisce con la Ferrovia, in corrispondenza dell'intersezione sono state inserite due gallerie ferroviarie artificiali e uno sottovia stradale.

6.2.1 Galleria Artificiale ferroviaria A (rampa direzione Alghero)

La galleria artificiale ferroviaria "A" ha dimensioni nette pari a 13.00 x 7.35 m.

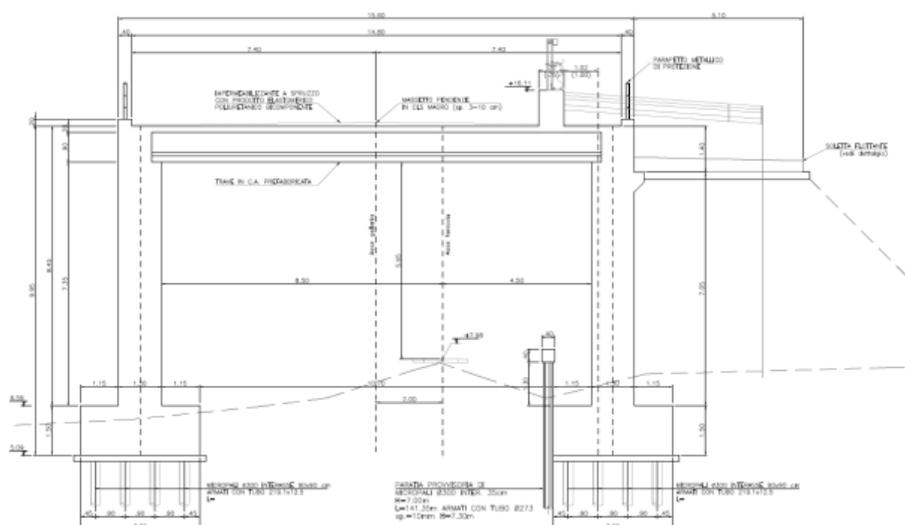
- Per le strutture interrato è stato considerato un calcestruzzo con classe di resistenza C32/40.
- Per le travi in c.a. prefabbricato è stato considerato un calcestruzzo con classe di resistenza C40/50.
- Per la miscela cementizia dei micropali è stato considerata una classe di resistenza C25/30
- Per le armature lente delle strutture in cemento armato è stato considerato un acciaio tipo **B450C**

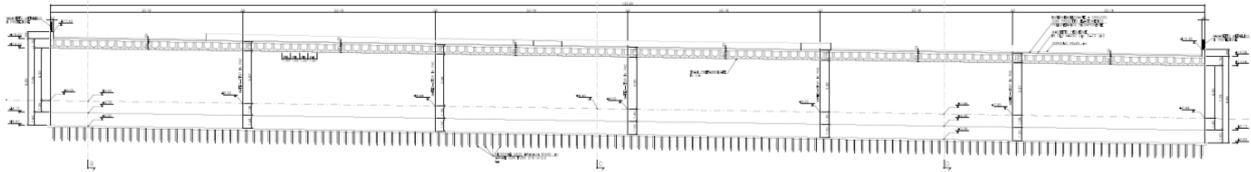
Per le parti d'opera contro terra (bordo esterno della struttura) si assume una classe di esposizione XA1, corrispondente a condizioni ambientali "aggressive".

Per le parti d'opera fuori terra (bordo interno della struttura), si assume una classe di esposizione XC3, corrispondente a condizioni ambientali "ordinarie". Si adotta un valore del copriferro pari a 45 mm per le elevazioni ed i getti integrativi di soletta; si adotta un valore del copriferro pari a 30 mm per le travi prefabbricate.

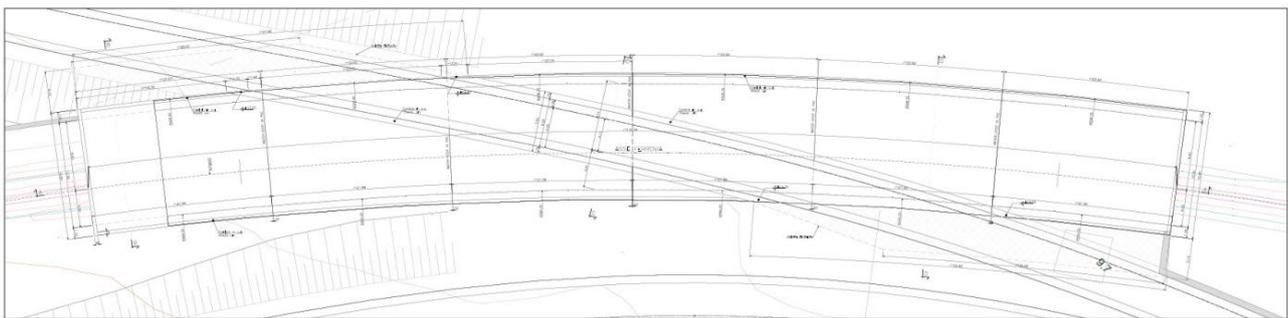
Per le caratteristiche meccaniche e per la trattazione dettagliata dell'opera si rimanda agli elaborati specifici.

Il portale è composto da piedritti in cemento armato gettato in opera ed una soletta composta da travi prefabbricate a "T" con un getto di completamento in cemento armato. Presenta una sezione retta con dimensioni nette pari a 1300 x 735 cm. I ritri presentano uno spessore pari a 130 cm, mentre la soletta superiore presenta uno spessore complessivo pari a 110 cm (90 cm è l'altezza delle travi prefabbricate e 20 cm lo spessore del getto di completamento superiore). L'opera di fondazione della galleria ferroviaria è realizzata con un plinto su micropali di diametro $\phi=300\text{mm}$ che si sviluppa lungo i due muri per tutta la lunghezza del manufatto. Il plinto è largo 3.60 m ed alto 1.50 m. L'interasse fra i micropali è pari a 0.90 m.





La galleria è attraversata superiormente da un'arteria stradale, come mostrato nella figura seguente.
L'angolo tra l'asse della galleria e l'asse della strada è di circa 12°



6.2.2 Galleria Artificiale ferroviaria B (rampa direzione Alghero)

La galleria artificiale ferroviaria "B" ha dimensioni nette pari a 13.00 x 7.35 m ed è affiancata dal sottovia al km 1+360 (Asse D) con dimensioni nette pari a 8.00 x 6.75 m.

Per le strutture interrato è stato considerato un calcestruzzo con classe di resistenza **C32/40**

Per le travi in c.a. prefabbricato è stato considerato un calcestruzzo con classe di resistenza **C40/50**

Per la miscela cementizia dei micropali è stato considerata una classe di resistenza **C25/30**

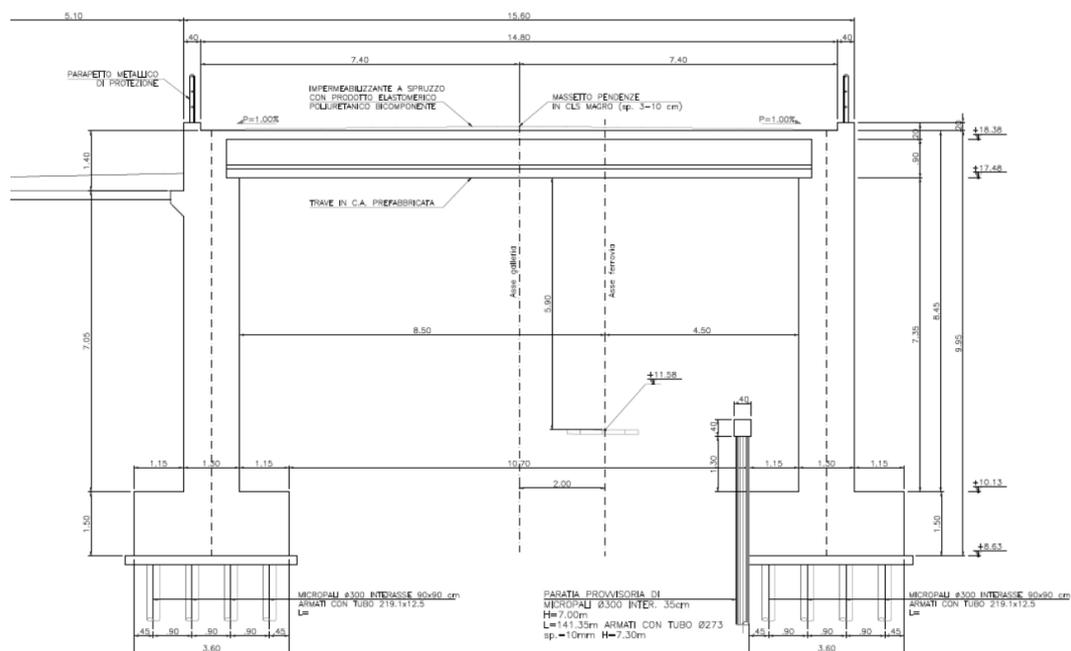
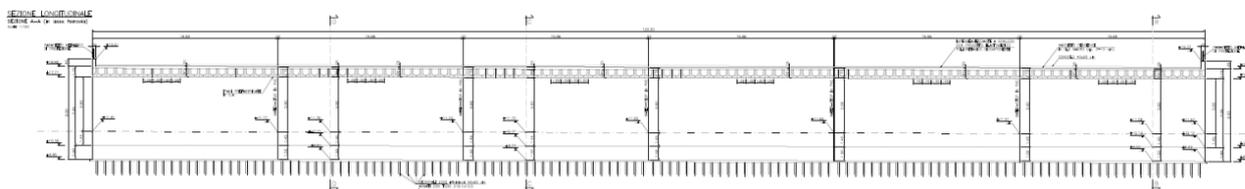
Per le armature lente delle strutture in cemento armato è stato considerato un acciaio tipo **B450C**

Per le parti d'opera contro terra (bordo esterno della struttura) si assume una classe di esposizione XA1, corrispondente a condizioni ambientali "aggressive".

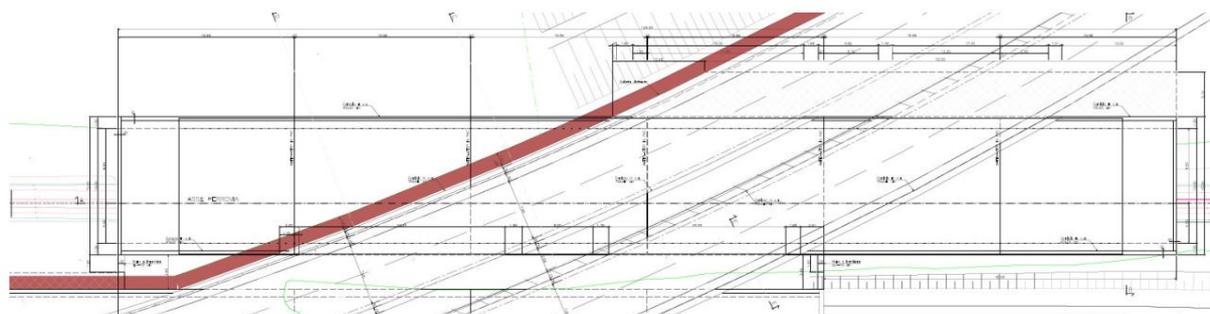
Per le parti d'opera fuori terra (bordo interno della struttura), si assume una classe di esposizione XC3, corrispondente a condizioni ambientali "ordinarie". Si adotta un valore del copriferro pari a 45 mm per le elevazioni, le solette e i getti integrativi; si adotta un valore del copriferro pari a 30 mm per le travi prefabbricate .

Per le caratteristiche meccaniche e per la trattazione dettagliata dell'opera si rimanda agli elaborati specifici. Il portale è composto da piedritti in cemento armato gettato in opera ed una soletta composta da travi prefabbricate a "T" con un getto di completamento in cemento armato. Presenta una sezione retta con dimensioni nette pari a 1300 x 735 cm. I ritti presentano uno spessore pari a 130 cm, mentre la soletta superiore presenta uno spessore complessivo pari a 110 cm (90 cm è l'altezza delle travi prefabbricate e 20 cm lo spessore del getto di completamento superiore). L'opera di fondazione della galleria ferroviaria è

realizzata con un plinto su micropali di diametro $\phi=300\text{mm}$ che si sviluppa lungo i due muri per tutta la lunghezza del manufatto. Il plinto è largo 3.60 m ed alto 1.50 m. L'interasse fra i micropali è pari a 0.90 m.



La galleria è attraversata superiormente da un'arteria stradale, come mostrato nella figura seguente. L'angolo di inclinazione tra l'asse della galleria e l'asse della strada è di circa 25°



Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

7 INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO

Per la definizione del Progetto esecutivo delle opere a verde sono state assunte le integrazioni delle opere di mitigazione vegetazionale previste per il Lotto 4 ed illustrate nell'elaborato denominato INTEGRAZIONI NOTA MATTM/CTVA N.1783 DEL 11.05.2018 - PROGETTO DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E DI MITIGAZIONE AMBIENTALE - Planimetria generale interventi di mitigazione ambientale e inserimento paesaggistico tav. 1/2 (ver. sett. 2018), come anche nell'elaborato INTEGRAZIONI NOTA MATTM/CTVA N.1783 DEL 11.05.2018 - PROGETTO DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E DI MITIGAZIONE AMBIENTALE - Planimetria interventi tav. 3/3 (ver. sett. 2018).

L'obiettivo generale è quello di realizzare un sistema di interventi a verde che si integrano con il paesaggio naturale presente, mirati alla mitigazione degli impatti indotti dal progetto, con particolare attenzione volta alle capacità di recupero, mantenimento e potenziamento della vegetazione autoctona, oltre che a compensare la perdita di vegetazione naturale a seguito dei lavori di realizzazione.

Si è quindi scelto di considerare come input biologico la reintroduzione di essenze caratteristiche, atte a garantire la più idonea difesa nei confronti di impatti ambientali derivanti dai lavori di previsti per la viabilità oggetto di studi.

7.1 INDIRIZZI PROGETTUALI PER L'INSERIMENTO AMBIENTALE

La proposta degli interventi di inserimento paesaggistico – ambientale deriva sia dalla lettura del contesto territoriale nei suoi elementi peculiari e distintivi, che dal riconoscimento delle interferenze connesse alla messa in opera del tracciato stradale di progetto.

Considerando l'assetto dei suoli nel territorio indagato, emerge come il tema dell'inserimento ambientale dell'opera sia riferibile alla gestione degli olivi e alle opere a verde (cfr. Planimetria generale interventi di inserimento paesaggistico ed ambientale – rif. elaborato T00IA02AMBPL01_03).

La definizione delle scelte progettuali che meglio esprimono l'inserimento dell'opera nel contesto territoriale è conseguente agli studi effettuati relativamente agli aspetti morfologici e vegetazionali, storico-culturali, oltre a quelli legati all'inserimento paesaggistico ed alla percezione visiva dell'infrastruttura stradale di cui al presente progetto.

In particolare, gli interventi previsti sono finalizzati a conseguire i seguenti obiettivi:

- contenere i livelli di intrusione visiva nei principali bacini visuali;
- integrare l'opera in modo compatibile al sistema naturale circostante;
- ricomporre le aree su cui insiste l'infrastruttura, mantenendo le configurazioni paesaggistiche preesistenti;
- mitigare e compensare la perdita di naturalità connessa alla eliminazione delle aree a verde ed al mancato utilizzo, ai fini agricoli, indotti dalla realizzazione della piattaforma stradale di progetto.

Pertanto, in considerazione di tali obiettivi, le tipologie di intervento previste hanno consentito di ridurre la intrusione visiva delle opere stradali, oltre che di ricucire la rottura della continuità morfologica, biologica e

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 GRUPPO FS ITALIANE
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

percezione indotta dalla realizzazione della nuova infrastruttura di progetto, mediante:

- l'ottimizzazione delle scelte progettuali, rendendo il profilo altimetrico maggiormente aderente al suolo, oltre che minimizzando gli ingombri e le occupazioni;
- la realizzazione di un articolato sistema di opere a verde che, oltre ad avere un'importante funzione estetica, consente di migliorare la valenza ecologica dell'infrastruttura; a tale proposito, si evidenzia che l'inerbimento delle scarpate, il ripristino delle aree con vegetazione naturale (vegetazione ripariale e macchia) e la rinaturalizzazione di aree intercluse (tratti di strada dismessi e aree di cantiere o deposito) mediante piantumazione di arbusti e cespugli della flora mediterranea, permette di trasformare tali zone in importanti ambiti, dove piccoli animali (principalmente uccelli ed invertebrati), potranno trovare cibo e rifugio. Nel loro complesso, le opere stradali di progetto verranno rese il più possibile compatibili con l'ambiente.

7.2 CRITERI DI PROGETTAZIONE

Le opere a verde previste nell'ambito del presente progetto prevedono l'utilizzo di specie vegetali autoctone, in maniera da compensare la perdita di suolo naturale legata alla costruzione della strada. La presenza di specie autoctone permetterà una più veloce rinaturalizzazione delle aree intercluse e delle aree lungo l'infrastruttura, in maniera da permetterne l'utilizzo da parte della fauna, per la ricerca di alimento e per la nidificazione.

Le specie vegetali prescelte sono adatte al clima mediterraneo della zona ed ottime per interventi di rinaturalizzazione del territorio .

Le finalità delle opere a verde, una volta in opera, saranno:

- **tecnico-funzionali:** antiersive e di consolidamento delle pendenze, di copertura del suolo, oltre che di arredo stradale;
- **naturalistico-ambientali:** riqualificazione naturalistica delle aree intercluse; diversificazione dell'ecosistema e partecipazione alle dinamiche evolutive nelle aree di sistemazione dei depositi temporanei e definitivi; ripresa della connettività alterata dalla frammentazione dovuta alla strada; fonte di cibo e rifugio per numerosi animali;
- **paesaggistiche:** la fruizione visiva del verde rende più piacevole la guida; la percezione di macchie e arbusti nei pressi della strada fa sentire i guidatori più a proprio agio, immersi nella natura .

Per quanto riguarda la localizzazione degli interventi a verde, si è tenuto conto del rispetto delle proprietà e delle distanze da osservare rispetto al limite del fosso di guardia, con riferimento all'art. 892 del Codice Civile.

7.3 LE OPERE A VERDE

L'intervento comunque è progettato per innescare un processo di rinaturalizzazione che nel tempo deve divenire autonomo valorizzando le potenzialità evolutive delle associazioni vegetazionali reinserite, anche con la messa in atto di tutte le azioni che tendono a superare la fase iniziale del recupero, che altrimenti sarebbe più lenta e complessa. La vegetazione potenziale dell'ambito di studio è riferibile ai boschi di sclerofille a carattere mediterraneo; la composizione floristica utilizzata per le opere a verde è riportata nella

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

tabella seguente

Nome scientifico	Nome comune	Portamento	Carattere
<i>Quercus ilex</i>	Leccio	Arboreo	Termofilo
<i>Olea oleaster</i>	Olivastro	Arboreo	Termofilo
<i>Olea europaea</i>	Olivo	Arboreo	Termofilo
<i>Phyllirea angustifolia</i>	Fillirea	Arbustivo alto	Termofilo
<i>Viburnum tinus</i>	Viburno	Arbustivo basso	Termofilo
<i>Spartium junceum</i>	Ginestra	Arbustivo basso	Termofilo
<i>Pistacia lentiscus</i>	Lentisco	Arbustivo basso	Termofilo
<i>Arbutus unedo</i>	Corbezzolo	Arbustivo alto	Termofilo
<i>Erica arborea</i>	Erica arborea	Arbustivo alto	Termofilo
<i>Cistus salvifolius</i>	Cisto	Arbustivo basso	Termofilo
<i>Myrtus communis</i>	Mirto	Arbustivo basso	Termofilo
<i>Salix alba</i>	Salice bianco	Arboreo	Igrofilo
<i>Salix eleagnos</i>	Salice delle rive	Arbustivo	Igrofilo
<i>Salix purpurea</i>	Salice rosso	Arbustivo	Igrofilo

E' inoltre previsto l'inerbimento delle scarpate, che verrà effettuato mediante il riporto di terreno vegetale; in particolare, questa tipologia di intervento è finalizzata allo svolgimento delle seguenti funzioni:

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

Le specie erbacee per l'inerbimento sono destinate a consolidare, con il loro apparato radicale, lo strato superficiale del suolo, prediligendo, nella scelta delle specie, quelle già presenti nella zona, soprattutto appartenenti alle famiglie delle Graminaceae (Poaceae) che assicurano un'azione radicale superficiale e Leguminosae (Fabaceae) che hanno invece azione radicale profonda e capacità di arricchimento del terreno con azoto. L'idrosemina deve essere effettuata distribuendo miscele eterogenee in veicolo acquoso costituite da semente, nelle dosi di almeno 20 g/mq di semente. La miscela da distribuire si asperge per uno

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 GRUPPO FS ITALIANE
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

strato dello spessore da 0,5 cm a 2 cm, che può essere più spesso nelle zone più declivi e ricche di sassi di grossa pezzatura. In questo caso il materiale viene riportato con più procedimenti di aspersione, per cui ogni successivo strato può essere spruzzato solo dopo che il precedente ha fatto presa.

I periodi di semina più indicati sono quello primaverile ed autunnale.

L'idrosemina è indicata per l'inerbimento di superfici di dimensione considerevole e in declivio e/o dove si renda necessaria.

Lungo la viabilità nuova ed interferita i miscugli di semente sono differenziati in funzione della tipologia di intervento: quello di tipo rustico è indicato per scarpate mentre quello con fiori laddove predomina l'aspetto estetico dell'inerbimento.

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

Tale intervento è previsto, in associazione con la piantumazione di arbusti ed alberi, in tutte le categorie di intervento, poiché trattandosi di ambiti perlopiù coinvolti dalla predisposizione di aree di cantiere, è opportuno ripristinare la copertura dei suoli e la coltre erbosa mediante semina. L'inerbimento potrà contenere lo sviluppo di specie infestanti e favorire la capacità di recupero spontaneo della vegetazione autoctona.

Gli interventi previsti si distinguono in:

A. Sistemazione arbustiva in corrispondenza dei rilevati

Per i rilevati che presentano altezza superiore a 2,5m, si prevede inerbimento con specie striscianti e piantumazione di Viburno (*Viburnum tinus*), Ginestra (*Spartium junceum*) e Lentisco (*Pistacia lentiscus*).

B. Aree di impianto di vegetazione arboreo-arbustiva

Nelle aree di svicolo sono previsti interventi di inerbimento con specie striscianti e nella piantumazione di Nuclei arboreo- arbustivi composti da: Leccio (*Quercus ilex*), Olivastro (*Olea oleaster*), Cisto (*Cystus salvifolius*) e Mirto (*Myrtus communis*). Obiettivo dell'intervento è valorizzare dei nodi lungo la viabilità di progetto attraverso un impianto del verde caratterizzato da una valenza ornamentale. In corrispondenza delle rotatorie non saranno piantumate essenze arboree, ma solamente gli elementi arbustivi.

C. Filari arboreo-arbustivi

I filari arboreo-arbustivi sono previsti non soltanto, per il valore estetico intrinseco dell'elemento che si inserisce nel paesaggio, ma anche per una funzione di schermo della nuova infrastruttura, laddove essa sia prossima a degli edificati ad uso residenziale.

L'intervento verrà proposto lungo i margini dell'infrastruttura dove è stata inficiata la naturalità dei luoghi e lo spazio di intervento si predispone maggiormente ad una piantumazione a filare. Le specie

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

utilizzate sono Leccio (*Quercus ilex*), Corbezzolo (*Arbutus unedo*), Lentisco (*Pistacia lentiscus*) e Cisto (*Cistus salvifolius*) .

D. Formazione arboreo-arbustiva a carattere igrofilo in corrispondenza dei corsi d'acqua

L'intervento prevede la sistemazione di una Formazione arboreo - arbustiva a carattere igrofilo in corrispondenza dei corsi d'acqua interferiti dal tracciato di progetto, il Riu Calvia, il Riu Serra ed il Riu Sassu; in particolare del primo viene riconosciuta una valenza nell'ambito della rete ecologica provinciale come corridoio ecologico, sebbene non sia costituita da una fascia di vegetazione ripariale particolarmente sviluppata e di pregio .

E. Formazione arbustiva di macchia mediterranea

L'intervento consiste nella predisposizione di nuclei arbustivi di macchia mediterranea allo scopo di compensare la sottrazione di vegetazione, che potrà avvenire in corrispondenza di aree di lavoro e ricostituire la continuità vegetazionale preesistente. Tali interventi si effettueranno ovunque siano presenti nei territori al margine delle aree di intervento formazioni vegetali di origine naturale a Macchia vincolati come bene paesaggistici.

Le specie destinate alla piantumazione comprendono: Mirto (*Myrtus communis*), Lentisco (*Pistacia lentiscus*), Corbezzolo (*Arbutus unedo*), Erica arborea (*Erica arborea*) e Fillirea (*Phyllirea angustifolia*).

F. Formazione arboreo-arbustiva a scopo compensativo

La formazione arboreo-arbustiva a scopo compensativo è prevista in un'unica area nei pressi dell'area di deposito presso svincolo Mamuntanas a scopo di rimboschimento e compensazione.

E' stata adottata una distribuzione delle specie di tipo "sfalsato" e non lineare, alternando microgruppi monospecifici in modo da ottenere un sesto di impianto che limita i fenomeni di competizione intraintraspecifici e conferisce alle formazioni vegetali maggiore naturalità.

Le specie destinate alla piantumazione comprendono: Mirto (*Myrtus communis*), Lentisco (*Pistacia lentiscus*), Leccio (*Quercus ilex*), Olivastro (*Olea oleaster*) e Fillirea (*Phyllirea angustifolia*)

G. Vegetazione di invito per la fauna

Al fine di favorire il passaggio della fauna, in corrispondenza dei varchi sono previsti interventi di rivegetazione a formare una specie di "cono di invito" che, oltre a servire per indirizzare gli animali verso l'imbocco del passaggio, possono anche svolgere altre funzioni, come la creazione di barriere vegetali per impedire la visione dei veicoli od obbligare uccelli e pipistrelli ad elevare l'altezza del volo per prevenire collisioni. L'allineamento della vegetazione in direzione dell'ingresso contribuisce ad orientare gli animali fino al passaggio.

L'impianto dovrà essere denso da entrambi i lati dell'apertura, in modo che gli animali possano sentirsi

protetti nel loro tragitto d'avvicinamento al passaggio. Davanti all'entrata occorre invece lasciare uno spazio

assolutamente privo di vegetazione per consentire l'entrata di luce nel passaggio e permettere una

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

buona osservazione dell'intorno.

Per il progetto in esame, in corrispondenza dei tombini idraulici a funzione di sottopasso faunistico, è stato previsto l'inserimento ad hoc di una "siepe di invito" con le finalità sopra descritte, che oltre a favorire l'ingresso della fauna locale, garantisce la funzionalità dei corridoi ecologici.

Di seguito sono riportate le specie che comprendono gli interventi di piantumazione: Mirto (*Myrtus communis*), Lentisco (*Pistacia lentiscus*).

H. Formazione arboreo-arbustiva di ricucitura e potenziamento

La formazione arboreo-arbustiva funzionale alla deframmentazione paesaggistico ambientale è prevista nei tratti in cui l'effetto cesura dell'opera stradale è particolarmente forte per la presenza di elementi di continuità naturalistica, rappresentati dalle formazioni lineari di vegetazione di tipo naturale presente lungo i corsi d'acqua e in corrispondenza dei frammenti di vegetazione seminaturale in contesto agricolo.

E' stata adottata una distribuzione delle specie di tipo "sfalsato" e non lineare, alternando microgruppi monospecifici in modo da ottenere un sesto di impianto che limita i fenomeni di competizione intraintraspecifici e conferisce alle formazioni vegetali maggiore naturalità.

I. Impianto filari ulivo

L'intervento è previsto nei territori a margine dell'infrastruttura dove sono presenti elementi del sistema paesaggistico rurale, in special modo oliveti. Le formazioni di coltivo entrano a far parte della matrice paesaggistica del territorio e come tale va preservata, per cui si prevede la realizzazione di filari ad Olivo di nuova piantumazione (*Olea europaea*) con funzione di schermatura e riconnessione col paesaggio. Sono previste inoltre delle aree di impianto compensativo in cui verranno messi a dimora degli individui di *Olea europaea* disposti a scacchiera secondo un interasse di 5m. La gestione degli ulivi è oggetto di trattazione separata nell'elaborato CA29_T00IA02AMBRE05A "Piano Operativo Ulivi".

Nell'ambito della definizione della cantierizzazione sono stati individuati due siti di deposito delle terre in esubero lungo il tracciato di progetto della nuova SS 291 Sassari-Alghero, denominati DP_AL01 e DP_AL02; tali siti sono localizzati rispettivamente in corrispondenza dell'ex cava di ghiaia in prossimità del tratto in trincea al piede del Monte Agnese e in prossimità svincolo esistente di Mamuntanas (fine Lotto 2).

Il sito DP_AL01 attualmente si caratterizza per consorzi vegetali riferibili alla macchia mediterranea; a seguito della collocazione dei materiali in esubero, si prevede l'impianto di una macchia arbustiva simile a quella presente sulle pendici di M.te Agnese, al fine di ricucire la continuità vegetazionale preesistente (cfr. Sistemazione paesaggistico ed ambientale sito di deposito DP_AL_01: planimetria, sezioni e sestini di impianto – codice elaborato T00IA02AMBDI01A). Le specie destinate alla piantumazione comprendono: Mirto (*Myrtus communis*), Lentisco (*Pistacia lentiscus*), Corbezzolo (*Arbutus unedo*), Erica arborea (*Erica arborea*) e Fillirea (*Phyllirea angustifolia*). Il sito di deposito DP_AL02 è stato individuato nei terreni di proprietà della Regione. La sistemazione di tale area prevede il reimpianto di una formazione arboreo-

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

arbustiva (Tipologico F) con diversi esemplari di Olivastro, al fine di compensare la perdita di individui di *Olea europea* espianati a causa della messa in opera del tracciato.

Le specie destinate alla piantumazione comprendono: Mirto (*Myrtus communis*), Lentisco (*Pistacia lentiscus*), Leccio (*Quercus ilex*), Olivastro (*Olea oleaster*) e Fillirea (*Phyllirea angustifolia*).

Il ripristino delle suddette aree di deposito si configura come un rimboschimento di tipo compensativo, per il quale si rimanda all'elaborato Compensazioni – Relazione generale a cui si rimanda (T00IA02AMBRE04A)

7.4 ALTRI INTERVENTI

Ulteriori interventi di inserimento paesaggistico, per la cui trattazione si rimanda alla relazione CA29_T00IA02AMBRE01A, sono:

1. Gli interventi per la fauna
2. Ricostruzione dei muretti in pietrame a secco
3. Inserimento paesaggistico degli elementi in muratura
4. Interventi per la gestione delle acque
5. Interventi di ingegneria naturalistica
6. Interventi di mitigazione acustica

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

8 IMPIANTI TECNOLOGICI

Gli impianti tecnologici previsti in progetto sono di tre diverse tipologie.

- a) Distribuzione Principale (Impianti di linea);
- b) Predisposizione delle infrastrutture per la “Smart Road”;
- c) Impianti di illuminazione delle intersezioni e dei sottopassi.

Distribuzione Principale.

Per tutta la tratta interessata su ambo i lati dell'asse stradale è prevista la posa di un dorsale di comunicazione interrata in fibra ottica; le tubazioni previste sono del tipo a “tritubo” con diametro pari a 50mm nonché la posa di una coppia di cavidotti per energia con diametro 110 mm. Completano l'opera i pozzetti rompitratta ogni 50 m distinti per i segnali e per l'energia, e gli attraversamenti ogni 300 m.

Predisposizione Smart Road.

Oltre alla “distribuzione principale” già descritta, è stata prevista, per i soli tratti di tipo C e B, la infrastruttura necessaria alla realizzazione (futura) della Smart Road. Tale infrastruttura consiste essenzialmente:

- Conduittura interrata posta su ambo i lati dell'asse stradale, composta da 4 cavidotti D 110 mm e da un tritubo 3x50 mm;
- Conduittura a vista, posta su ambo i lati dell'asse stradale, composta da due canali in acciaio 300x100 mm su tutti i viadotti e sui muri.
- Pozzetti rompi tratta ogni 150 m circa;
- Collocazione di plinti ogni 300 m circa, tranne che sui viadotti (lungo i quali è stata indicata solamente la futura posizione del sostegno Smart road) disposti in quinconce, per la futura posa dei pali ed altre apparecchiature necessarie;

Impianti di illuminazione.

I calcoli di dimensionamento degli impianti elettrici sono stati sviluppati con programmi software dedicati, i quali utilizzano le apparecchiature elettriche delle principali ditte fornitrici, universalmente riconosciuti, di elevata affidabilità e debitamente validati;

i risultati dei calcoli dimensionali di linee e interruttori sono riportati anche sugli schemi unifilari di potenza dei quadri elettrici. In ogni svincolo-sottopasso l'impianto di illuminazione trae origine da una fornitura in loco in bassa tensione; le caratteristiche della fornitura prevedono una tensione di linea di 400 V per alcuni quadri e 230V per altri. Il sistema è classificabile TT circa lo stato del neutro e del conduttore di protezione rispetto a terra. Gli impianti dei vari svincoli presentano caratteristiche similari tra loro: le utenze costituite dai corpi illuminanti posti sulle rampe di svincolo e sulle corsie di accelerazione e decelerazione sono collegate ad un

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

quadro elettrico posizionato a ridosso della viabilità principale, in posizione il più possibile baricentrica. Stessa situazione per il sottopasso carrabile e pedonale.

Ogni quadro permette la distribuzione dell'energia elettrica alle varie utenze per mezzo di interruttori automatici a protezione delle linee in uscita.

La derivazione dei cavi per ogni palo avviene nell'apposita morsettiera di connessione ubicata nel palo in una cassetta di derivazione IP67 (vedi elaborati grafici). Per il sottopasso stradale le derivazioni sono effettuate attraverso l'utilizzo di apposite cassette di derivazione per impianti in galleria terminanti con presa industriale 2P+T 16A.

Il dimensionamento delle linee ha tenuto conto del coordinamento tra la corrente di impiego, quelle di intervento delle protezioni e le correnti massime consentite dai cavi nelle condizioni di posa previste.

La posa dei cavi di alimentazione avverrà all'interno di cavidotti interrati, costituiti da tubi protettivi a doppio strato in polietilene strutturato ad alta densità, corrugato esternamente e con parete interna liscia, resistenza allo schiacciamento di 450 N, completo di giunto a manicotto conforme alle norme CEI EN 50086-1-2-4, con diametro esterno mm 110.

Per gli impianti nel sottopasso stradale la distribuzione verrà effettuata attraverso l'utilizzo di canali portacavi in acciaio 100x75 mm, mentre per il sottopasso pedonale (son soli 5 punti luce) la distribuzione è realizzata in tubazione metallica posata a vista.

I cavi di alimentazione principali sono di tipo ARG16R16 0,6/1 kV con conduttore in alluminio, isolati con miscela etilenpropilenica, guaina esterna a base di P.V.C. e riempitivi in materiale non igroscopico nelle formazioni multipolari, tensione nominale U₀/U 0,6/1 KV. La distribuzione principale in sottopasso stradale è prevista con cavo in rame FG16(O)R16. I cavi di alimentazione dei singoli punti luce su pali saranno del tipo FG16OR16 2x2,5 mmq.

9 CANTIERIZZAZIONE

Al fine di realizzare le opere in progetto, è stato studiato il sistema di cantierizzazione comprendente sia l'installazione di una serie di aree di cantiere (cantiere base, cantieri operativi, aree tecniche) che la individuazione di siti di deposito, temporaneo e permanente, che l'analisi delle fasi operative anche finalizzate alla redazione del cronoprogramma.

Il progetto di cantierizzazione è stato elaborato con la priorità di conseguire i seguenti obiettivi:

1. riduzione dei potenziali disturbi sul contesto territoriale ed ambientale interessato dai lavori;
2. essere conforme, come contenuti, al nuovo Codice Appalti D.lgs. 18 Aprile 2016, n. 50 ed a quanto previsto dal DPR n. 207 del 5/10/2010 in riferimento alla sezione IV, nonché alle indicazioni fornite da ANAS;
3. recepimento delle indicazioni e prescrizioni espresse nei pareri autorizzativi del progetto riferite agli aspetti di cantierizzazione;

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 GRUPPO FS ITALIANE
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

Per gli altri tratti, tutti in variante, non è stato necessario introdurre fasi, a meno di quella per la realizzazione della Spalla A del Viadotto Ferrovia.

Quanto alle rotatorie, come da prassi, si realizzeranno prioritariamente le porzioni fuori sede e poi i completamenti, deviando il traffico sulla porzione di rotatoria realizzata precedentemente, come descritto di seguito. Per la parte in adiacenza alla viabilità esistente, si opererà un restringimento, secondo gli schemi segnaletici da DM 10/07/02.

9.1.1 Fasi esecutive dei Viadotti

Si prevedono le seguenti fasi esecutive:

1. Realizzazione corona di micropali delimitante il pozzo con perforazioni a vuoto;
2. Realizzazione iniezioni di impermeabilizzazione degli scavi a tergo mediante tubi in PVC con valvole a manchettes;
3. Realizzazione cordolo di coronamento e posa in opera delle saette di contrasto;
4. Scavo fino a quota -0.50 m al di sotto del primo ordine di contrasto e posa del telaio, realizzazione
5. dello spritz beton alle pareti;
6. Scavo fino a quota -0.50 m al di sotto del secondo ordine di contrasto e posa del telaio,
7. realizzazione dello spritz beton alle pareti;
8. Scavo fino a quota fondo scavo e completamento del rivestimento di spritz beton delle pareti;
9. Getto magrone previo posizionamento tavole di separazione dai micropali e realizzazione plinto di
10. fondazione e pila;
11. Rimozione del secondo ordine di contrasto;
12. Rinterro con materiale proveniente dagli scavi fino a quota -0.50 m da asse primo ordine di
13. contrasto;
14. Rimozione del primo ordine di contrasto;
15. Rinterro con materiale proveniente dagli scavi fino ad intradosso cordolo di coronamento;
16. Demolizione cordolo e saette e rimozione dei micropali;
17. Completamento con opere di sistemazione idraulica (vedi elaborati specifici).

9.1.1.1 Calcolo dei cedimenti dei rilevati Spalla A Viadotto Ferrovia

Per il calcolo dei cedimenti in situazioni complesse di terreni multistrato, in presenza di interventi di consolidamento o in situazioni sensibili si ricorre alla modellazione agli elementi finiti al fine di ottenere risultati più realistici possibili. La modellazione è stata eseguita utilizzando Plaxis 2d. (Per il dettaglio della trattazione si rimanda alla Relazione Geotecnica)

A causa della bassa permeabilità dei terreni di fondazione la sostituzione del rilevato può essere considerata come istantanea. Grazie a questo intervento di consolidamento il **cedimento a 6 mesi** risulta leggermente maggiore del cedimento che si avrebbe a tempo infinito con la costruzione diretta del rilevato definitivo e garantendo quindi il rispetto del capitolato, che prevede che il cedimento ancora da scontare a fine costruzione risulti inferiore del 10% del cedimento totale e comunque minore a 5 cm.

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

9.1.2 Fasi esecutive Gallerie Artificiali

GALLERIA A

- Realizzazione paratia provvisoria di micropali a protezione della sede ferroviaria;
- Avvio scavi per raggiungere la quota di esecuzione dei micropali sia per il piedritto nord che per quello sud che per le opere di sostegno in imbocco;
- Esecuzione dei micropali;
- Getto dei magroni di fondazione, posa in opera armature di fondazione e ferri di ripresa della galleria lato nord;
- Getto fondazione della galleria lato nord;
- Posa in opera armature piedritto destro e getto fino a quota di appoggio travi, lato nord;
- Ripetizione delle ultime tre operazioni per il lato sud della galleria;
- Posa in opera travi (da effettuare previa interruzione del traffico ferroviario nella fascia notturna), procedendo per segmenti longitudinali di 20 travi (circa 20 m);
- Posa in opera armatura trasversi e soletta integrativa per il primo modulo da 20 m;
- Getto del primo modulo da 20 m;
- Ripetizione delle ultime tre fasi per i moduli successivi (totale ulteriori 5 moduli da 20 m);
- Getto dei cordoli sulla soletta superiore, esecuzione dell'impermeabilizzazione a spruzzo e realizzazione massetto delle pendenze;
- Esecuzione dei muri agli imbocchi;
- Realizzazione dei ritombamenti e delle solette di transizione;
- Realizzazione arredo stradale sull'opera.

GALLERIA B e SOTTOVIA

- Realizzazione paratia provvisoria di micropali a protezione della sede ferroviaria;
- Avvio scavi per raggiungere la quota di esecuzione dei micropali sia per il piedritto nord che per quello sud, per il sottovia e per le opere di sostegno in imbocco;
- Esecuzione dei micropali;
- Getto dei magroni di fondazione, posa in opera armature di fondazione e ferri di ripresa della galleria lato nord;
- Getto fondazione della galleria lato nord;
- Posa in opera armature piedritto destro e getto fino a quota di appoggio travi, lato nord;
- Ripetizione delle ultime tre operazioni per il lato sud della galleria;
- Posa in opera travi (da effettuare previa interruzione del traffico ferroviario nella fascia notturna), procedendo per segmenti longitudinali di 20 travi (circa 20 m);
- Posa in opera armatura trasversi e soletta integrativa per il primo modulo da 20 m;
- Getto del primo modulo da 20 m;
- Ripetizione delle ultime tre fasi per i moduli successivi (totale ulteriori 5 moduli da 20 m);

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

- Getto dei cordoli sulla soletta superiore, esecuzione dell'impermeabilizzazione a spruzzo e realizzazione massetto delle pendenze;
- Esecuzione del sottovia lato sud e dei muri agli imbocchi;
- Realizzazione dei ritombamenti e delle solette di transizione;
- Realizzazione arredo stradale sull'opera.

9.1.3 Fasi esecutive Tombini idraulici interferenti con la ferrovia

Per la realizzazione dei due tombini sull'Asse B passanti sotto alla ferrovia si intende adottare lo spingitubo con sostegno longitudinale del binario con ponti Essen. I Ponti ESSEN trovano appoggio, nella zona interessata dallo scavo in avanzamento, su travi di ripartizione trasversali (travi di manovra del tipo HEB 400) aventi lunghezza variabile in funzione della piattaforma ferroviaria, disposte sempre ortogonali ai binari ad un interasse in genere non superiore a 2,52 m.

Dette travi scorrono, mediante opportuni dispositivi di compensazione, su travi slitta fissate sopra la soletta del monolito durante le fasi di avanzamento dello stesso.

Esternamente al monolito in avanzamento i Ponti ESSEN trovano appoggio sul rilevato ferroviario attraverso l'armamento esistente.

Per le fasi di realizzazione degli spingitubo si rimanda agli elaborati specifici.

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-029	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

9.2 GESTIONE MATERIE E TERRE E ROCCE DI SCAVO

Per la realizzazione dei lavori verranno prodotti 544.995 mc di terre e rocce da scavo. Di queste a seguito delle indagini ambientali e sui terreni 530.931 mc verranno riutilizzati all'interno del progetto come materiale per rilevato, rinterrati e ricoprimenti e come rimodellamenti dei due siti di deposito. Dei metri cubi recuperati, 34.103 mc sono destinati alla rinaturalizzazione della ex cava C.A.M.A.C , 14.064 mc risultati non idonei verranno conferiti a discarica. Di seguito si riporta la sintesi del bilancio materie.

TOTALE SCAVI		544.995
RIUTILIZZO PER RILEVATI		182.080
RIUTILIZZO PER TERRENO VEGETALE		27.080
RIUTILIZZO IN SITI DI DEPOSITO DEFINITIVO		233.000
RIUTILIZZO PER RINATURALIZZAZIONE CAVA CAMAC		34.103
RIUTILIZZO PER REINTERRI E RIEMPIMENTI		54.668
TOTALE RIUTILIZZO		530.931
A DISCARICA (NON IDONEO AL RIUTILIZZO)		14.064
FABBISOGNI PER RILEVATI	968.148	Di cui 159.378 per bonifica
FABBISOGNO PER TERRENO VEGETALE		27.080

9.2.1 Riutilizzi in opera

Le osservazioni di seguito esposte discendono dall'analisi dell'assetto geologico che caratterizza l'ambito territoriale influenzato dalla realizzazione dell'infrastruttura.

A partire da questo è stato possibile effettuare una valutazione sulle caratteristiche delle formazioni che verranno interessate dall'opera ai fini del loro utilizzo nell'ambito del progetto.

Questa previsione è basata sulla caratterizzazione geologico-tecnica dei materiali, effettuata a livello di caratteri formazionali d'insieme, integrata con le informazioni sulle loro proprietà geotecniche ricavate nel corso delle indagini effettuate e sulle relative prove di laboratorio che forniscono, nella maggioranza dei casi esaminati, indicazioni di idoneità all'utilizzo in rilevato.

I terreni interessati dagli scavi in trincea o dalle fondazioni dei viadotti e ponti appartengono principalmente alle formazioni calcaree e calcaree-marnose delle successioni sedimentarie mesozoiche, a cui si aggiungono litotipi vulcanici con caratteristiche di buona qualità che ne determinano una elevata percentuale di riutilizzo in rilevato.

Tutti i terreni interessati dagli scavi di sbancamento per la realizzazione delle trincee, muri di sostegno, opere fondazionali, ecc., appartenenti alle formazioni calcaree e calcareo-marnose mesozoiche di

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

Brunestica (BNT), di Capo Caccia (POC), di Grascioleddu (GXL) e di Punta Cristallo (IST), Piroclastiti di Monte Miale Ispina (UMM), Epivolcaniti continentali (Epv),
Formazione di Mores (RES) ed alle relative coltri eluvio-colluviali (ec), posseggono, come confermato dai dati di laboratorio per esse disponibili, caratteristiche di buona qualità che ne determinano un'elevata percentuale di riutilizzo per i rilevati e rinterri. E' previsto inoltre, per quanto possibile, il riutilizzo del terreno vegetale (TV) di cui si ha una notevolissima disponibilità. Le rimanenti parti costituiranno, invece, la frazione di scarto".

Si prevede di poter riutilizzare, previa se necessario dell'esecuzione di normali pratiche industriali quali frantumazione/vagliatura (così come previsto all'Allegato 3 al DPR 120/2017), quota parte dei materiali scavati all'interno dell'opera stessa e in particolare circa 182.080 m3 per la realizzazione dei rilevati del Lotto1 e Lotto 4.

Tale ipotesi è stata supportata dalle risultanze analitiche ottenute a seguito delle campagne di indagine svolte a gennaio 2015 e a settembre 2017 che hanno evidenziato il rispetto delle CSC di cui alla destinazione d'uso "verde pubblico, privato e residenziale" (col. A, tab. 1, all. 5, parte quarta, titolo V del D.Lgs. n. 152/2006 s.m.i.) in tutti i punti di indagine ad eccezione dei punti PE12 (Lotto 1), PE16, PE18 e PE20 (Lotto 4); in corrispondenza del punto PE20 ricade la trincea e rotatoria relativa all'Asse C del Lotto 4 per cui i volumi che derivano da quest'area sono pari a circa 10.000 m3 a cui si sommano le terre derivanti dagli scotichi e sbancamenti delle tratte in rilevato prossime ai punti PE 12, PE16 e PE18 (circa 4.064 m3). Si precisa che i materiali relativi alle attività di scavo che saranno svolte in corrispondenza di tali punti (volume stimato totale in circa 14.064 m3) saranno gestiti come rifiuti e inviati ad impianti autorizzati.

9.2.2 Utilizzi in siti esterni all'opera

Come anticipato sopra, i materiali di scavo in esubero, non riutilizzati nell'ambito dell'appalto, verranno gestiti come sottoprodotti ai sensi del D.P.R. 120/2017 e trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio (eventuale) e infine ai siti di deposito definitivo individuati compatibilmente con la destinazione d'uso futura degli stessi.

Nel dettaglio:

- circa 15.000 m3 saranno conferiti presso il sito di destinazione definitivi esterno (DP_AL_01);
- circa 218.000 m3 saranno conferiti presso il sito di destinazione definitivi esterno (DP_AL_02);
- circa 34.103 m3 saranno utilizzati per il ripristino ambientale del sito di cava CA.MA.C. S.r.l. (in alternativa per saturazione del sito questi materiali saranno gestiti come rifiuti e conferiti negli impianti individuati);
- circa 54.668 m3 verranno destinati per rinterri e riempimenti

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

10 CAVE E DISCARICHE

Per la realizzazione dell'infrastruttura si prevede un fabbisogno complessivo di circa 968.148 mc di materiale e tale fabbisogno sarà soddisfatto in parte, previa operazioni di normale pratica industriale (frantumazione/vagliatura), dai materiali da scavo che verranno prodotti nell'ambito delle lavorazioni mentre il quantitativo restante dovrà essere necessariamente approvvigionato dall'esterno

	Fabbisogni	Riutilizzo interno	Da cava
Lotto 1 e Lotto 4	968.148 mc	236.748 mc	731.400 mc

In riferimento a quanto sopra, è stata condotta, in questa fase progettuale, un'analisi territoriale volta all'individuazione di siti estrattivi utilizzabili per l'approvvigionamento di materiali necessari per la realizzazione delle opere previste. Tale analisi è stata sviluppata in un'area sufficientemente estesa intorno all'area di tracciato e si è basata sia sulle informazioni reperite dal Piano Regionale Attività Estrattive (anno 2007) – Catasto Regionale dei Giacimenti di Cava, sia attraverso verifiche dirette, eseguite contattando le aziende di settore che operano sul territorio nonché i responsabili delle cave di estrazione.

L'analisi ha permesso di verificare la presenza, sul territorio regionale, di impianti in grado di fornire i materiali e le granulometrie necessarie alla realizzazione di parti d'opera (rilevati).

Inoltre a seguito di contatti telefonici con i gestori degli impianti è stata confermata la fornitura, da parte di tutte le cave contattate, dei materiali necessari alla realizzazione dei rilevati (materiali di diverse granulometrie). Nella tabella sottostante si riportano i dati delle cave individuate in un raggio di circa 60 km dall'opera, che hanno complessivamente una potenzialità sufficiente a coprire il fabbisogno di materiale; per ulteriori dettagli si rimanda alle schede identificative di ciascun sito di estrazione (cave) riportate in Allegato 5 del Piano Utilizzo Terre, elaborato CA29_T00SG02GEORE01A1.

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

Elenco siti di Approvvigionamento

Nome	Codice Cava	Ubicazione	Materiale	Prodotto commerciale	Distanza (km)	Volumi estraibili
Monte Nurra	277_C	Sassari	Calcare	Inerti per conglomerati	21	340.000 m ³ /anno
Abba Meiga	294_C	La Crucca (SS)	Calcare	Inerti per conglomerati	33	600.000 m ³ /anno
Monte Rosé	251_C	Sassari Porto Torres	Calcare	Inerti per conglomerati	33	300.000 m ³ /anno
Cava Murineddu	1162_C	Ploaghe	Sabbie silicee	Inerti per conglomerati	56	500.000 m ³ /anno
Cava Santa Giulia	1289_C	Ploaghe	Calcare	Inerti per riempimenti stradali	63	600.000 m ³ /anno
TOTALE						2.340.000 m³/anno

I siti selezionati mostrano una disponibilità volumetrica di materiale estraibile sufficientemente superiore rispetto alle esigenze progettuali. Si precisa che, dall'analisi territoriale sulle cave, gli impianti di Abba Meiga e Monte Rosé sono dotate anche di impianto di frantumazione.

10.1.1 Impianti di recupero e smaltimento inerti

Il sistema di gestione ambientale della Regione Sardegna (<http://www.sardegnaambiente.it/>) ha permesso l'acquisizione delle informazioni riguardanti le singole società che gestiscono gli impianti di smaltimento/recupero inerti e rifiuti speciali non pericolosi, e di identificare alcuni dei soggetti autorizzati all'attività di recupero nella Provincia di Sassari.

Per lo smaltimento dei materiali sono state individuate, in prossimità delle aree di intervento, n. 4 ditte che si occupano di smaltimento degli inerti (distanza compresa fra 12 e 45 km) e una ditta che si occupa di smaltimento dei rifiuti speciali non pericolosi (31 km)

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

Elenco degli Impianti di smaltimento per inerti

Codice	Nome Impianto	Ubicazione	N° Autorizzazione	Data emissione	Distanza ³ (km)	Aicuni CER Autorizzati
D1	Ca.ma.c. s.r.l.	Alghero - Monte Doglia	01 (Prov. SS)	17/12/2014	12	010413 101103 170101 170102 170103 170107 170202 170504 170904 200202
D2	GIO.MA s.r.l.	Sassari - Li Curuneddi	01/DRI (Prov. SS)	20/05/2015	29	170107 170102 170103 170107 170202 170504 170904 101103 200202 010413
D3	Industriale Monte Rosé	Porto Torres - Monte Rosé	4/DRI (Prov. SS)	26/10/2020	29	170107 170504 170101
D4	Ecologica R2 S.a.s.	Sassari – Badde Inzas	2/DRI (Prov. SS)	22/07/2015	45	170904 170504

Elenco degli Impianti di smaltimento per rifiuti speciali non pericolosi

codice	Nome Impianto	Ubicazione	N° Autorizzazione	Data	Distanza ⁴ (km)	Aicuni CER Autorizzati
D5	Consorzio Industriale Provinciale Sassari	Loc. Barrabò - Porto Torres	AIA 1	31/05/2016	31	Diverse CER fra cui: 170504 170904

Come indicato nella successiva tabella, è stato anche individuato n. 1 impianto per il recupero delle miscele bituminose (36 km), n. 2 impianti per il recupero dei materiali ferrosi (3 e 34 km) ed un impianto per il recupero di terre che però è in attesa dell'autorizzazione (45 km).

Elenco degli Impianti di recupero

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

Codice	Nome Impianto	Comune	Distanza ³ [km]	CER Autorizzati
R1	EUROMETAL Srl - Centro recupero metalli	Alghero	3	tutte le tipologie di metalli da 170401 a 170407, 170411 e altre tipologie di codici CER riguardanti i metalli
R2	Viabila di Polo Claudio Srl	Sassari	36	170302 miscele bituminose
R3	Eredi Marceddu Costantino	Sassari	34	170405 ferro e acciaio
R4	Società Ecologica R2 sas	Sassari	45	In attesa autorizzazione per recupero terre

1 INTERFERENZE

Il progetto definitivo per la realizzazione del nuovo tratto della S.S.291, aveva individuato e censito, come riportato nei relativi elaborati grafici, diverse tipologie di sottoservizi interferenti con le opere predisponendo specifiche schede tecniche descrittive di risoluzione sulle quali alcuni degli enti interessati hanno formulato i relativi preventivi di spesa da sostenere per la risoluzione. Nello sviluppo del progetto esecutivo, sulla base anche dei seppur minimi aggiornamenti di tracciato apportati rispetto al precedente livello di progettazione, il Gruppo di progettazione ha pertanto effettuato una serie di verifiche finalizzate ad aggiornare il censimento delle reti interferenti. Nel caso invece degli Enti che non hanno fornito un riscontro vengono predisposti gli elaborati aggiornati in modo che gli stessi possano sviluppare, come richiesto dall'art.27 commi 3-4 del D.Lgs 50/2016, i progetti di risoluzione corredati da specifico preventivo e tempi di risoluzione.

L'ubicazione di dette interferenze può essere desunta dagli elaborati grafici in scala 1:2000, allo scopo redatti (cod. elaborati. CA29_T00IN00INTPV0 sono rappresentate da:

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

ABBANO Gestore Unico servizio idrico integrato ATO Sardegna Viale Diaz, 77 09125 Cagliari

Consorzio di Bonifica della Nurra

Via Rolando, 12 07100 Sassari

Comune di Sassari Servizio Lavori pubblici

Piazza del Comune snc, 07100 Sassari (SS)

Ente Acque Sardegna

Via Mameli, 88 - 09123 Cagliari

Le tipologie dei sottoservizi rilevati sono riepilogate nella tabella seguente:

CA-029

Relazione Tecnica Generale

LOTTO 1 – TRATTO B – da SS291 esistente a svincolo di Alghero							
n°	Ente gestore	Prog.	Sez.	Codifica PE	Codifica PD	Descrizione	intervento
1	e-distribuzione	da 0+180 a 0+220	10-12	MT/BT.B01	007	Linea MT	Spostamento linea
2	e-distribuzione	da 0+220 a 0+260	12-14	MT/BT.B02	008	Linea BT	Spostamento linea
3	TERNA	da 0+340 a 0+360	18-19	AT.B01	002	Linea AT	Non interferente
4	<i>da verificare competenza</i>	da 0+420 a 0+580	22-30	FOG.B01	061	Cond. Idrica	Spostamento e protezione
5	e-distribuzione	da 0+600 a 0+640	31-33	MT/BT.B03	078	Linea MT	Spostamento linea
6	e-distribuzione	0+950	48	MT/BT.B04	009	Linea BT	Spostamento linea
7	ENAS	0+970	50	ACQ.B01	080	Cond. Adduttrice cap dn900	Sostituzione e protezione
8	e-distribuzione	1+000	51	MT/BT.B05	010	Linea BT	Spostamento linea
9	CBN	1+020	52	ACQ.B02	060	Cond. Idrica de 200 cemento amianto	Spostamento e protezione
10	TELECOM	da 1+060 a 1+140	54-58	TLC.B01	054	Tel/internet	Spostamento linea
11	CBN	da 1+170 a 1+230	60-62	ACQ.B03	059	Cond. Idrica de 150 cemento amianto	Spostamento e protezione
12	e-distribuzione	da 1+440 a 1+460	73-74	MT/BT.B06	004	Linea MT	Spostamento linea
13	e-distribuzione	1+540	78	MT/BT.B07	063	Linea BT	Spostamento linea
14	CBN	1+640	83	ACQ.B04	062	Cond. Idrica de100 pvc	Spostamento e protezione
15	e-distribuzione	da 1+720 a 1+860	87-95	MT/BT.B08	055	Linea BT	Spostamento linea
16	e-distribuzione	da 1+880 a 1+900	95-96	MT/BT.B09	079	Linea BT	Spostamento linea
17	e-distribuzione	da 2+160 a 2+180	109- 110	MT/BT.B10	015	Linea BT	Spostamento linea
18	TELECOM	da 2+160 a 2+180	109- 110	TLC.B02	013	Tel/internet	Spostamento linea
19	CBN	da 2+180 a 2+200	110	ACQ.B05	058	Cond. idrica de400 cemento amianto	Spostamento e protezione
20	CBN	2+180	110	ACQ.B06	071	Cond. idrica de125 pvc	Non interferente
21	e-distribuzione	2+400	121	MT/BT.B11	092	Linea MT	Spostamento linea
22	TELECOM	da 2+440 a 2+640	123- 133	TLC.B03	016	Tel/internet	Spostamento linea
23	CBN	2+650	133- 134	ACQ.B07	056	Cond. idrica de100 pvc	Spostamento e protezione
24	ABBANOVA	2+960	149	ACQ.B08	076	Acquedotto dn400 acciaio	Verifica fattibilità spostamento
25	e-distribuzione	da 3+340 a 3+360	168- 169	MT/BT.B12	018	Linea MT	Spostamento linea
26	TELECOM	da 3+520 a 3+560	177- 179	TLC.B04	017	Tel/internet	Spostamento linea
27	e-distribuzione	da 3+540 a 3+560	178- 179	MT/BT.B13	019	Linea BT	Spostamento linea

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

28	ABBANOVA	Galleria artif. A	-	ACQ.B09	064	Acquedotto primario dn300	Spostamento e protezione con cunicolo
29	ABBANOVA	Galleria artif. A	-	FOG.B02	065	Collettore fognario dn800	
30	CBN	2+830	142- 143	ACQ.B07a	056bis	Cond. idrica de100 pvc	Spostamento e protezione

LOTTO 1 – TRATTO D – da SP42 a SsS127 bis							
N°	Ente gestore	Prog.	Sez.	Codifica PE	Codifica PD	Descrizione	intervento
1	e-distribuzione	da 0+000 a 0+020	01-02	MT/BT.D01	025	Linea BT	Spostamento linea
2	TELECOM	0+010	01	TLC.D01	074	Tel/internet	Spostamento linea
3	TELECOM	0+040	03	TLC.D01a	072	Tel/internet	Spostamento linea
4	e-distribuzione	da 0+040 a 0+060	03-04	MT/BT.D02	030	Linea BT	Spostamento linea
5	e-distribuzione	da 0+040 a 0+060	03-04	MT/BT.D03	031	Linea BT	Spostamento linea
6	TELECOM	da 0+040 a 0+060	03-04	TLC.D02	022	Tel/internet	Spostamento linea
7	TELECOM	0+060	04	TLC.D03	024	Tel/internet	Spostamento linea
8	TELECOM	0+100	06	TLC.D03a	073	Tel/internet	Spostamento linea
9	e-distribuzione	da 0+060 a 0+080	04-05	MT/BT.D04	021	Linea BT	Spostamento linea
10	e-distribuzione	da 0+040 a 0+160	03-09	MT/BT.D05	026	Linea BT	Spostamento linea
11	e-distribuzione	da 0+080 a 0+120	05-07	MT/BT.D06	029	Linea MT	Spostamento linea
12	e-distribuzione	0+030	02-03	MT/BT.D07	028	Linea MT	Non interferente
13	TELECOM	da 1+660 a 1+920	77-81	TLC.D04	036	Tel/internet	Spostamento linea
14	e-distribuzione	da 1+480 a 1+640	75-82	MT/BT.D08	037	Linea BT	Spostamento linea
15	e-distribuzione	da 1+760 a 1+860	89-94	MT/BT.D09	066	Linea BT	Spostamento linea
16	e-distribuzione	Da 1+930 a 1+980	96-100	MT/BT.D09a	067	Linea BT	Spostamento linea
17	e-distribuzione	da 2+340 a 2+400	118-121	MT/BT.D10	040	Linea BT	Spostamento linea
18	ABBANOIA	da 2+340 a 2+420	118-122	ACQ.D01	068	Acquedotto primario dn150 ghisa sferoidale	Adeguamento dei manufatti esistenti
19	ABBANOIA	da 2+340 a 2+420	118-122	FOG.D01	041	Fognatura dn800	Adeguamento dei manufatti esistenti
20	TELECOM	da 2+380 a 2+420	120-122	TLC.D05	042	Tel/internet	Spostamento linea
21	e-distribuzione	da 2+660 a 2+920	134-147	MT/BT.D11	043	Linea MT	Spostamento linea
22	TELECOM	da 2+620 a 2+680	132-135	TLC.D06	048	Tel/internet	Spostamento linea
23	Comune di Alghero	da 2+620 a 2+940	132-148	ILL.D01	044	Illuminazione	Spostamento linea
24	Comune di Alghero	da 2+660 a 2+680	134-135	ILL.D02	047	Illuminazione	Spostamento linea
25	ABBANOIA	da 2+660 a 2+680	134-135	FOG.D02	049	Fognatura dn350	Verifica fattibilità spostamento
26	ABBANOIA	da 2+660 a 2+680	134-135	ACQ.D02	050	Acquedotto dn150 acciaio	Verifica fattibilità spostamento

CA-029

Relazione Tecnica Generale

27	Comune di Alghero	da 2+620 a 3+160	132-159	FOG.D03	045	Fognatura dn350 (convogliamento acque meteoriche)	Adeguamento dei manufatti esistenti
28	ABBANO	da 2+620 a 3+160	132-159	ACQ.D03	046	Acquedotto di distribuzione dn150 acciaio	Adeguamento dei manufatti esistenti
29	e-distribuzione	da 2+840 a 2+960	143-149	MT/BT.D12	051	Linea BT	Spostamento linea
30	Comune di Alghero	da 2+940 a 3+160	148-159	ILL.D04	069	Illuminazione	Spostamento del tratto su nuovo tracciato
31	Comune di Alghero	3+160	159	ILL.D03	052	Illuminazione	Spostamento del tratto su nuovo tracciato
32	ABBANO	3+160	159	ACQ.D04	075	Cond. Idrica di distribuzione dn 250 acciaio	Non interferente
33	Comune di Alghero	3+160	159	FOG.D04	053	Fognatura dn350 (convogliamento acque meteoriche)	Non interferente
34	e-distribuzione	-	-	MT/B.D13	070	Linea BT	Non interferente
35	ABBANO	da 2+620 a 2+920	132-147	FOG.D05	045a	Cond. Fognaria dn350	Adeguamento dei manufatti esistenti
36	ABBANO	da 2+920 a 3+160	147-159	ACQ.D05	045b	Cond. Idrica dn150 ghisa sferoidale	Adeguamento dei manufatti esistenti
37	Comune di Alghero	3+160	159	ACQ.D06	045c	Cond. Idrica dn700 acciaio	Non interferente

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

LOTTO 4 – TRATTO C							
N°	Ente gestore	Prog.	Sez.	Codifica PE	Codifica PD	Descrizione	intervento
1	e-distribuzione	da 0+060 a 0+080	04-05	MT/BT.C01	084bis	Linea BT	Spostamento linea
2	CBN	da 0+280 a 0+300	15-16	ACQ.C01	081	Cond. Idrica de200 cemento amianto	Non interferente
3	CBN	da 0+360 a 0+380	19-20	ACQ.C02	082	Cond. Idrica cap dn300	Non interferente
4	CBN	da 0+380 a 0+400	20-21	ACQ.C02a	083	Cond. Idrica de250 cemento amianto	Non interferente
5	e-distribuzione	da 1+060 a 1+080	54-55	MT/BT.C02	084	Linea BT	Spostamento linea
6	CBN	da 1+680 a 2+120	85-107	ACQ.C04	085	Cond. Idrica de250 cemento amianto	Spostamento e protezione
8	TELECOM	da 1+840 a 2+130	94-107	TLC.C01	091	Tel/internet	Non interferente
9	CBN	da 2+980 a 3+000	150-151	ACQ.C06	087	Cond. Idrica dn100 cemento amianto	Spostamento e protezione
10	TERNA	da 2+940 a 2+960	148-149	AT.C01	089	Linea AT	Non interferente
11	TELECOM	3+195	161	TLC.C02	90	Tel/internet	Spostamento linea
12	CBN	2+750	138-139	ACQ.C06a	087bis	Cond. Idrica dn100 cemento amianto	Spostamento e protezione
13	ENAS	da 1+000 a 2+120	51-107	ACQ.C03	-	Cond. Adduttrice cap dn900	Sostituzione/ Spostamento e protezione

Nei relativi elaborati sono dettagliatamente illustrati e rappresentati i criteri progettuali e le ipotesi di risoluzione delle interferenze che saranno confermate e perfezionate a seguito del confronto con tutti i soggetti interessati di cui sopra

Si precisa che dovranno essere acquisiti i nuovi preventivi da parte degli Enti Gestori richiedendo, come previsto dall'art.27 commi 3,4 e 5 del D.Lgs 50/2016, lo sviluppo dei progetti di dettaglio con l'indicazione dei franchi previsti dal D.M. 449/1988 e della distinta degli importi valutati per ogni singola interferenza e della definizione dei relativi tempi di risoluzione.

L'importo totale delle stime per le risoluzioni delle interferenze si compone degli importi presenti nel progetto Definitivo, che non hanno subito modifiche e/o aggiornamenti, rivalutati con indice ISTAT ad aprile 2021, con coefficiente pari a 1.031: a questi si aggiungono gli importi delle interferenze delle nuove interferenze

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

riscontrate durante gli aggiornamenti eseguiti nella fase attuale di progetto. In conclusione l'importo totale comprensivo di un 7% relativo agli imprevisti, in linea con il progetto definitivo risulta pari a € 3.849.124. La tabella seguente riporta il dettaglio di quanto sopra descritto

Quadro Economico riepilogativo costo risoluzioni Interferenze			
Ente gestore	PROG.DEFINITIVO	PROGETTO ESECUTIVO	
	Importo	A Importo rivalutato*	B Importi nuove interferenze
ENEL	€ 502.090	€ 517.660	-
TELECOM	€ 130.290	€ 134.330	-
Consorzio di Bonifica della Nurra	€ 1.002.536,25**	€ 1.033.614,88	-
ABBANOIA	€ 817.075	€ 429.501,20***	€ 205.000
ENAS	€ 461.725	-	€ 748.155
Comune di Alghero	€ 363.400	€ 524.057,30****	€ 5000
TOTALE	€ 3.247.687	€ 2.636.157	€ 958.155
IMPORTO TOTALE PARZIALE (A+B)		€ 3.597.312	
IMPREVISTI 7%		€ 251.812	
IMPORTO TOTALE		€ 3.849.124	
Note			
* Rivalutazione importi del PD con coefficiente ISTAT 1,031 (periodo riferimento 2017/2021)			
** Importo fornito dal gestore			
*** (€ 416.587) Importo decurtato di n°3 interferenze: n°2 non di competenza Abbanoa ma del Comune di Alghero, n°1 non interferente			
**** (€ 508.300) Importo aumentato di n°2 interferenze attribuite al Comune di Alghero			

11 ESPROPRI

L'area di intervento ricade nel Comune di Alghero nella provincia di Sassari.

L'intervento si sviluppa in aree agricole coltivate a Seminativo, Uliveto, Vigneto, Pascolo Cespugliato e con presenza di fabbricati adibiti a civile abitazione, manufatti rurali e strutture destinate a ricovero di attrezzature per uso agricolo.

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

Dal punto di vista morfologico, il territorio interessato è del tipo parte pianeggiante e parte ondulata. La realizzazione dell'opera interessa alcuni edifici che al momento si presentano in discreto stato di conservazione, altri adibiti a civile abitazione con spazi esterni attrezzati a giardino, porticato, piscina e rimessa attrezzi agricoli, che si mostrano in ottimo stato di conservazione oltre a serre che vengono utilizzate a turnazione per la coltivazione di prodotti alimentari.

Dopo la sovrapposizione delle opere di progetto alle mappe catastali richieste direttamente al servizio catastale SISTER dell'Agenzia delle Entrate, sono stati creati i poligoni distinti per retino e colorazione per identificare la natura delle aree da sottoporre a procedura espropriativa. Per geometrizzare i poligoni di riferimento, ai fini dell'estrapolazione delle superfici, sono stati considerati tutti gli aspetti progettuali: stradale, idraulico, ambientale, geotecnico. Partendo dalla proiezione a terra dell'area di ingombro ricavata dalla sovrapposizione dei vari layer di progetto, dall'ultima opera utile di pertinenza del solido stradale è stato considerato una fascia di circa 1,00 ml. L'area così ottenuta è stata tematizzata a seconda della natura espropriativa.

LEGENDA		
GR	RETINO SIMBOLO	DESCRIZIONE
ESPROPRIO		AREE DA ESPROPRIARE
		AREE DA OCCUPARE TEMPORANEAMENTE
		AREE DA ASSERVIRE/CONVENZIONARE
		LINEA FASCIA DI RISPETTO
		NUMERO PIANO
		DEMOLIZIONE DI FABBRICATI RIPORTATI NEI FOGLI DI MAPPA
		DEMOLIZIONE FABBRICATI NON RIPORTATI NEI FOGLI DI MAPPA
CATASTO		ACQUE
		STRADE
		FABBRICATO
		PARTICELLA
		CONFINI COMUNALI
		CONFINE FOGLIO CATASTALE

Figura 16 - Legenda aree di esproprio

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA-029	Relazione Tecnica Generale	

Il totale delle superfici che vanno acquisite a diverso titolo nel piano particellare di esproprio allegato al progetto in questione ammonta a:

LOTTO 1

1. Superfici da espropriare: 326.536 mq;
2. Superficie da asservire/convenzionare: 46.137 mq;
3. Superficie da occupare temporaneamente non finalizzata all'esproprio: 36.649 mq;

LOTTO 4

1. Superfici da espropriare: 55.262 mq;
2. Superficie da asservire/convenzionare: 105.997 mq;
3. Superficie da occupare temporaneamente non finalizzata all'esproprio: 156.775 mq.

Per il calcolo dell'occupazione temporanea preordinata all'espropri, si è fatto riferimento ad un periodo di occupazione di 24 mesi (2 anni) moltiplicato per il VAM e ridotto del 50%.

Per il calcolo dell'occupazione temporanea non preordinata il periodo di occupazione considerato è pari al tempo previsto dal cronoprogramma dei lavori e pari a 42 mesi (3,5 anni).

L'indennità di occupazione temporanea è calcolata secondo l'Art.50 del T.U. in materia di espropriazioni DPR 327/2001, ed è pari ad un dodicesimo di quanto sarebbe dovuto nel caso di esproprio dell'area per ogni anno di occupazione.

LOTTO 1

Gli oneri di acquisizione complessivi ammontano a € 5 054 915,41 arrotondati ad € 5.055 .000,00 suddiviso nelle seguenti voci:

LOTTO 4

Gli oneri di acquisizione complessivi ammontano a € 558.635,04 arrotondati ad € 560.000,00 suddiviso nelle seguenti voci:

12 CRONOPROGRAMMA

La costruzione del cronoprogramma ricalca le indicazioni del Progetto Definitivo con i necessari approfondimenti. L'esecuzione dei lavori avrà la durata di 42 mesi comprensivi di 150 gg di andamento stagionale sfavorevole.

La quantificazione in termini temporali delle singole lavorazioni è stata pianificata in maniera coerente con la gestione dell'intero progetto.

Nuova S.S.291 Collegamento Sassari - Alghero - Aeroporto Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia		
CA-029	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

Il cronoprogramma è costruito con l'obiettivo di razionalizzare il tempo totale dei lavori in modo tale che le lavorazioni dei diversi Tratti e nelle diverse Macrofasì risultino bilanciati.

La predisposizione del cronoprogramma è stata effettuata procedendo con la scomposizione gerarchica del progetto secondo un livello via via più dettagliato.

L'evoluzione temporale delle singole lavorazioni è stata strutturata seguendo, le WBS di progetto e attribuendo alle stesse le risorse strutturate secondo squadre tipo in funzione della specificità della parte d'opera da realizzare.

La quantificazione temporale delle singole lavorazioni è stata determinata in congruenza con le metodologie di lavoro necessarie e stimando delle risorse a disposizione correlate a produttività ottimali, al fine di ottenere una durata complessiva sostenibile dell'intervento.

Si sottolinea che il percorso critico nel cronoprogramma è definito dalle attività legate alla realizzazione delle opere d'arte maggiori soprattutto le gallerie artificiali sulla Ferrovia.

Il numero di squadre, previste per la costruzione di dette strutture, è correlato all'esigenza di equilibrare le durate nella stessa macrofase di subcantieri diversi nella gestione delle squadre di lavoro. La programmazione della costruzione del corpo stradale è organizzata in modo da risultare coerente e congruente con le suddette opere d'arte maggiori.

Si rimanda all'elaborato specifico per il dettaglio.

13 QUADRO ECONOMICO

QUADRO ECONOMICO			
A) Lavori a base di Appalto			
a1	Sommano i Lavori a Corpo e a Misura		€ 117.127.061,66
a2	Monitoraggio ambientale corso operam		€ 588.083,05
a3	a sommare oneri relativi alla sicurezza non soggetti a ribasso		€ 5.383.480,95
a4	Protocollo di legalità (non soggetto a ribasso)	0,3%	€ 369.295,88
a5	Totale lavori più servizi	a1+a2+a3+a4	€ 123.467.921,54 € 123.467.921,54
a6	A detrarre Oneri relativi alla Sicurezza e protocollo di legalità non soggetti a ribasso		€ 5.752.776,83
a7	Importo lavori soggetto a ribasso	a5-a6	€ 117.715.144,71
B) Somme a disposizione della stazione appaltante			
b1	Interferenze		€ 3.849.124,00
b2	Rilievi , accertamenti ed indagini		€ 50.000,00
b3	Allacciamenti ai pubblici servizi		€ 516.985,91
b4	Imprevisti		€ 7.562.404,37
b5	Acquisizione Aree ed Immobili Imposte di registro, ipotecarie e catastali		€ 5.615.000,00
b6	Fondo art. 113 c. 2 D.Lgs. 50/2016		€ -
b7	Spese tecniche per attività di collaudo	0,1502%	€ 184.894,14
b8	per i Commissari di cui all'art.205 c. 5 e 209 c. 16 D.Lgs. 50/2016		€ 100.000,00
b9	spese per Commissioni giudicatrici art. 77 c. 10 D.Lgs. 50/2016	0,10%	€ 123.098,63
b10	Copertura assicurativa art.24 c. 4 D.Lgs. 50/2016		
b11	Spese per Pubblicità e ove previsto per opere artistiche		€ 80.000,00
b12	Contributo ANAC		€ 800,00
b13	Spese per prove di laboratorio e verifiche tecniche	1,30%	€ 1.522.651,80
b14	Oneri per lo svolgimento delle attività istruttorie, di monitoraggio e controllo relative ai procedimenti di valutazione ambientale DM(MINAMB) 245/2016 (solo nel caso in cui questa voce ricorra andrà applicato a tutti gli importi esclusi espropri e oneri di legge su spese tecniche)		€ 90.356,44
b15	Oneri di legge su spese tecniche (4% di b7, b8, b9)		€ 16.319,71
b16	Attività di sorveglianza e indagini archeologiche		€ 100.000,00
b17	Monitoraggio ambientale ante e post operam		€ 580.860,07
b18	-		
b19	Fornitura corpi illuminanti		€ 91.147,43
b20	Bonifica ordigni bellici legge 177/12		€ 2.169.439,60
b21	Costi sicurezza per apprestamenti COVID (a misura)		€ 239.701,50
b22	Totale Somme a Disposizione		€ 22.892.783,59
C)	Oneri d'investimento	11,2%	€ 16.392.398,97
	Totale Importo Investimento	a5+b22+C	€ 162.753.104,10
D)	IVA per memoria	22%	€ 29.300.150,17