

**Nuova S.S.195 "Sulcitana" Tratto Cagliari - Pula  
Collegamento con la S.S.130 e aeroporto di Cagliari Elmas  
Opera Connessa Nord**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PROGETTAZIONE: RTI GPI-IRD-SAIM-HYPRO**

<p><b>IL GEOLOGO</b></p> <p><i>Dott. Geol. Marco Leonardi</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1541</p>	<p><b>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</b></p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111 settore a-b-c</p> <p><i>Ing. Paolo Orsini</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 13817</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p> <p><i>Ing. Vincenzo Secreti</i> Ordine Ingegneri Provincia di Crotone n. 412</p>	<p><b>GRUPPO DI PROGETTAZIONE (Mandatario)</b></p> <p><b>GPI INGEGNERIA</b> GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p><b>IRD ENGINEERING</b> (Mandante)</p> <p><b>SAIM</b> Studio di Architettura e Ingegneria Moderna (Mandante)</p> <p><b>HYpro</b> srl</p> <p><b>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</b> <i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>
<p><b>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b></p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p>	<p><b>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b></p> <p><i>Ing. Michele Coghe</i></p>	<p><b>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</b> <i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri ROMA N° 14035</p>

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

**RELAZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE**

CODICE PROGETTO	NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">D</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">P</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">C</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">A</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</span> LIV. ANNO: <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">D</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">23</span>	T00IA75AMBRE01_A  CODICE ELAB. <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">T</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">I</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">A</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">7</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">5</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">A</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">M</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">B</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">R</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">E</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">A</span>	-
D			
C			
B			
A	Emissione	Giugno '23	Verardi
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDDATTO
		VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

<b>1. <u>INQUADRAMENTO GENERALE</u></b> .....	<b>4</b>
1.1. IL PROGETTO: INQUADRAMENTO GENERALE .....	4
1.2. ITER PROGETTUALE/APPROVATIVO PREGRESSO.....	7
1.3. ITER APPROVATIVO ATTUALE .....	9
1.4. STRUTTURA E ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE .....	9
<b>2. <u>STUDIO DELLE ALTERNATIVE DI TRACCIATO</u></b> .....	<b>10</b>
<b>3. <u>DESCRIZIONE DEL PROGETTO</u></b> .....	<b>17</b>
3.1. TRACCIATO DI PROGETTO .....	17
3.2. SVINCOLI .....	19
3.2.1. <i>Geometria Svincolo CASIC – Capoterra</i> .....	20
3.3. VIABILITÀ SECONDARIA E OPERE INTERFERENTI .....	22
3.3.1. <i>Geometria Complanare Casic “Dorsale Consortile”</i> .....	22
3.3.2. <i>Geometria Strada di accesso alla dorsale consortile</i> .....	22
3.4. SEZIONI TIPO .....	22
3.4.1. <i>Asse principale</i> .....	23
3.4.2. <i>Svincolo esistente Casic – Capoterra</i> .....	25
3.4.3. <i>Viabilità Secondaria e Opere Interferenti</i> .....	28
3.5. OPERE D’ARTE MAGGIORI .....	30
3.5.1. <i>Scavalco fascia tubiera alla prog. 8+366.00</i> .....	30
3.5.2. <i>Ponti</i> .....	32
3.5.3. <i>Sottopassi</i> .....	41
3.1. IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	42
3.2. LA FASE DI CANTIERE .....	45
3.3. FASI ESECUTIVE DELLE OPERE E CRONOPROGRAMMA.....	46
<b>4. <u>QUADRO DI CONFORMITÀ E DI COERENZA DELL'OPERA</u></b> .....	<b>47</b>
4.1. PROGRAMMAZIONE DI LIVELLO NAZIONALE.....	47
4.2. IL PIANO REGIONALE DEI TRASPORTI .....	47
4.3. PIANIFICAZIONE DI LIVELLO COMUNALE .....	49
4.3.1. <i>PUC Comune di Assemini</i> .....	49
4.3.2. <i>PUC Comune di Capoterra</i> .....	49
4.1. ALTRI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE.....	50
4.1.1. <i>Il Piano di assetto idrogeologico</i> .....	50
<b>5. <u>QUADRO DEI VINCOLI, TUTELE E CONDIZIONAMENTI</u></b> .....	<b>53</b>

PROGETTAZIONE ATI:

5.1.	PREMESSA .....	53
5.2.	ASSETTO AMBIENTALE (ARTT. 17-18 PPR).....	53
5.2.1.	<i>Componenti del paesaggio con valenza ambientale (art. 21 PPR) .....</i>	53
5.2.2.	<i>Aree di interesse naturalistico istituzionalmente tutelate (art. 33 PPR) .....</i>	53
5.2.3.	<i>Aree Recupero ambientale (artt. 41 - 43 PPR) .....</i>	54
5.3.	ASSETTO STORICO CULTURALE (ART. 47 PPR).....	55
5.4.	PRESCRIZIONI PER IL SISTEMA DELLE INFRASTRUTTURE (ART. 103 PPR).....	56
<b>6.</b>	<b><u>ANALISI DELLO STATO DELL'AMBIENTE, DEGLI IMPATTI E DETERMINAZIONE DELLE MISURE 57</u></b>	
6.1.	POPOLAZIONE E SALUTE UMANA .....	57
6.1.1.	<i>Analisi degli impatti e delle misure in fase di cantiere .....</i>	59
6.1.2.	<i>Analisi degli impatti e delle misure in fase di esercizio.....</i>	61
6.2.	BIODIVERSITÀ.....	62
6.2.1.	<i>Analisi degli impatti e delle misure in fase di cantiere e di esercizio .....</i>	63
6.3.	SUOLO, USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE .....	65
6.3.1.	<i>Generalità e fonti dei dati .....</i>	65
6.3.2.	<i>Capacità dell'uso del suolo.....</i>	67
6.3.3.	<i>Uso del suolo attuale.....</i>	69
6.3.4.	<i>Patrimonio agroalimentare .....</i>	69
6.3.5.	<i>Analisi degli impatti e misure in fase di cantiere .....</i>	70
6.3.6.	<i>Analisi degli impatti e delle misure in fase di esercizio.....</i>	71
6.4.	GEOLOGIA E ACQUE.....	73
6.4.1.	<i>Inquadramento geomorfologico.....</i>	73
6.4.2.	<i>Assetto geologico.....</i>	74
6.4.3.	<i>Caratteristiche idrogeologiche nell'area di progetto .....</i>	75
6.4.4.	<i>Analisi degli impatti e delle misure in fase di cantiere.....</i>	76
6.4.5.	<i>Analisi degli impatti e delle misure in fase di esercizio.....</i>	79
6.5.	ARIA E CLIMA .....	82
6.5.1.	<i>Caratteristiche.....</i>	82
6.5.2.	<i>Analisi degli impatti e delle misure in fase di cantiere.....</i>	89
6.5.3.	<i>Analisi degli impatti e delle misure in fase di esercizio.....</i>	91
6.6.	PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE .....	94
6.6.1.	<i>Aspetti generali .....</i>	94
6.6.2.	<i>percorsi panoramici e ambiti di percezione significativi.....</i>	96
6.6.1.	<i>Documentazione fotografica.....</i>	98

PROGETTAZIONE ATI:

6.6.2.	<i>Analisi degli impatti e misure in fase di cantiere</i>	105
6.6.1.	<i>Analisi degli impatti in fase di esercizio</i>	105
6.6.1.	<i>Misure in fase di esercizio</i>	107
<b>7.</b>	<b><u>ANALISI DELLO STATO DELL'AMBIENTE: AGENTI FISICI</u></b>	<b>114</b>
7.1.	RUMORE	114
7.1.1.	<i>Caratteristiche</i>	114
7.1.2.	<i>Analisi degli impatti e delle misure in fase di cantiere</i>	118
7.1.3.	<i>Analisi degli impatti e delle misure in fase di esercizio</i>	120
7.2.	VIBRAZIONI	122
7.3.	RADIAZIONI OTTICHE	123

## 1. INQUADRAMENTO GENERALE

### 1.1. IL PROGETTO: INQUADRAMENTO GENERALE

L'intervento in progetto è parte dell'itinerario Cagliari – Pula, individuato come variante all'attuale SS195 "Sulcitana". Tale corridoio si inserisce nel contesto viario della Sardegna meridionale, in special modo nella Città Metropolitana di Cagliari.

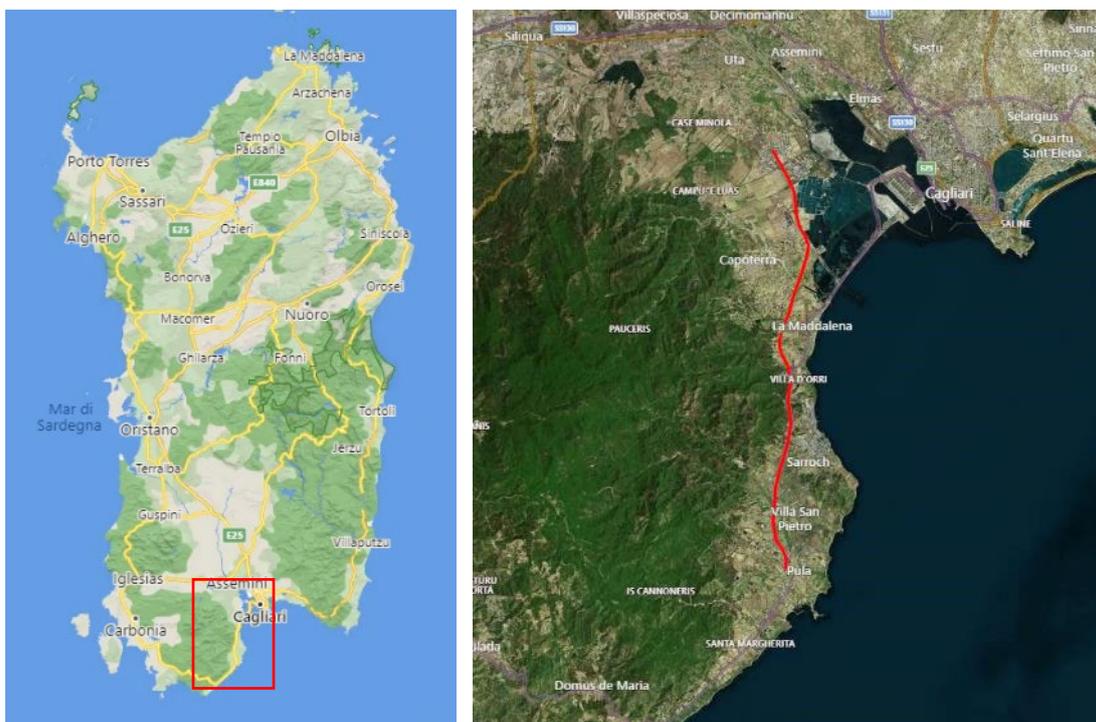


Figura 1.1: Inquadramento territoriale dell'area di intervento e dell'itinerario Cagliari - Pula

La finalità dell'opera è quella di migliorare il collegamento tra il capoluogo e i comuni del settore sud-occidentale.

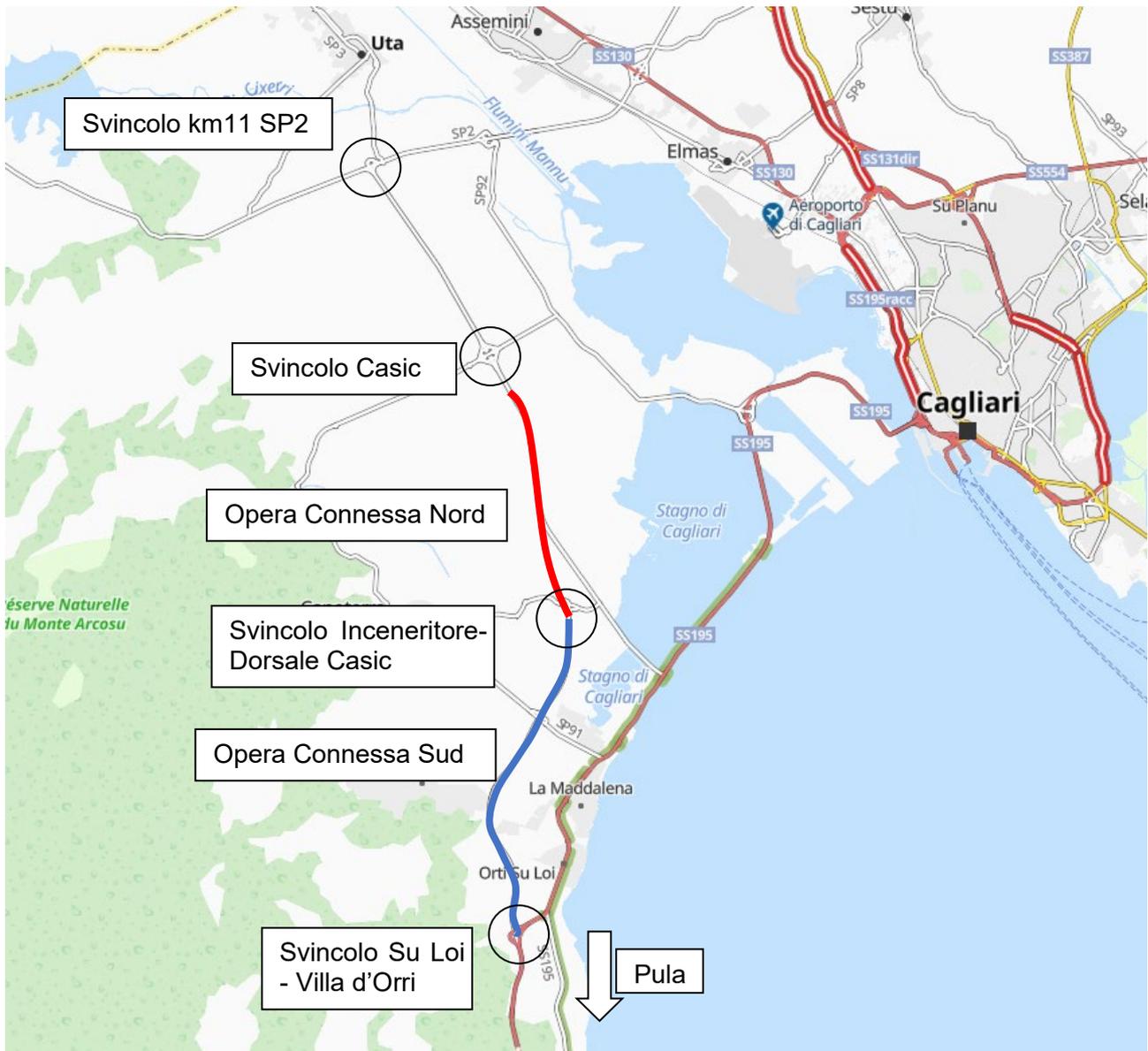
Il tracciato complessivo tra Cagliari e Pula si sviluppa su una lunghezza complessiva di circa 30 km, tra le città di Cagliari e Pula, e attraversa il territorio dei comuni di Cagliari, Assemini, Capoterra, Sarroch, Villa San Pietro e Pula.

Esso riveste primaria importanza per i flussi di traffico dei pendolari che effettuano spostamenti per lavoro tra i comuni sopra elencati e il capoluogo, per il traffico turistico che gravita lungo la costa e, infine, per il traffico pesante dei mezzi impegnati nel trasporto delle merci legate alle attività produttive presenti.

In questo contesto l'intervento oggetto del presente Progetto Definitivo costituisce il terminale a nord dell'intero corridoio, attualmente in parte realizzato e in fase di realizzazione.

L'infrastruttura prevede la creazione di un nuovo collegamento che parte dallo svincolo al km11 della SP2, percorre la Dorsale Casic in località Macchiareddu, si ricollega al lotto denominato "Opera Connessa SUD" (in fase di costruzione) in corrispondenza dello svincolo Inceneritore-Dorsale Casic e di qui arriva fino allo svincolo esistente Su Loi-Villa d'Orri e, attraverso il tracciato già realizzato, si collega alla SS195 nei pressi di Pula.

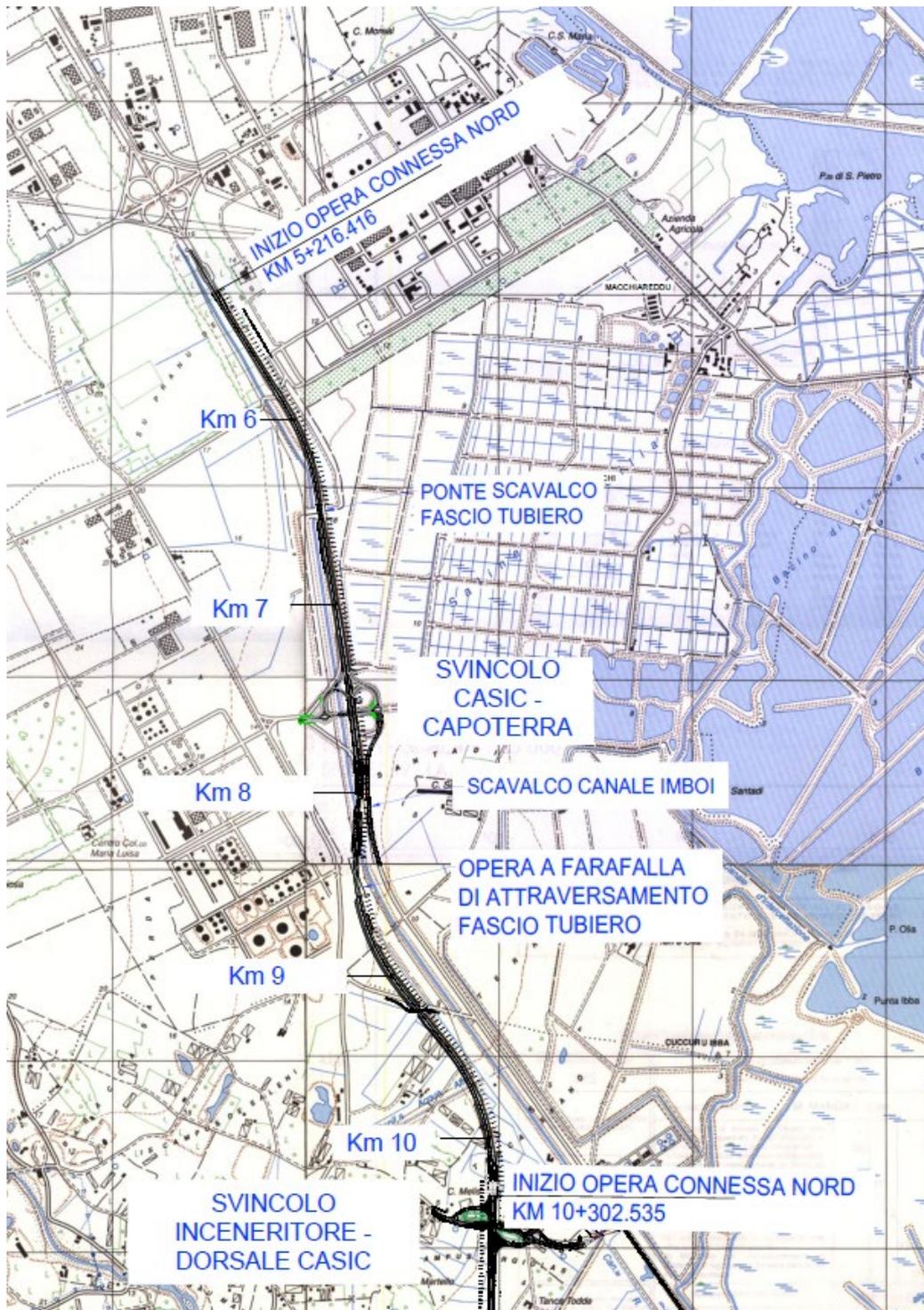
PROGETTAZIONE ATI:



Corografia di inquadramento Opera Connessa Nord

Entrando più nel dettaglio la strada in progetto lunga circa 5km prevede l'adeguamento della Dorsale Casic esistente ad una strada a sezione tipo B DM2001 partendo dalla fine del tratto a due corsie a sud dello Svincolo Casic, passando attraverso lo svincolo Casic-Capoterra e ricollegandosi al lotto denominato "Opera Connessa SUD" (in fase di costruzione) in corrispondenza dello svincolo Inceneritore-Dorsale Casic.

PROGETTAZIONE ATI:



Corografia Opera Connessa Nord

Il tracciato prevede l'adeguamento ad una sezione tipo B DM2001 di circa 5km di strada esistente, l'adeguamento dello svincolo Casic-Capoterra, la realizzazione sull'asse principale di un ponte per l'attraversamento del Fascio Tubiero, di un cavalcavia allo svincolo Casic-Capoterra, di n.4 ponti per l'attraversamento del Canale Imboi e la realizzazione di un sottopasso. L'opera più significativa del lotto è l'Opera a Farfalla di Scavalco del Fascio Tubiero alla pk8+336,00.

PROGETTAZIONE ATI:

## 1.2. ITER PROGETTUALE/APPROVATIVO PREGRESSO

Nel 1999 la Regione Autonoma della Sardegna ha bandito una gara per l'affidamento del servizio della progettazione preliminare e definitiva concernente la realizzazione della nuova S.S.195 "Sulcitana" nel tratto Cagliari-Pula, nel bando originario con viabilità CNR tipo III.

Il Progetto Preliminare è stato approvato in occasione della Conferenza dei servizi del 27 marzo 2002. L'entrata in vigore delle nuove norme D.M. 5.11.2001 "Norme Funzionali e Geometriche per la Costruzione delle Strade" ha determinato la necessità di adeguare il progetto ai nuovi criteri normativi. Per tale ragione l'ANAS – Compartimento della Viabilità per la Sardegna, ha promosso la redazione di un nuovo Progetto preliminare, dello Studio di Perfettibilità Ambientale, di Funzionalità Trasportistica e della Valutazione Costi/benefici, e, infine, del Progetto definitivo corredato dello Studio di Impatto Ambientale.

La documentazione progettuale suddetta è stata completata nel corso del 2004. Nel novembre dello stesso anno è stata avviata la procedura di Valutazione dell'Impatto Ambientale presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Il progetto presentato si sviluppava su una lunghezza di circa 30 km tra Cagliari e Pula con l'adozione di una sede stradale tipo B, in variante rispetto all'attuale SS 195.

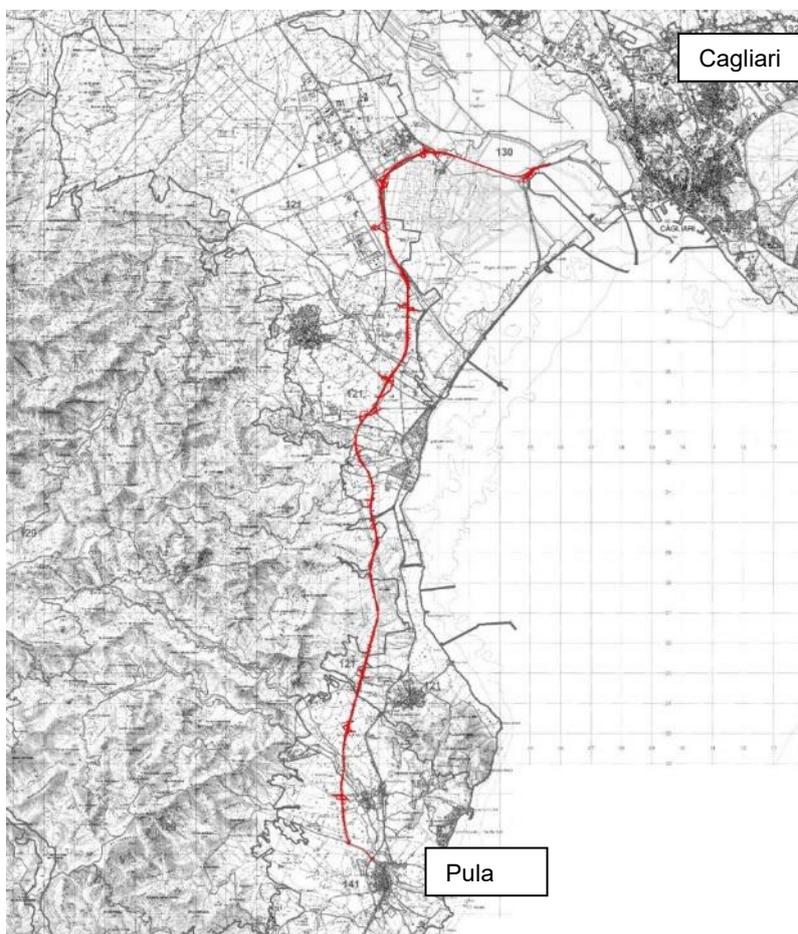


Figura 1.2: il tracciato del 2004 oggetto di procedura di VIA

Il tratto iniziale dell'intervento prevedeva un lungo viadotto per l'attraversamento dello Stagno di Cagliari per poi portarsi sull'esistente asse stradale a servizio dell'area industriale, denominato "Dorsale CASIC". Questo tratto era potenzialmente in grado di produrre incidenze sulle aree della Rete Natura 200 afferenti alla zona dello stagno e delle saline; per tale ragione, nel 2005 ANAS decideva di stralciarlo dall'intervento. Con parere del 30/03/2007 (Prot. DSA-DAC-2007-0000259)

PROGETTAZIONE ATI:

per l'intervento così ridefinito veniva espresso parere positivo circa la compatibilità ambientale con specifiche prescrizioni per la successiva fase di progettazione esecutiva.

In sintesi il progetto approvato nel 2007 prendeva inizio dalla progressiva al km 5+216 del precedente progetto, "inizio opera connessa innesto verso nord", per poi proseguire con l'adeguamento della viabilità verso Sud-Ovest di collegamento con la SS 195 e il successivo intervento di potenziamento della Statale, parte in adeguamento e parte in nuova sede, fino al km 30+000 c.ca.

Il suddetto tracciato risultava successivamente suddiviso in tre lotti e due opere di connessione a nord e a sud in relazione ai finanziamenti disponibili, e più precisamente:

- L'Opera Connessa Nord, dalla prog. al km 5+216 del progetto originario del 2004 fino al km 10+300 (oggetto del presente studio), all'interno dei comuni di Assemini e Capoterra;
- Lotto 1, prevalentemente in nuova sede, dalla fine dell'OCN al km 18+350 della S.S.195 "Sulcitana", all'interno dei comuni di Capoterra e Sarroch;
- Lotto 2, dal km 18+350 al km 23+900 della S.S.195 "Sulcitana", prevalentemente in adeguamento di una strada consortile preesistente all'interno del comune di Sarroch;
- Lotto 3, dal km 23+900 della S.S.195 "Sulcitana" al km 30+000 circa, all'altezza della rotonda di accesso all'abitato di Pula (Via Diaz), parte in adeguamento dell'esistente e parte in nuova sede all'interno dei comuni di Sarroch, Villa San Pietro e Pula;
- L'Opera Connessa Sud, che collega la nuova viabilità con la ex. SS 195.



**Figura 1.3: Suddivisione in lotti dell'itinerario Cagliari - Pula**

Con tale configurazione l'intervento è stato inserito nel Contratto di Programma 2016-2020 tra Anas e Ministero delle Infra-strutture e dei Trasporti, approvato con Delibere CIPE 25/2016 e 54/2016.

Attualmente il Lotto 3 risulta realizzato, mentre il Lotto 1 è in corso di ultimazione.

Il lotto 2 è stato oggetto di nuova progettazione definitiva nel 2020 ed è stato nuovamente sottoposto a procedura di VIA, conclusa nel 2021.

PROGETTAZIONE ATI:

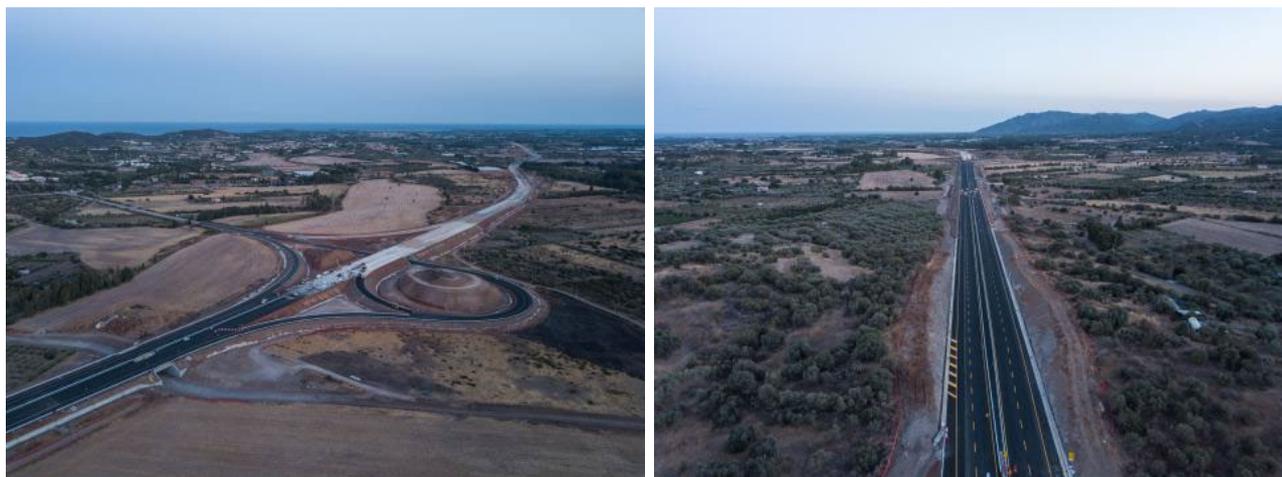


Figura 1.4: Tratti della Cagliari – Pula realizzati o in fase di realizzazione (Fonte: ANAS)

### 1.3. ITER APPROVATIVO ATTUALE

Da quanto sopra riepilogato e descritto si evince come il progetto del tratto in argomento, inserito all'interno dell'intero itinerario Cagliari – Pula, sia stato già sottoposto a conferenza dei servizi e procedura di VIA di livello statale e abbia già ottenuto la relativa dichiarazione di compatibilità ambientale con prescrizioni nel 2007.

In considerazione del tempo trascorso sia dalla progettazione definitiva del 2004 sia dall'istruttoria VIA, ANAS S.p.A. ha stabilito di procedere alla rielaborazione del progetto definitivo dell'intervento e del relativo studio di impatto ambientale sulla base di dati topografici, territoriali e ambientali più aggiornati, ai fini dell'avvio di una nuova procedura approvativa.

Dal punto di vista normativo si fa riferimento al Testo unico ambientale D.lgs. 152/06 e s.m.i. così come in ultimo modificato dal D.lgs. 104/17. Il testo unico, infatti disciplina le principali procedure in termini di valutazioni ambientali (con particolare riferimento alla Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) ed alla Verifica di Assoggettabilità alla VIA (VA)) e individua la tipologia e le classi dimensionali degli interventi che devono essere sottoposti alle procedure di valutazione ambientale, nonché l'ente competente alla valutazione.

L'intervento in progetto è classificato come strada extraurbana principale e come tale riconducibile all'elenco di cui all'Allegato II - Progetti di competenza statale, punto 6. Secondo quanto disposto dall'articolo 6, comma 7, lettera a, il progetto pertanto è sottoposto a procedura di VIA di competenza statale.

### 1.4. STRUTTURA E ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Il SIA è stato redatto in coerenza con le "Linee Guida SNPA, 28/2020 - Valutazione di impatto ambientale. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale".

Il SIA contiene pertanto:

- La definizione e descrizione dell'opera e l'analisi delle motivazioni e delle coerenze
- L'analisi dello stato dell'ambiente (Scenario di base);
- La descrizione della soluzione progettuale scelta per la realizzazione dell'opera;
- L'analisi della compatibilità dell'opera e degli impatti in fase di cantiere e di esercizio;
- La descrizione delle mitigazioni e compensazioni ambientali
- Il Progetto di monitoraggio ambientale (PMA).
- La presente Sintesi non tecnica

PROGETTAZIONE ATI:

## 2. STUDIO DELLE ALTERNATIVE DI TRACCIATO

L'Opera Connessa Nord nel tracciato originario redatto dalla RAS, a partire dallo svincolo a quadrifoglio presente presso la località Macchiareddu, si discosta, anche se di pochi metri, dall'attuale sede della Dorsale Consortile per innestarsi sull'esistente svincolo "Casic – Capoterra". Su tale svincolo è prevista una rampa in affiancamento all'esistente e l'adeguamento ed il miglioramento dello svincolo mediante la realizzazione di una rotatoria. Dopo lo svincolo è previsto l'ampliamento dell'attuale sede stradale; inoltre, per assicurare la continuità della Dorsale Consortile esistente, è prevista anche la realizzazione, in affiancamento, di una complanare che, per circa 1,5 km, porta la sezione stradale ad una larghezza totale di 33,25 m. Infine, il tracciato, con un'ampia curva destrorsa, si collega allo svincolo "Inceneritore Casic – Dorsale Consortile", in fase di realizzazione, terminando con un tratto in rettilineo di circa 500 m.

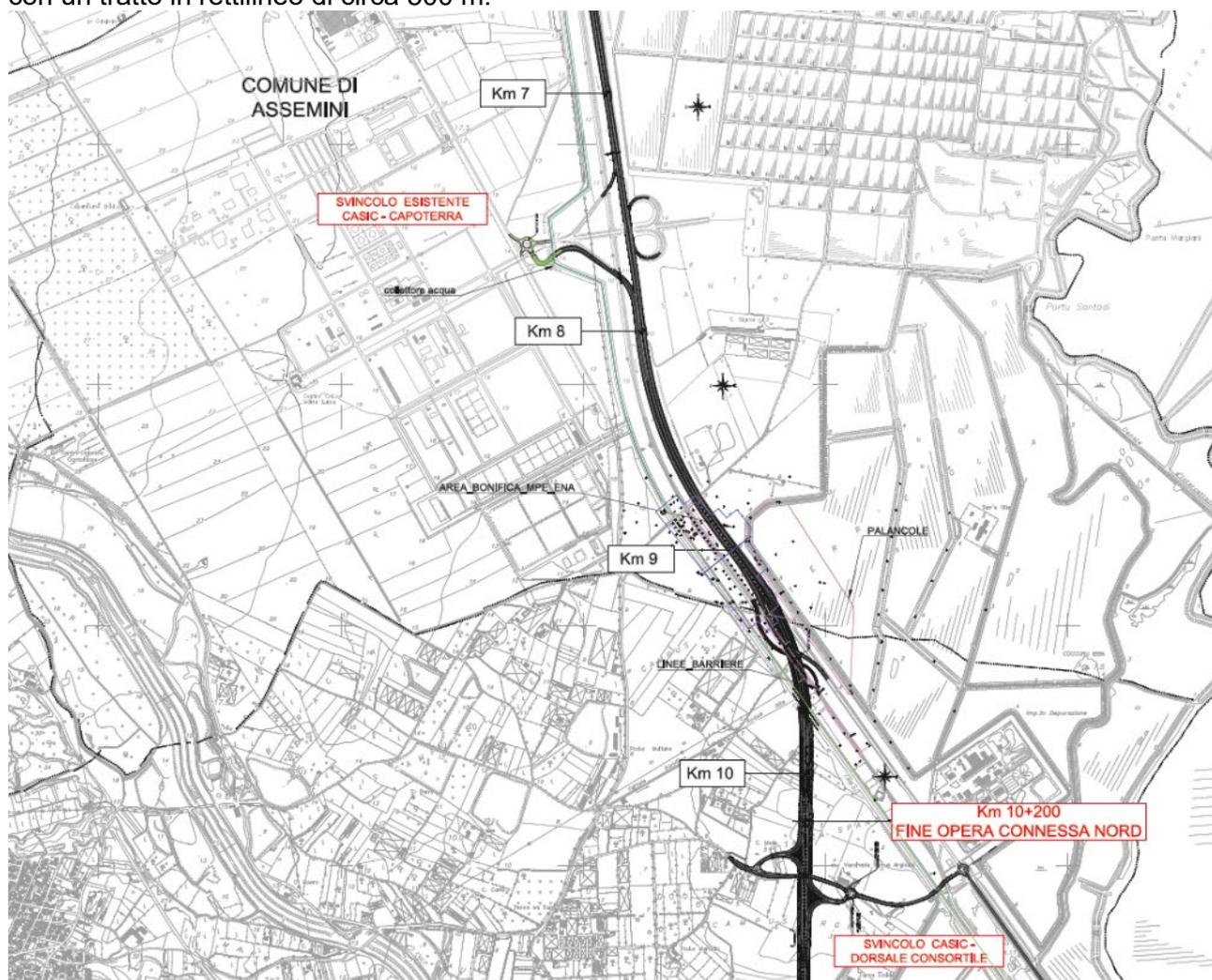


Figura 2.1: Variante 0 - Tracciato della RAS – interferenza con area di bonifica MPE\_ENA

Come si vede dalla planimetria mostrata sopra riportata (Variante 0 - Tracciato RAS) nella quale è stata sovrapposta anche l'area oggetto di bonifica, la parte terminale dell'intervento originario interferisce fortemente con le operazioni di bonifica.

Nel corso degli incontri tenutisi all'interno del tavolo tecnico-operativo tra RAS (Assessorato ai Lavori Pubblici), Città Metropolitana di Cagliari, ANAS S.p.A., Syndial e CACIP, svolti da novembre 2018 a giugno 2019, Anas ha presentato 6 varianti al progetto originario commissionato dalla Regione

PROGETTAZIONE ATI:

Sardegna, valutati di volta in volta dagli enti presenti al tavolo tecnico-operativo, come di seguito definite e riportate negli stralci successivi:

- Variante 1: tracciato coincidente con il tracciato 0 con inserimento di un viadotto per il superamento dell'area Is Campus interessata dagli interventi di MISE/bonifica;
- Variante 1 bis (con "sfiocco"): tracciato con separazione delle due carreggiate;
- Variante 2 Rev: percorso esterno all'Area CACIP sul lato ovest dell'attuale strada consortile, con approfondimento del metodo per l'attraversamento del fascio tubiero (realizzazione di un tunnel artificiale a farfalla di circa 200 m), deviazione del Canale IMBOI e scavalco stradale;
- Variante 3: percorso esterno all'Area CACIP sul lato est dell'attuale strada consortile con viadotto di scavalco del fascio tubiero.

PROGETTAZIONE ATI:

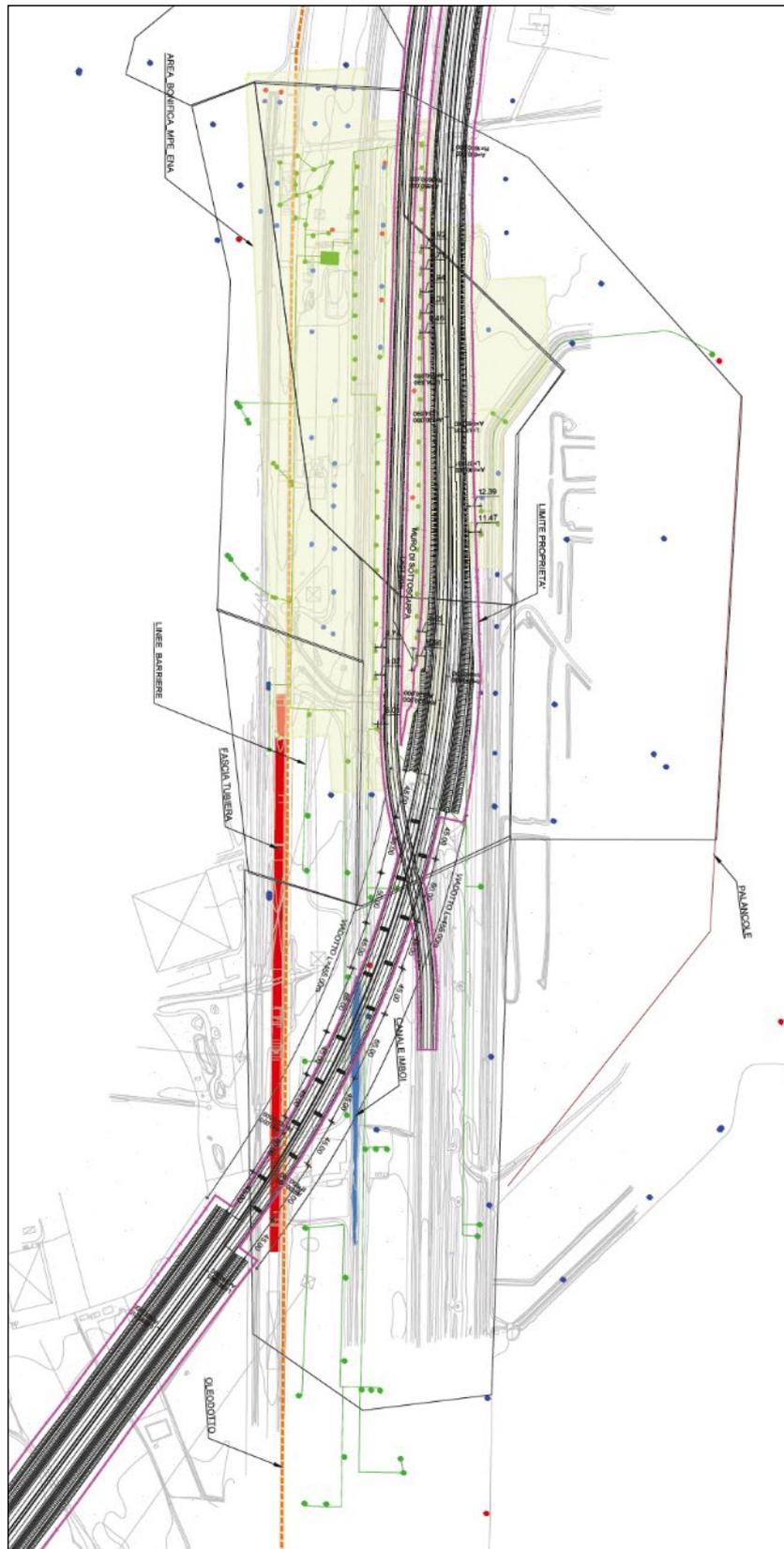


Figura 2.2: Variante 1 – Tracciato della RAS con viadotto per superare l'area di bonifica

PROGETTAZIONE ATI:



**Figura 2.3: Variante 1 bis (con "sfiocco") - tracciato con separazione delle due carreggiate**

PROGETTAZIONE ATI:





Figura 2.5: Variante 3: percorso esterno all'Area CACIP sul lato est dell'attuale strada consortile con viadotto di scavalco del fascio tubiero

PROGETTAZIONE ATI:

**A conclusione degli approfondimenti condotti del tavolo tecnico-operativo è stata privilegiata la Variante 2 rev che è risultata essere quella preferibile in quanto è ampiamente limitata l'interferenza tra il nuovo tracciato e gli interventi in essere per l'area Is Campus.**

PROGETTAZIONE ATI:

### 3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

#### 3.1. TRACCIATO DI PROGETTO

Il nuovo tratto di viabilità in oggetto interessa i Comuni di Assemmini (CA) e Capoterra (CA), ha uno sviluppo complessivo di 5 km e si configura come un intervento di adeguamento della Dorsale Casic esistente ad una strada a sezione tipo B D.M. 05.11.2001.

Il tracciato ha inizio al km 5+216.416 subito a valle dello svincolo che attualmente connette la Strada Provinciale n.1 con la Strada Consortile Macchiareddu e termina al km 10+302.535 dove si congiunge all' *Opera Connessa Sud* (in fase di costruzione) in corrispondenza dello svincolo Inceneritore-Dorsale Casic.

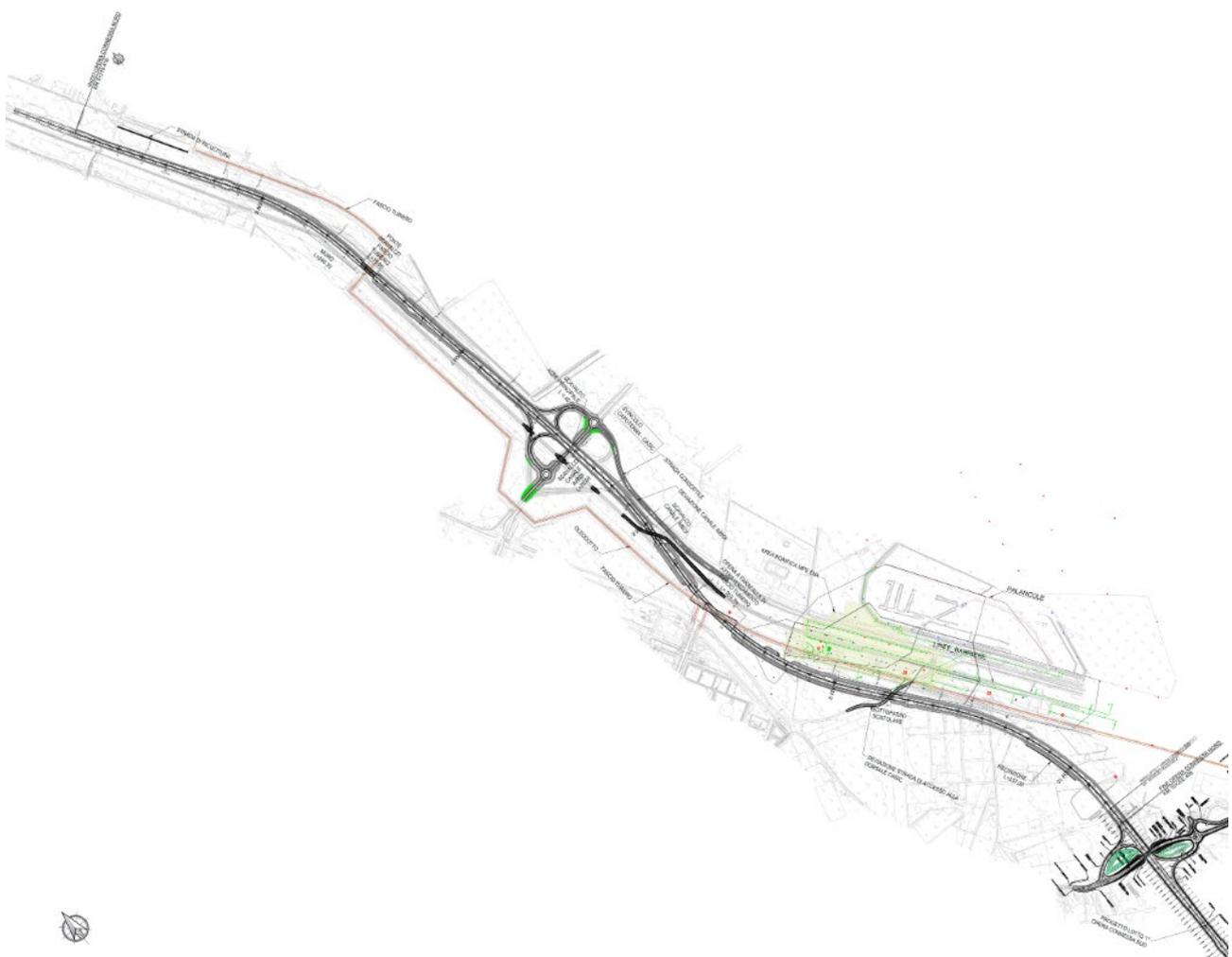


Figura 3.1: Stralcio Planimetria d'insieme *Opera Connessa Nord*

Nel tratto di allaccio allo svincolo esistente la piattaforma è stata opportunamente dimensionata in modo da garantire, a seguito della realizzazione del nuovo asse in progetto, il ripristino delle esistenti corsie specializzate nel rispetto di quanto prescritto dal D.M. 19.04.2006 in termini di sviluppi previsti

PROGETTAZIONE ATI:

per le corsie dell'asse principale in diversione, nel caso della carreggiata in direzione Nord, in immissione nel caso della carreggiata in direzione Sud. In questo caso, inoltre si provvederà alla chiusura dei piazzali attualmente presenti lungo il ciglio esterno delle due carreggiate, tramite l'istallazione di barriere di sicurezza.

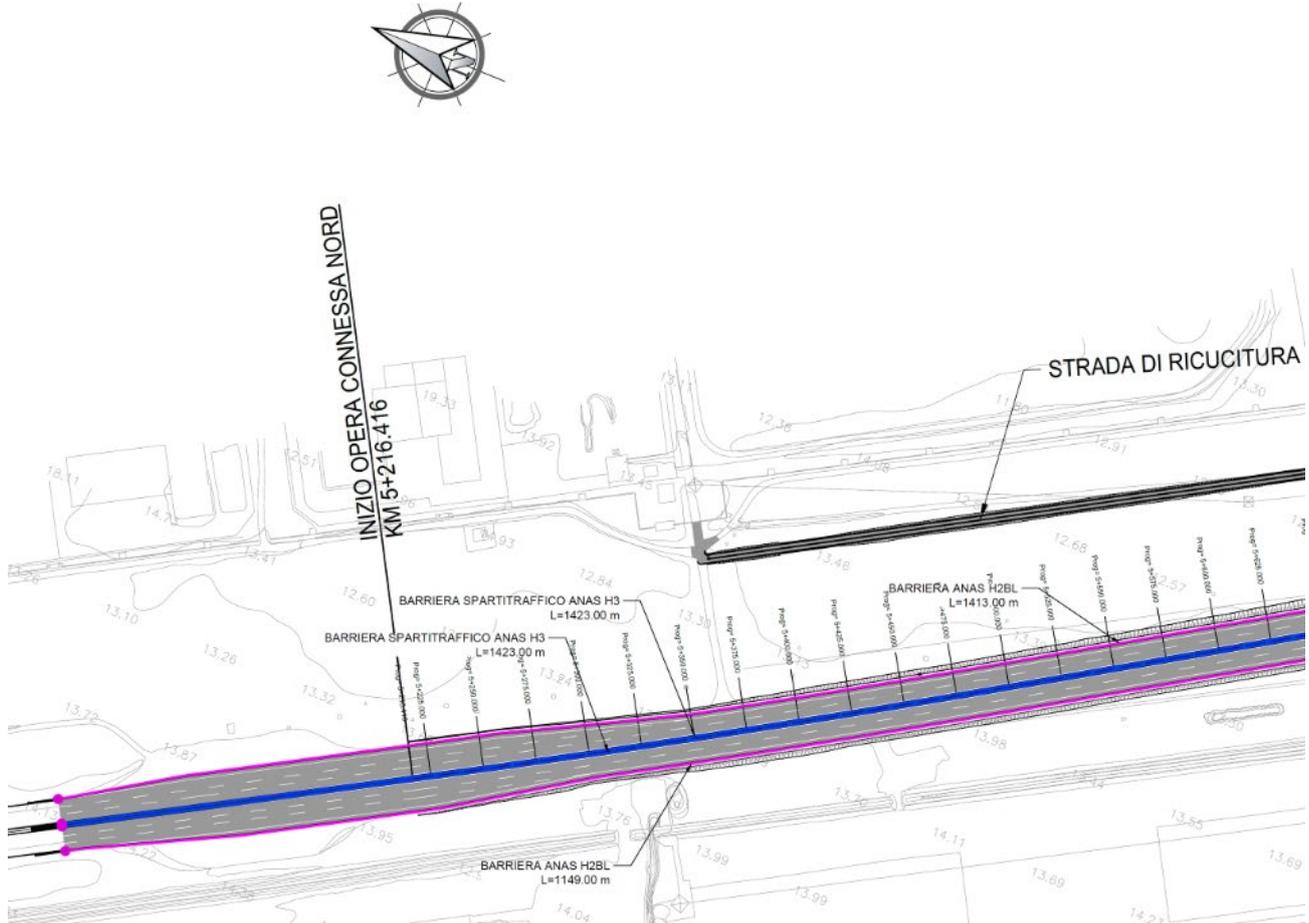


Figura 3.2: Stralcio Sistemazione corsie specializzate e piazzali esistenti (Planimetria barriere di sicurezza dal km 5+216 al km 6+900)

### 3.1.1. GEOMETRIA ASSE PRINCIPALE

Il tracciato dell'asse principale ha inizio sull'esistente Strada Consortile Macchiareddu al km 5+216.416 posto subito a valle dello svincolo a quadrifoglio che attualmente ne consente la connessione con la S.P. 1", dopodiché si sviluppa in direzione Sud e termina al km 10+302.535 in corrispondenza dell'inizio dell'Opera Connessa Sud.

Il tracciato abbandona gradualmente la viabilità esistente tramite una prima curva sinistrorsa di ampio raggio, pari a 7500m per poi piegare verso destra con una curva di raggio pari a 1250m; il tracciato avanza secondo una sequenza di quattro rettili raccordati da tre curve circolari concordi di raggio pari a 7500m e 1800m, dopodiché prosegue secondo un flesso costituito da due curve discordi di raggio pari a 1100m e infine si allaccia all'Opera Connessa Sud.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali convessi e concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al -1.36%, mentre i raggi minimi sono pari a R=10000.00m (concavo in raccordo all'esistente Strada Consortile), R=7000m (concavo) e R=12000m (convesso).

PROGETTAZIONE ATI:

Lungo il tracciato sono presenti le seguenti opere d'arte principali:

**n. 7 Opere di Scavalco:**

*Asse Principale*

"Ponte Scavalco Fascio Tubiero":	L = 70m;
"Scavalco Canale IMBOI":	L = 25m;
"Opera a Farfalla Attraversamento Fascio Tubiero":	L = 205.50m;

*Rampa A Sv. Casic- Capoterra*

"Ponte scavalco canale IMBOI":	L = 25m;
--------------------------------	----------

*Rampa B Sv. Casic- Capoterra*

"Ponte scavalco canale IMBOI":	L = 20.50m;
--------------------------------	-------------

*Asse Cavalcavia Sv. Casic- Capoterra*

"Ponte scavalco canale IMBOI":	L = 26m;
--------------------------------	----------

*Asse Cavalcavia Sv. Casic- Capoterra*

"Scavalco Asse Principale":	L = 40m.
-----------------------------	----------

**n. 1 Scatolare:**

*Deviazione strada di accesso alla Dorsale Casic*

"Sottopasso scatolare":	L = 38m.
-------------------------	----------

**3.2. SVINCOLI**

L'intervento in oggetto prevede anche la modifica dello schema funzionale dell'attuale **svincolo Casic-Capoterra**, tramite la realizzazione di nuove rampe che consentiranno alle correnti veicolari circolanti sull'asse principale di immettersi o uscire dallo stesso; a queste si aggiungono l'**Asse Cavalcavia** di connessione tra le due nuove rotatorie di progetto e il **Rampa E** afferente alla nuova Rotatoria 1 costituente invece l'allaccio alla viabilità esistente.

Nello specifico, le rampe in progetto sono come di seguito denominate:

- **Rampa A** di tipo semidiretta, consentirà la diversione dei veicoli dall'asse principale;
- **Rampa B** di tipo indiretta, consentirà l'immissione dei veicoli sull'asse principale;
- **Rampa C** di tipo indiretta, consentirà la diversione dei veicoli dall'asse principale;
- **Rampa D** di tipo semidiretta, consentirà l'immissione dei veicoli sull'asse principale;
- **Ramo Bidirezionale 1**, consentirà l'ingresso delle correnti del *Rampa A* e l'uscita di quelle del *Rampa B* dalla Rotatoria 1;
- **Ramo Bidirezionale 2**, consentirà l'ingresso delle correnti del *Rampa C* e l'uscita di quelle del *Rampa D* dalla Rotatoria 2.

Lo schema funzionale dello svincolo è completato dalla realizzazione di n.2 rotatorie convenzionali collegate tra loro dal nuovo cavalcavia che consentirà lo scavalco dell'asse principale al km 7+575 circa, ovvero nel tratto in cui è stato necessario prevederne l'innalzamento delle quote di progetto, in accordo con i risultati derivanti dagli studi idrologici e idraulici condotti sull'area d'intervento.

Nello specifico, le rotatorie in progetto sono come di seguito denominate:

PROGETTAZIONE ATI:

- **Rotatoria 1**, ubicata sul lato Ovest dello svincolo Casic - Capoterra, avente diametro esterno pari a 40,00m e composta da n.3 rami di convergenza bidirezionali;
- **Rotatoria 2**, ubicata sul lato Est dello svincolo Casic - Capoterra, avente diametro esterno pari a 40,00m e composta da n.3 rami di convergenza bidirezionali;

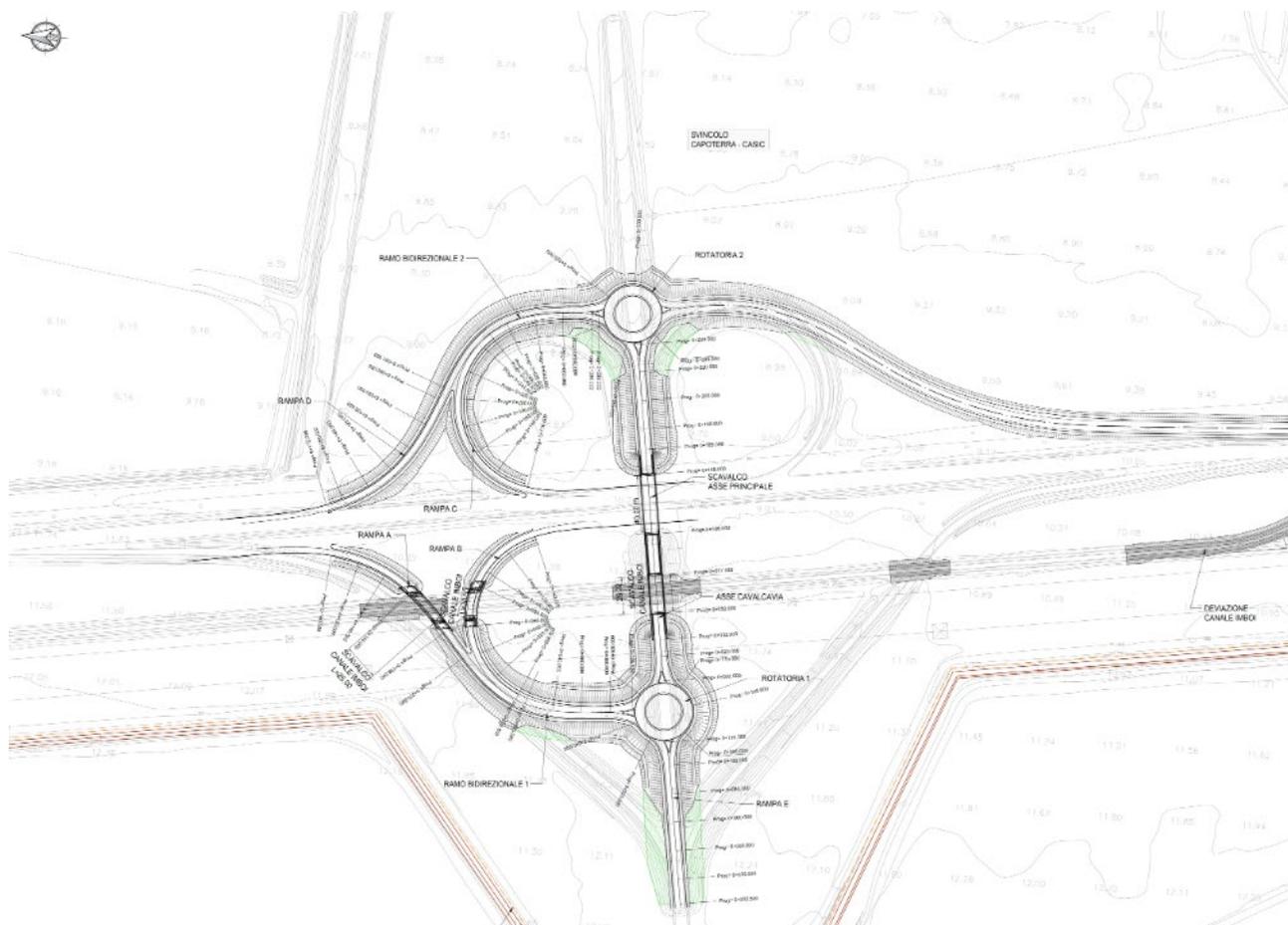


Figura 3.3: Svincolo Casic – Capoterra, Opera Connessa Nord

Il ramo Sud della *Rotatoria 2* rappresenta il tratto finale della sistemazione in variante della *Dorsale Consortile* della quale si prevede la deviazione per un tratto di circa 826m, al fine di lasciar spazio al nuovo asse principale; dal km 7+575 circa, ovvero il tratto a monte dello Svincolo Casic -Capoterra, l'esistente strada consortile sarà "sostituita" dal nuovo asse principale il cui tracciato è previsto su "nuova sede" con l'adozione di sezione stradale propria di una "*Strada extraurbana principale*" (Tipo B), a fronte di quella che invece attualmente caratterizza l'esistente strada consortile, riconducibile ad una "*Strada extraurbana secondaria*" (tipo C).

### 3.2.1. GEOMETRIA SVINCOLO CASIC – CAPOTERRA

Come anticipato lo **svincolo Casic – Capoterra** sarà costituito dalle rampe come di seguito denominate:

- **Rampa A**: si tratta di una rampa di tipo semidiretta che consentirà la diversione dei veicoli dall'asse principale verso il *Ramo Bidirezionale 1* e la *Rotatoria 1*. L'asse si sviluppa per 268m prevedendo

PROGETTAZIONE ATI:

un rettilineo iniziale seguito da un flesso asimmetrico tra due curve discordi di raggio pari a 300m e 68.34m (curva di allaccio al *Ramo Bidirezionale 1*).

Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali convessi e concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al 5.85%, mentre i raggi minimi sono pari a R=1250m (concavo) e R=1700m (convesso);

- **Rampa B:** si tratta di una rampa di tipo indiretta che consentirà l'immissione dei veicoli sull'asse principale. L'asse si sviluppa per 256m e risulta costituito da una curva circolare iniziale di raggio pari a 64.07m seguita da un rettilineo finale di allaccio all'asse principale.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al -4.77%, mentre il raggio minimo concavo è pari a R=1050m;

- **Rampa C:** si tratta di una rampa di tipo indiretta che consentirà la diversione dei veicoli dall'asse principale verso il *Ramo Bidirezionale 2* e la *Rotatoria 2*. L'asse si sviluppa per 249m e risulta costituito da un rettilineo iniziale di allaccio all'asse principale seguito da una curva circolare di raggio pari a 59.00m.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al -3.00%, mentre il raggio minimo concavo è pari a R=1000m;

- **Rampa D:** si tratta di una rampa di tipo semidiretta che consentirà l'immissione dei veicoli sull'asse principale. L'asse si sviluppa per 245m e risulta costituito da un flesso asimmetrico iniziale tra due curve circolari discordi di raggio pari a 67.59m (curva di allaccio al *Ramo Bidirezionale 2*) e 100m dopodiché termina con un rettilineo di allaccio all'asse principale.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al -2.63%, mentre il raggio concavo minimo è pari a R=1500m;

- **Ramo Bidirezionale 1:** si tratta dell'asse che consentirà l'uscita dei veicoli dalla *Rotatoria 1* verso la *Rampa B* e l'entrata dei veicoli provenienti dalla *Rampa A* sulla *Rotatoria 1*. L'asse si sviluppa per 101m e risulta costituito da una curva circolare di allaccio alle *Rampe A* e *B* di raggio pari a 64.07m seguita da un rettilineo di innesto sulla *Rotatoria 1*.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di due livellette e un raccordo verticale convesso; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al 4.47%, mentre il raggio convesso minimo è pari a R=1600m;

- **Ramo Bidirezionale 2:** si tratta dell'asse che consentirà l'uscita dei veicoli dalla *Rotatoria 2* verso la *Rampa D* e l'entrata dei veicoli provenienti dalla *Rampa C* sulla *Rotatoria 2*. L'asse si sviluppa per 95m e risulta costituito da una curva circolare di allaccio alle *Rampe C* e *D* di raggio pari a 63.27m seguita da un rettilineo di innesto sulla *Rotatoria 2*.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di due livellette e un raccordo verticale convesso; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al 2.8%, mentre il raggio convesso minimo è pari a R=2000m;

- **Rampa E:** si tratta del ramo Ovest afferente alla nuova Rotatoria 1 costituente invece l'allaccio alla viabilità esistente. L'asse si sviluppa per 119m e risulta costituito da un unico rettilineo.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali convessi e concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al 4.50%, mentre i raggi minimi sono pari a R=800m (concavo) e R=1000m (convesso);

PROGETTAZIONE ATI:

- **Asse Cavalcavia:** si tratta del ramo di scavalco dell'asse principale costituente la connessione tra le due nuove rotonde di progetto (*Rotatoria 1* e *2*). L'asse si sviluppa per 244m e risulta costituito da un unico rettilineo.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali convessi e concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al -5.50%, mentre i raggi minimi sono pari a R=650m (concavo) e R=1100m (convesso).

Come già detto lo schema funzionale dello svincolo è completato dalla realizzazione di n.2 rotonde convenzionali denominate:

- **Rotatoria 1**, ubicata sul lato Ovest dello svincolo Casic - Capoterra, avente diametro esterno pari a 40,00m e composta da n.3 rami di convergenza bidirezionali;
- **Rotatoria 2**, ubicata sul lato Est dello svincolo Casic - Capoterra, avente diametro esterno pari a 40,00m e composta da n.3 rami di convergenza bidirezionali;

### 3.3. VIABILITÀ SECONDARIA E OPERE INTERFERENTI

L'intervento in oggetto prevede infine la sistemazione in variante dell'attuale Strada Consortile Macchiareddu per uno sviluppo complessivo di 826m al fine di permettere l'inserimento del nuovo asse principale di progetto (asse denominato **Complanare Casic "Dorsale Consortile"**) e il ripristino dell'esistente viabilità secondaria interferita dalla realizzazione della nuova infrastruttura (asse denominato **Strada di accesso alla "Dorsale Consortile"**).

#### 3.3.1. GEOMETRIA COMPLANARE CASIC "DORSALE CONSORTILE"

La *Complanare Casic "Dorsale Consortile"* rappresenta la sistemazione in variante dell'attuale Strada Consortile Macchiareddu al fine di permettere l'inserimento del nuovo asse principale di progetto. L'asse si sviluppa per 826m e si snoda a partire dalla nuova rotonda di progetto, denominata *Rotatoria 1*, realizzando un primo flesso asimmetrico tra le due curve circolari discordi di raggio pari a 150m e 280m, dopodiché il tracciato continua con una sequenza di due rettilineo raccordati da una curva circolare di raggio pari a 742m riallacciandosi alla viabilità esistente.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali convessi e concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al -3.50%, mentre i raggi minimi sono pari a R=2000.00m (concavo in raccordo all'esistente Strada Consortile), R=2500m (concavo) e R=1200m (convesso).

#### 3.3.2. GEOMETRIA STRADA DI ACCESSO ALLA DORSALE CONSORTILE

La *Strada di accesso alla "Dorsale Consortile"* rappresenta la ricucitura dell'esistente viabilità secondaria interferita dalla realizzazione della nuova infrastruttura. Il tracciato si sviluppa per 300m e risulta costituito da un primo flesso asimmetrico tra le due curve circolari discordi di raggio pari a 140m e 64m, dopodiché il tracciato continua con una sequenza di due rettilineo raccordati da una curva circolare di raggio pari a 140m.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali convessi e concavi; il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al 3.36%, mentre i raggi minimi sono pari a R=800m (concavo) e R=650m (convesso in raccordo alla viabilità esistente).

### 3.4. SEZIONI TIPO

L'infrastruttura è stata progettata in conformità alle vigenti "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", D.M. 5 Novembre 2001, con riferimento alla sezione tipo B "strade extraurbane principali" per quanto riguarda l'asse principale, alla sezione tipo C2 "strade extraurbane secondarie" per quanto riguarda la Dorsale Consortile CASIC, alla sezione tipo F2 "strade locali extraurbane" per quanto riguarda la strada di accesso alla dorsale consortile CASIC e, infine, con

PROGETTAZIONE ATI:

riferimento alle indicazioni contenute nelle “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”, D.M. 19 Aprile 2006, per quanto riguarda le rampe dello svincolo.

Tuttavia va ricordato che l'intervento in progetto costituisce un adeguamento della viabilità esistente, in quanto interessa un tratto di strada molto ridotto e risulta fortemente vincolato sia dalle infrastrutture esistenti che dalla presenza di un'ampia area soggetta a bonifica.

Nel testo allegato alla norma D.M. 05/11/2001, al cap. 1 si evidenzia che “interventi su strade esistenti vanno eseguiti adeguando alle presenti norme (D.M. 05/11/2001), per quanto possibile, le caratteristiche geometriche delle stesse, in modo da soddisfare nella maniera migliore le esigenze della circolazione.”

Il progetto dell'intervento ha tenuto conto del D.M. 05/11/2001 nei termini previsti nel successivo D.M. 22/04/2004, e cioè che “le presenti norme (D.M. 05/11/2001) si applicano per la costruzione di nuovi tronchi stradali e sono di riferimento per l'adeguamento delle strade esistenti, in attesa dell'emanazione per esse di una specifica normativa”.

Come citato dal D.M 19/04/2006 art.2 “nel caso di interventi di adeguamento di intersezioni esistenti le norme allegate costituiscono il riferimento cui la progettazione deve tendere”.

Poiché ad oggi non sono state emanate ufficialmente normative cogenti per l'adeguamento delle strade esistenti, il criterio seguito per il progetto degli interventi di adeguamento è stato quello di integrare, qualora risulti strettamente necessario, le prescrizioni del D.M. 05/11/2001 con l'adozione di criteri di flessibilità, al fine di garantire una progettazione compatibile con il contesto (territoriale e progettuale) nell'ambito del quale si colloca l'intervento.

### 3.4.1. ASSE PRINCIPALE

La sezione stradale dell'asse principale si compone di doppia carreggiata separata da spartitraffico di larghezza minima pari a 2,50m; ogni carreggiata comprende due corsie da 3,75m, banchina laterale interna minima da 0,50m ed esterna da 1,75m, per una larghezza complessiva minima della singola carreggiata pari a 9,75m. Nei tratti in sede naturale gli elementi marginali sono costituiti, in rilevato, da un arginello da 2,00m e in trincea da una cunetta alla francese da 1,00m.

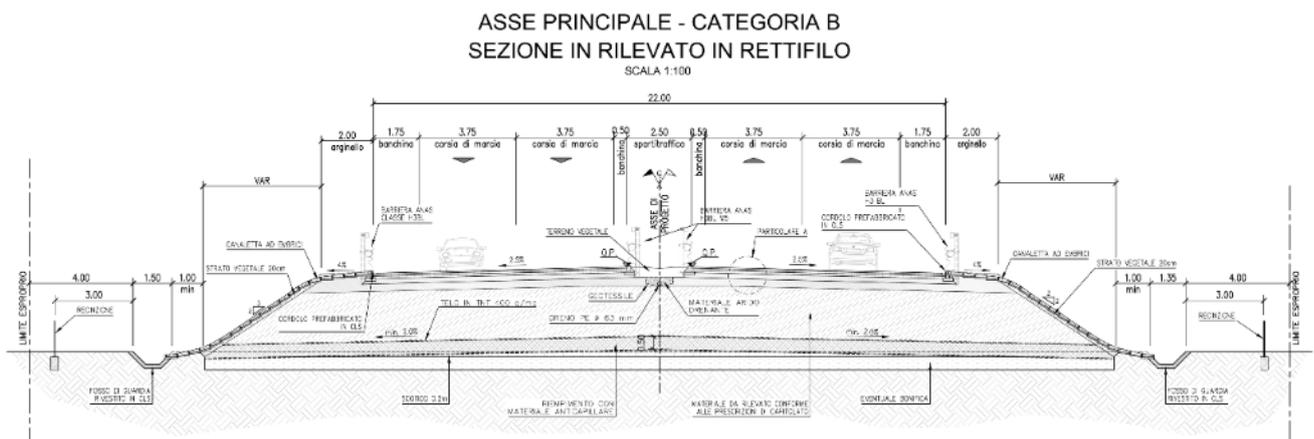


Figura 3.4: Sezione tipo in rilevato dell'asse principale

PROGETTAZIONE ATI:

ASSE PRINCIPALE - CATEGORIA B  
SEZIONE IN SCAVO IN RETTIFILO

SCALA 1:100

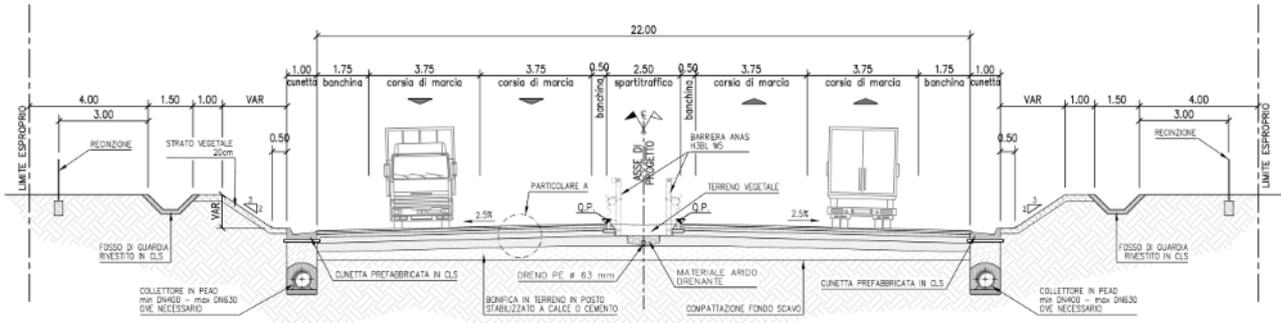


Figura 3.5: Sezione tipo in trincea dell'asse principale

In rettilifo la sezione stradale è sagomata a doppia falda, con pendenza trasversale del 2.5% per lo smaltimento delle acque meteoriche. In curva la pendenza trasversale, dipendente dalla velocità di progetto, è stata ricavata utilizzando l'abaco di normativa. Il passaggio graduale da una pendenza ad un'altra avviene lungo le curve di raccordo.

Lungo la carreggiata in direzione Sud nel tratto in approccio allo svincolo Inceneritore – Casic della Dorsale Consortile, al fine di garantire adeguate condizioni di visibilità per il cambio corsia dei veicoli in uscita dall'asse principale, si prevede la realizzazione di un allargamento del ciglio destro della corsia di diversione tramite la realizzazione di un rilevato con scarpata di pendenza ridotta 1/4 senza l'installazione di barriera di sicurezza, in grado di garantire uno spazio libero da ostacoli alla visibilità pari ad almeno 15m.

ASSE PRINCIPALE - CATEGORIA B  
SEZIONE IN RILEVATO CON ALLARGAMENTO ESTERNO PER VISIBILITA'

SCALA 1:100

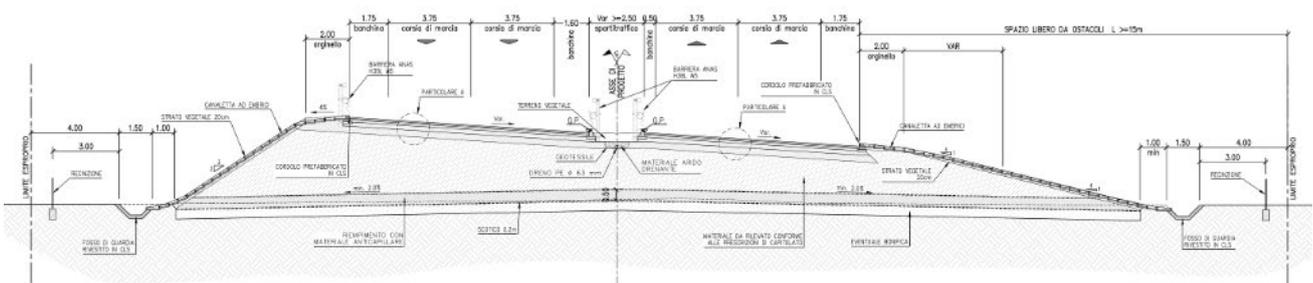


Figura 3.6: Sezione tipo in rilevato dell'asse principale con corsia di diversione e allargamento per visibilità

Ad eccezione del rilevato di cui sopra, per le scarpate dei rilevati e delle trincee è prevista una pendenza 2/3 e rivestimento con terra vegetale per uno spessore di 20 cm; inoltre per i rilevati si prevede eventuale banca intermedia dopo 5,00m di altezza dall'arginello, in caso di altezze superiori a 6,00m.

PROGETTAZIONE ATI:

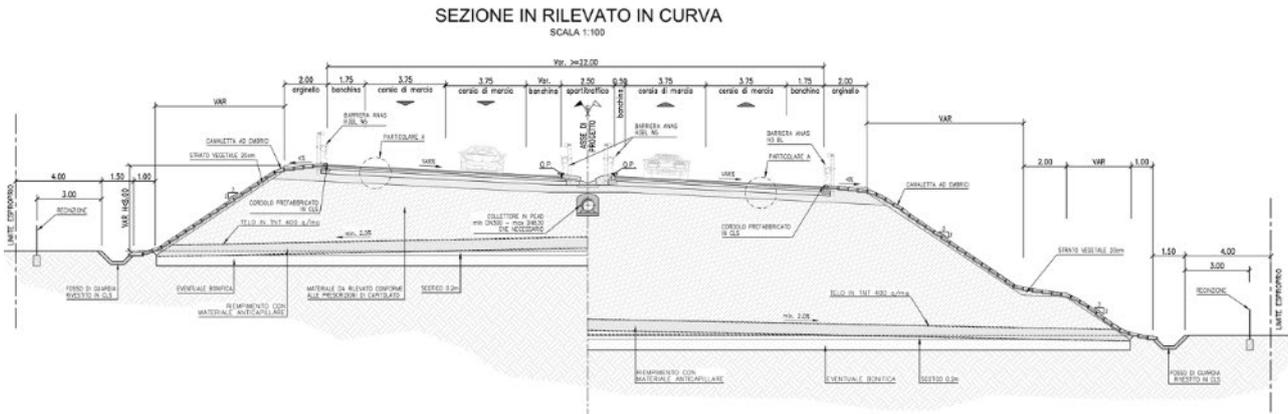


Figura 3.7: Sezione tipo in rilevato dell’asse principale con banche intermedie laterali

La dove l’asse principale incontra il fascio tubiero dell’oleodotto se ne prevede lo scavalco tramite opera di attraversamento a farfalla.

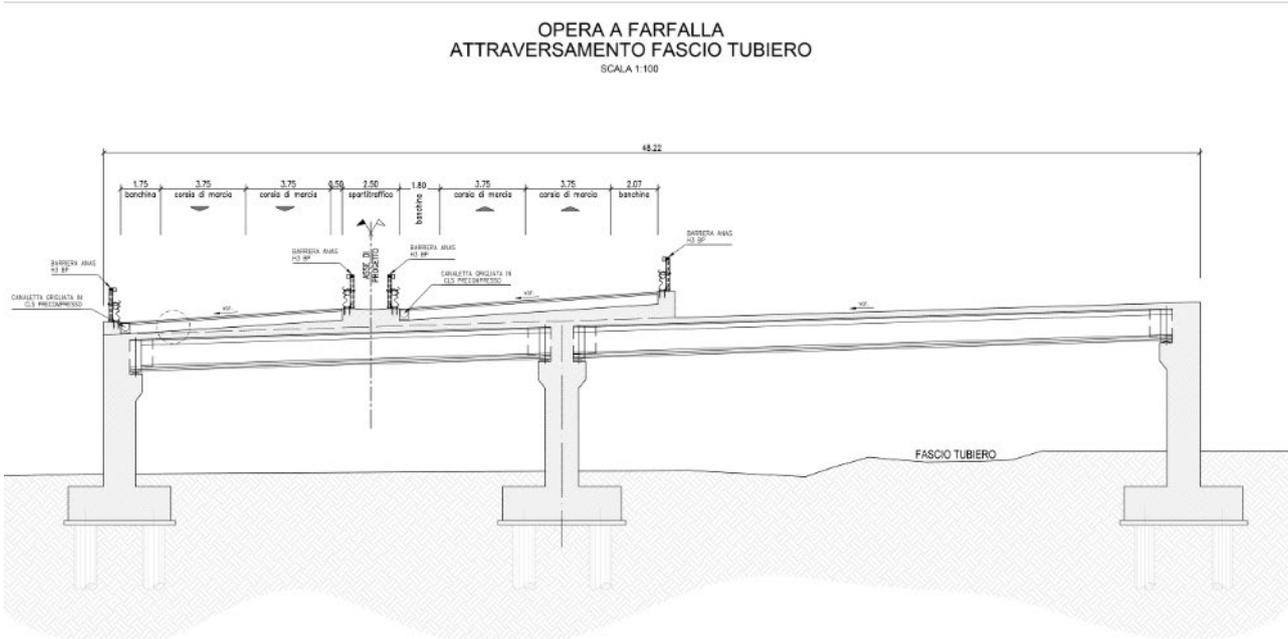


Figura 3.8: Sezione tipo dell’asse principale su opera di attraversamento

### 3.4.2. SVINCOLO ESISTENTE CASIC – CAPOTERRA

#### RAMPE

Il progetto prevede la realizzazione di rampe monodirezionali e rampe bidirezionali con una corsia per senso di marcia.

Per le **rampe monodirezionali** si prevede una sezione tipo composta da una corsia di larghezza pari a 4,00 m e banchine laterali di larghezza pari a 1,00 m ciascuna, sagomata a falda unica con una pendenza in rettilineo del 2.5% per agevolare lo scorrimento delle acque meteoriche.

PROGETTAZIONE ATI:

In rilevato gli elementi marginali sono costituiti da arginelli erbosi, di larghezza pari a 2,00 m, delimitati da un cordolo in conglomerato cementizio. La conformazione delle scarpate, rivestite con terra vegetale per uno spessore di 20 cm, ha una pendenza del 2/3.

RAMPA MONODIREZIONALE IN RILEVATO  
RAMO A - B - C - D

SCALA 1:100

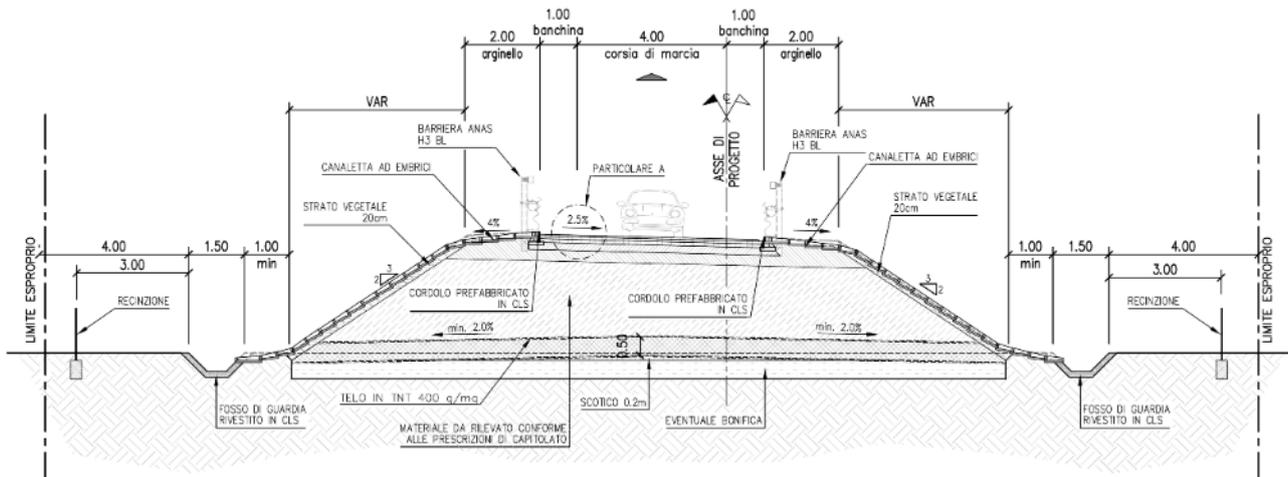


Figura 3.9: Sezione tipo rampa monodirezionale

Per le **rampe bidirezionali** si prevede una sezione tipo composta da due corsie, una per ogni senso di marcia, di larghezza pari a 3,50m e banchine laterali di larghezza pari a 1,00 m ciascuna, sagomata a doppia falda con una pendenza del 2.5% in rettilo e in curva per consentire lo scorrimento delle acque meteoriche.

In rilevato gli elementi marginali sono costituiti da arginelli erbosi, di larghezza pari a 2,00 m, delimitati da un cordolo in conglomerato cementizio. La conformazione delle scarpate, rivestite con terra vegetale per uno spessore di 20 cm, ha una pendenza del 2/3.

RAMPA BIDIREZIONALE IN RILEVATO  
RAMO E - CAVALCAVIA - BIDIREZIONALE 1 - 2

SCALA 1:100

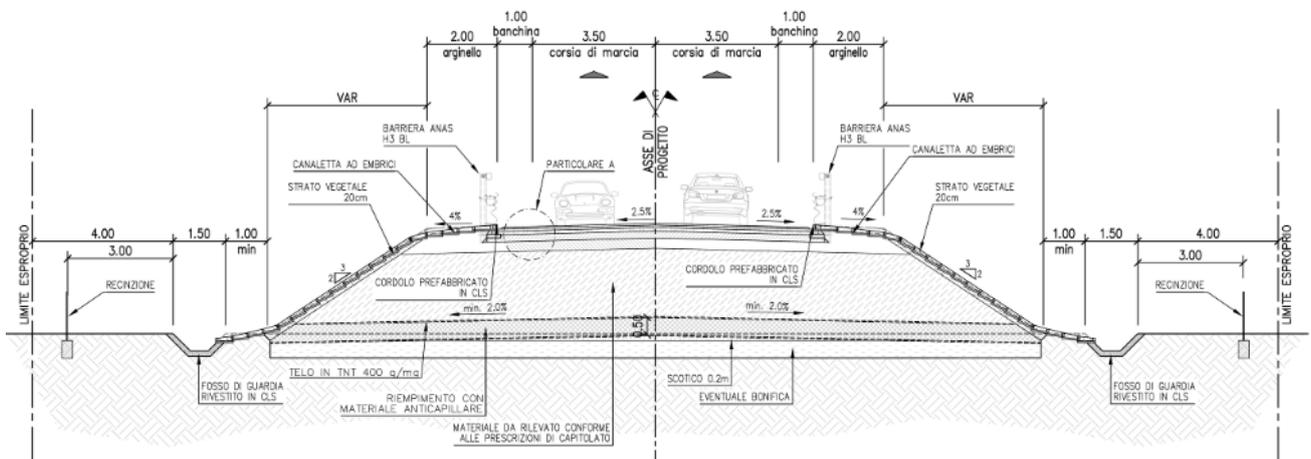


Figura 3.10: Sezione tipo rampa Bidirezionale

PROGETTAZIONE ATI:

In alcuni tratti delle viabilità denominate *Ramo E, Asse Cavalcavia, Ramo Bidirezionale 1 e 2* dello svincolo CASIC – Capoterra si prevede l'ammorsamento sul rilevato esistente.

L'ammorsamento sui rilevati esistenti sarà realizzato tramite la sagomatura a gradoni orizzontali del terreno del corpo del rilevato sul quale verrà addossato il nuovo materiale, adottando le necessarie cautele volte a garantirne la stabilità.

L'operazione di gradonatura sarà preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale a protezione del rilevato esistente; ogni gradone (di altezza massima 50 cm) seguirà la stesa del corrispondente nuovo strato di analoga altezza ed il suo costipamento, mantenendo nel contempo l'eventuale viabilità sul rilevato esistente.

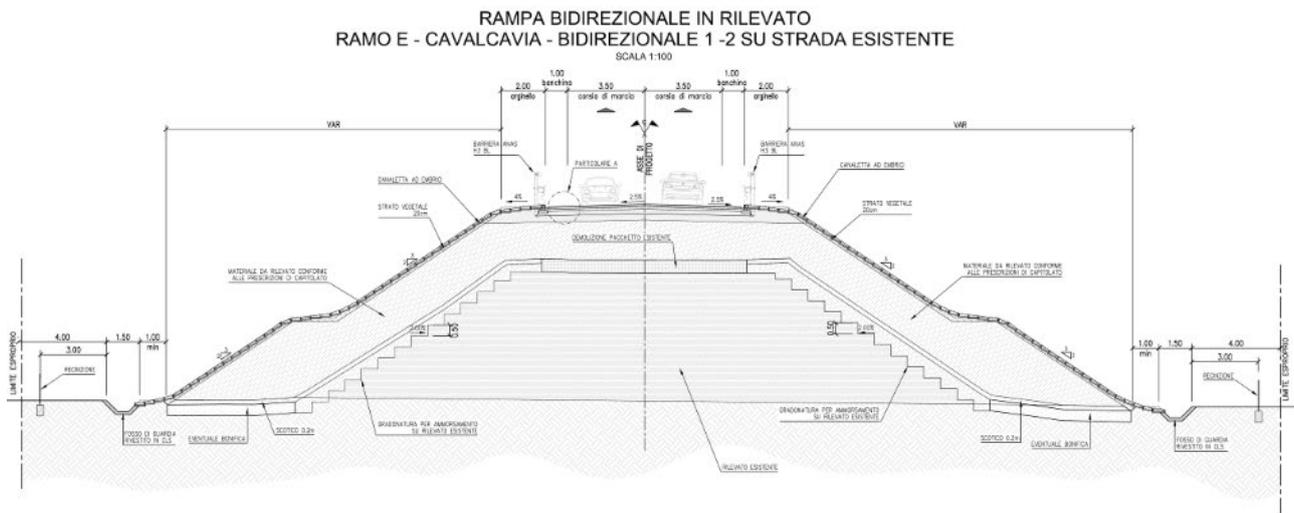


Figura 3.11: Sezione tipo rampa Bidirezionale con ammorsamento su rilevato esistente

### ROTATORIE

Per le nuove rotatorie si prevede un anello giratorio di larghezza pari a 6,00m, banchina esterna da 1,00m e interna da 1,50m; gli elementi marginali e le scarpate previste all'esterno della rotatoria saranno analoghe a quelle previste per i rami in ingresso, ovvero arginelli erbosi di larghezza pari a 2,00m delimitati da un cordolo in conglomerato cementizio e scarpate conformate con pendenza 2/3 e banca intermedia dopo 5,00m di altezza, rivestite con terra vegetale per uno spessore di 20cm dall'arginello, in caso di altezze superiori a 6 m.

Entrambe le rotatorie in progetto saranno ammorsate sul rilevato dell'attuale S.P.1; l'ammorsamento sui rilevati esistenti sarà realizzato tramite la sagomatura a gradoni orizzontali del terreno del corpo del rilevato sul quale verrà addossato il nuovo materiale, adottando le necessarie cautele volte a garantirne la stabilità.

L'operazione di gradonatura sarà preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale a protezione del rilevato esistente; ogni gradone (di altezza massima 50 cm) seguirà la stesa del corrispondente nuovo strato di analoga altezza ed il suo costipamento, mantenendo nel contempo l'eventuale viabilità sul rilevato esistente.

PROGETTAZIONE ATI:

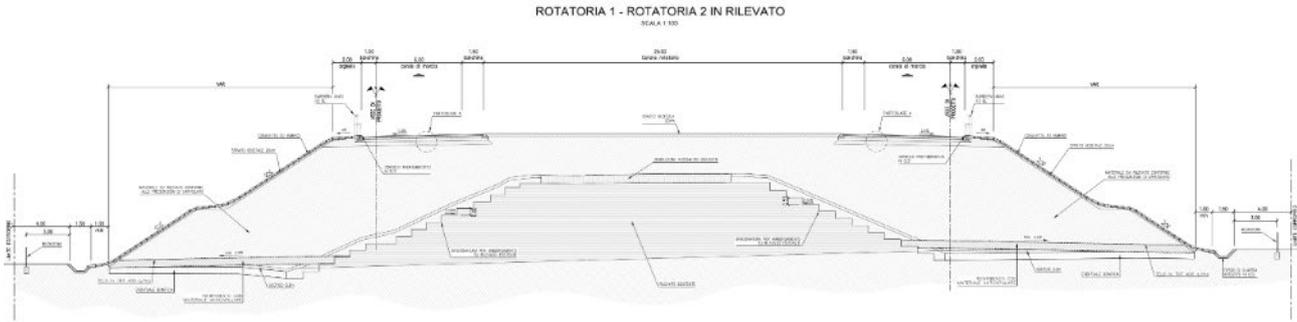


Figura 3.12: Sezione tipo Rotatorie 1 e 2

### 3.4.3. VIABILITÀ SECONDARIA E OPERE INTERFERENTI

#### COMPLANARE CASIC “DORSALE CONSORTILE”

La sezione stradale dell’asse secondario in oggetto prevede un’unica carreggiata da 9,50m composta da due corsie da 3,50m affiancate da banchine da 1,25m. Nei tratti in rilevato che si sviluppano in sede naturale gli elementi marginali sono costituiti da un arginello da 2,00m delimitati da un cordolo in conglomerato cementizio.

La conformazione delle scarpate, rivestite con terra vegetale per uno spessore di 20 cm, ha una pendenza del 2/3.

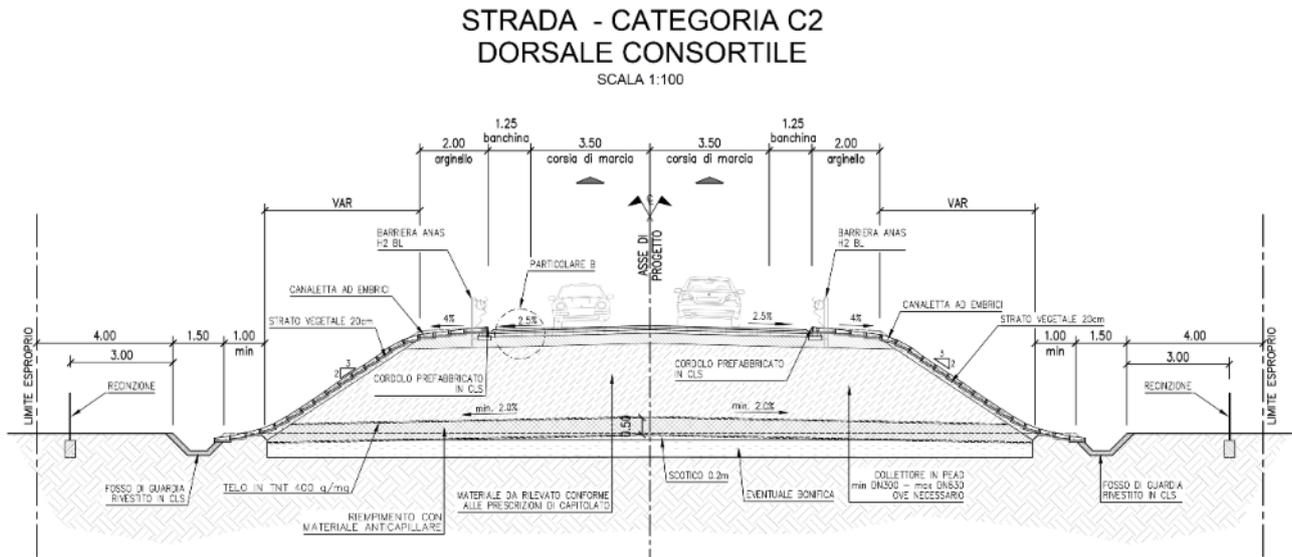


Figura 3.13: Sezione tipo in rilevato dell’asse secondario - Complanare Casic “Dorsale Consortile”

PROGETTAZIONE ATI:

**STRADA DI ACCESSO ALLA DORSALE CONSORTILE CASIC**

La sezione stradale dell'asse secondario in oggetto prevede un'unica carreggiata da 8,50m composta da due corsie da 3,25m affiancate da banchine da 1,00m. Nei tratti che si sviluppano in sede naturale gli elementi marginali sono costituiti da un arginello da 2,00m in rilevato e da cunetta alla francese da 1,00m in trincea.

**STRADA ACCESSO - CATEGORIA F2 - IN RILEVATO**

SCALA 1:100

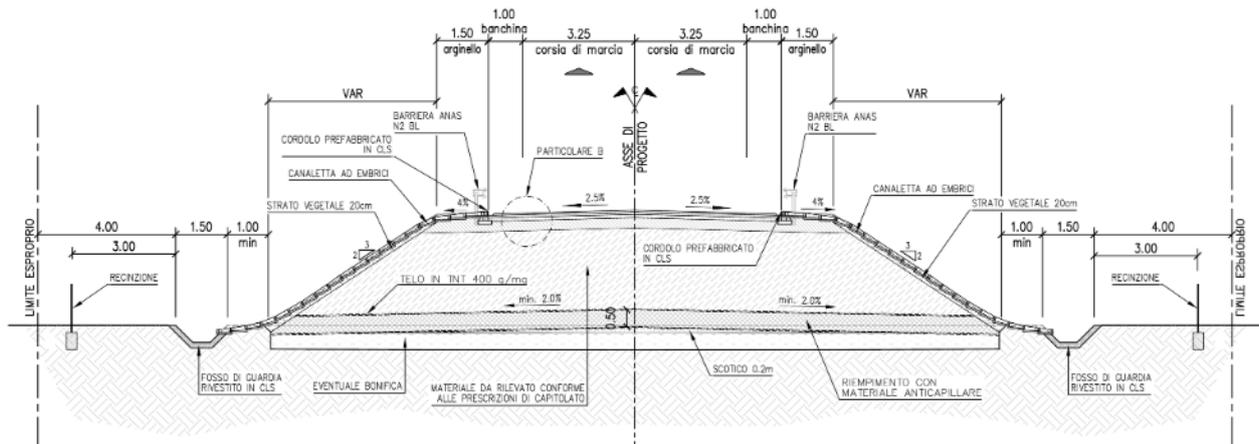


Figura 3.14: Sezione tipo in rilevato dell'asse secondario – Strada di Accesso alla Dorsale Consortile CASIC

Per le scarpate dei rilevati e delle trincee, rivestite con terra vegetale per uno spessore di 20 cm, è prevista una pendenza 2/3.

Laddove la Strada di Accesso alla dorsale consortile CASIC incontra l'asse principale si prevede la realizzazione di un sottovia scatolare per consentirne l'attraversamento.

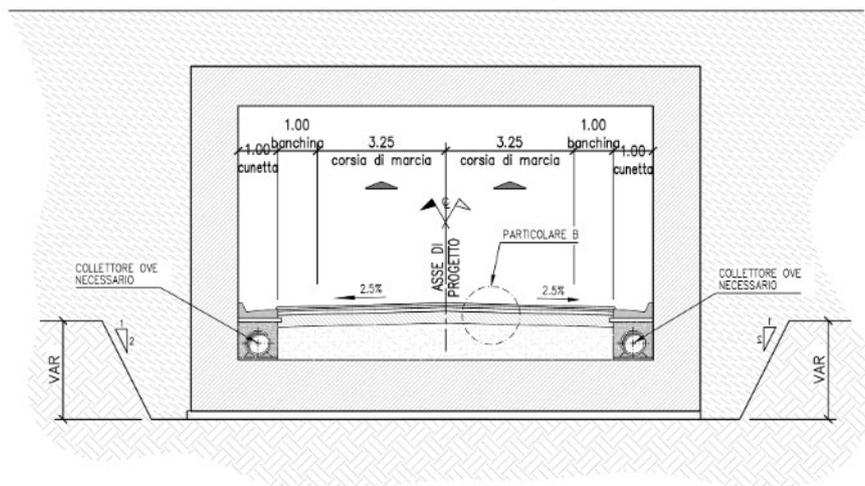


Figura 3.15: Sezione tipo in sottovia asse secondario – Strada di Accesso alla Dorsale Consortile CASIC

PROGETTAZIONE ATI:

### 3.5. OPERE D'ARTE MAGGIORI

Il progetto e la verifica delle strutture di tutte le opere d'arte descritte ai seguenti paragrafi sono state progettate secondo la vigente normativa tecnica D.M. 17.01.2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni" e Circolare n° 7 del 21/01/2019 Istruzioni per l'applicazione dell'"Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. del 17/01/2018.

Sono state altresì adoperate le normative generali europee (Eurocodici, Norme UNI) e normative applicative specifiche relative alla tipologia strutturale adottata.

La definizione dei livelli prestazionale delle opere, oltre che con riferimento a criteri di resistenza e stabilità è stata valutata anche in riferimento alla durabilità delle opere attraverso una attenta analisi delle caratteristiche ambientali del luogo che hanno richiesto una specifica progettazione delle classi di esposizione (classe minima di resistenza agli attacchi atmosferici) e resistenza (classe minima di resistenza) dei calcestruzzi delle opere d'arte, sia delle elevazioni che delle fondazioni.

#### 3.5.1. SCAVALCO FASCIA TUBIERA ALLA PROG. 8+366.00

L'opera consente lo scavalco della fascia tubiera esistente da parte dell'asse principale di viabilità di progetto.

Sebbene l'opera si configuri continua nello sviluppo planimetrico si può di fatto distinguere in due diverse parti principali che lungo l'asse del tracciato si intrecciano tra di loro. Nella fattispecie si individua una parte destinata alla viabilità superiore della SS195 ed una parte a copertura del fascio tubiero in quota terreno.

Sono previste aperture nelle pareti laterali per consentire le confluenze delle tubazioni secondarie al fascio tubiero principale.

La larghezza dell'opera è variabile. In corrispondenza degli imbocchi si ha la massima larghezza della struttura pari a circa 50m su due campate, mentre nella zona centrale ove le precedenti definite parti si uniscono la larghezza è pari a circa 26m.

La lunghezza totale dell'opera è pari a circa 205m

L'opera si compone, oltre alle fondazioni di pareti in elevazione in c.a. ed un impalcato di copertura realizzato per la quasi totalità con travi in c.a.p. e porzioni di solettone alleggerito. Con riferimento alla porzione carrabile, l'impalcato oggetto di studio presenta una complessiva di 24.68m.

La sezione longitudinale della carreggiata è riportata nella seguente Figura 3.21.

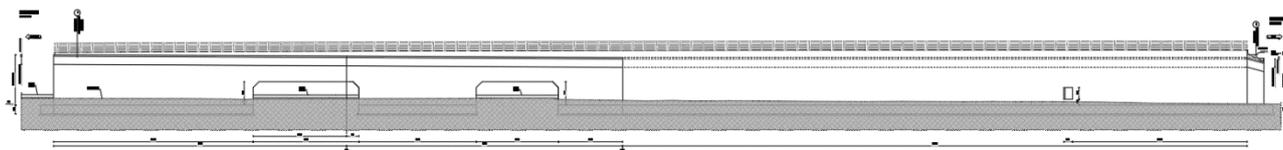


Figura 3.16: Vista longitudinale E – E

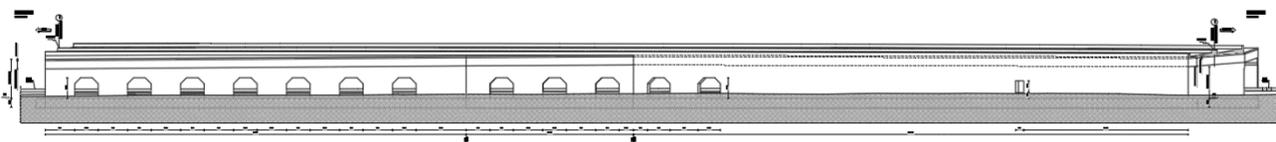


Figura 3.17: Vista longitudinale F – F

La geometria della sezione trasversale dell'impalcato è riportata nelle immagini seguenti:

PROGETTAZIONE ATI:

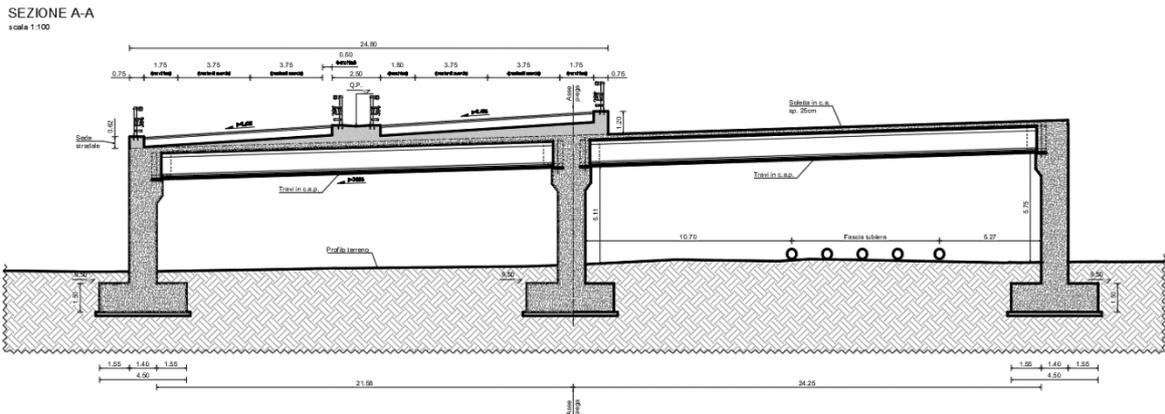


Figura 3.18: Sezione A-A trasversale opera

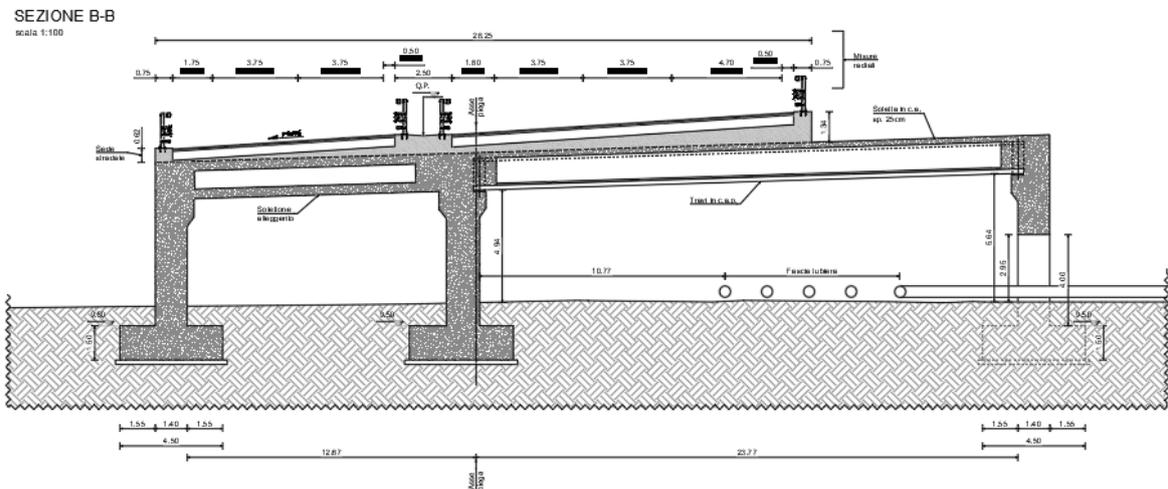


Figura 3.19: Sezione B-B trasversale opera

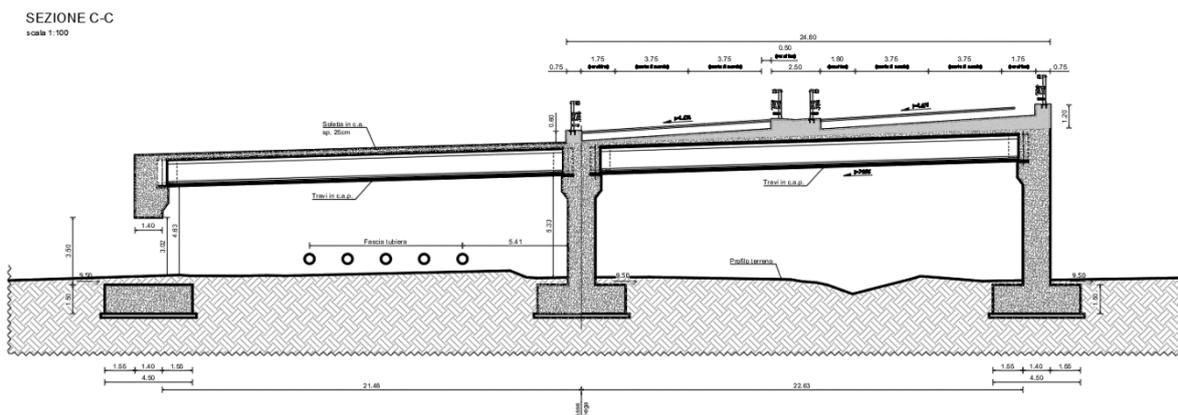


Figura 3.20: Sezione C-C trasversale opera

Le fondazioni sono del tipo diretto su terreno consolidato da interventi jet grouting.  
Le travi sono varate dal basso. Per la protezione del fascio tubiero in fase di realizzazione è previsto impiego di cassero metallico mobile.

PROGETTAZIONE ATI:

### 3.5.2. PONTI

#### 3.5.2.1. Ponte scavalco fascio tubiero alla prog. 6+749.00

L'opera si rende necessaria allo scavalco della fascia tubiera al km 6+750 che intercetta ortogonalmente l'asse di progetto principale.

Sulla base della conformazione del territorio e dell'assenza di ulteriori interferenze la scelta del nuovo viadotto è ricaduta su un'opera che si sviluppa su 3 campate per una lunghezza complessiva di 70m, con struttura a travi in c.a.p.

Il viadotto, a doppia carreggiata, è composto da impalcati indipendenti distanziati da un varco di 1m. di larghezza 11.25m ognuno.

Le sottostrutture sono composte da 2 pile a setto (una per ciascun impalcato) mentre le fondazioni sono del tipo indiretto plinti su pali. Le spalle sono in c.a. anche 'esse a fondazione indiretta su  
Le sezioni della carreggiata sono riportate nelle figure seguenti:

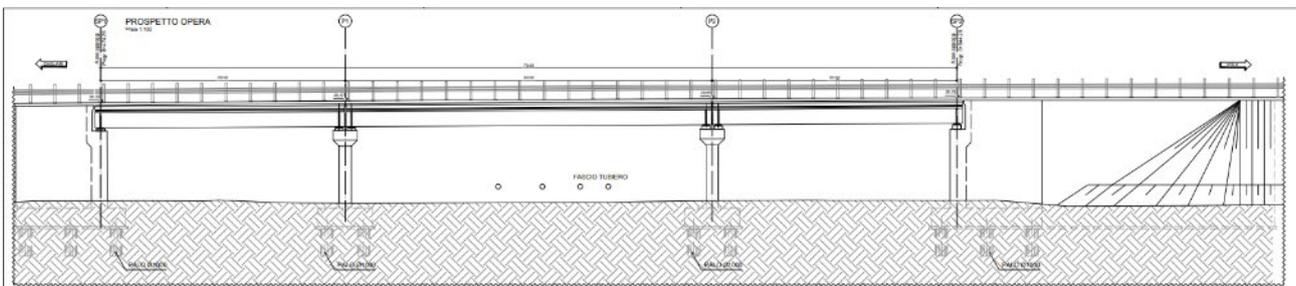


Figura 3.21: Prospetto dell'opera

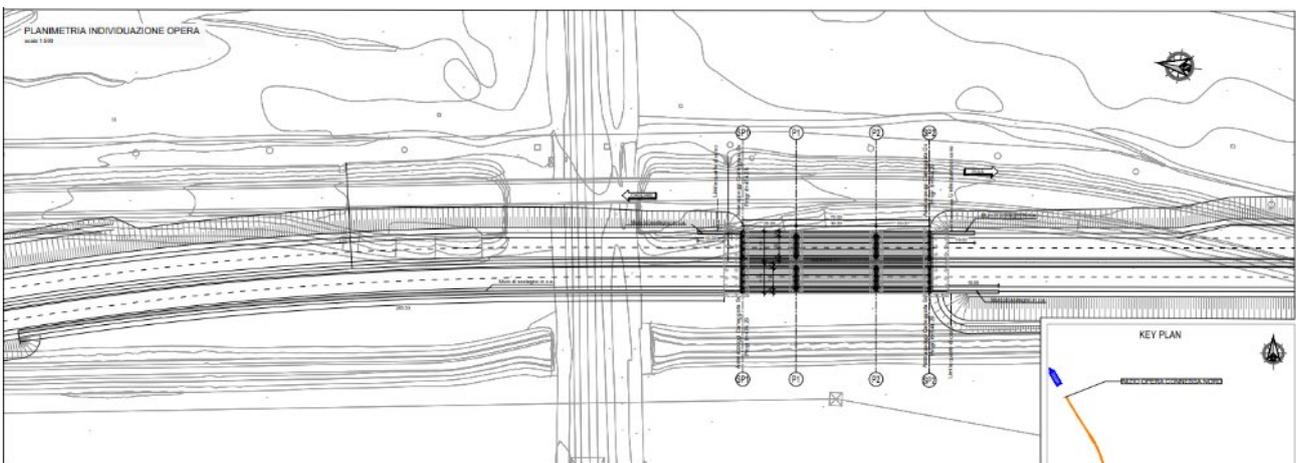


Figura 3.22: Vista in pianta

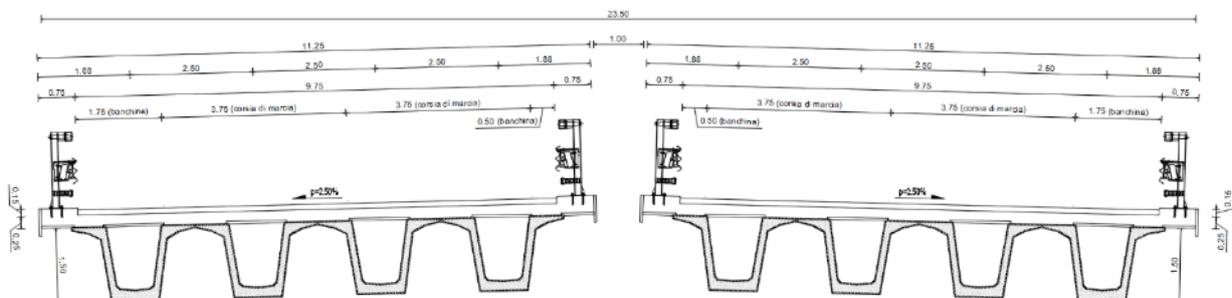


Figura 3.23: Sezione dell'impalcato

PROGETTAZIONE ATI:

Considerata l'ubicazione dell'opera e la relativa pericolosità sismica del sito, la struttura è concepita a base fissa prevedendo di impiegare apparecchi d'appoggio del tipo fissi e scorrevoli.

Le travi sono varate dal basso. Per la protezione del fascio tubiero in fase di realizzazione è previsto impiego di cassero metallico mobile.

Il sistema di varo prevede il sollevamento dal basso delle travi in c.a.p.

### 3.5.2.2. Ponte scavalco deviazione canale emboi alla prog. 7+814.00

Il nuovo viadotto si sviluppa su un'unica campata con luce 50m in semplice appoggio e consente la deviazione di progetto del canale Imboi alla progressiva 7+814.

Tale luce di 50m si è resa necessaria dalla conformazione del territorio e dalla necessità di garantire un adeguato franco tra gli argini del canale e le sottostrutture (variabile min 6m – max 8m)) e tra il livello della piena due centennale e l'intradosso impalcato (2.4m). L'opera, a singola campata, è composta da due impalcati a struttura mista acc-cls indipendenti ognuno di larghezza complessiva di 11.25m.

A causa della notevole inclinazione tra l'asse stradale e l'ostacolo scavalcato (canale Imboi) il ponte ha una notevole obliquità. L'opera è ubicata su una porzione del tracciato sostanzialmente in rettilineo e con pendenza longitudinale pari a circa 1%.

Le sezioni della carreggiata sono riportate nelle figure seguenti:

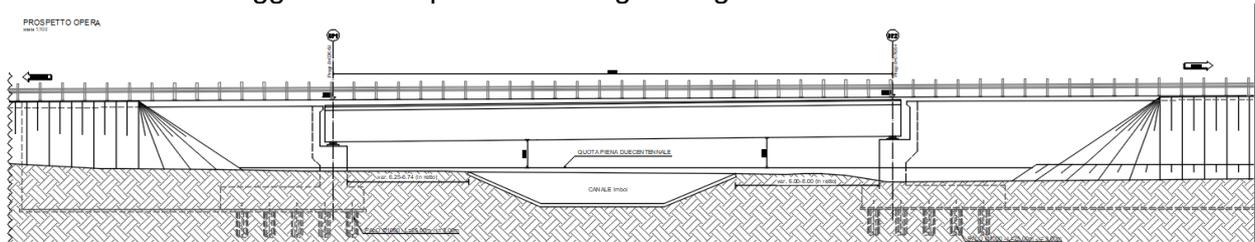


Figura 3.24: Prospetto dell'opera

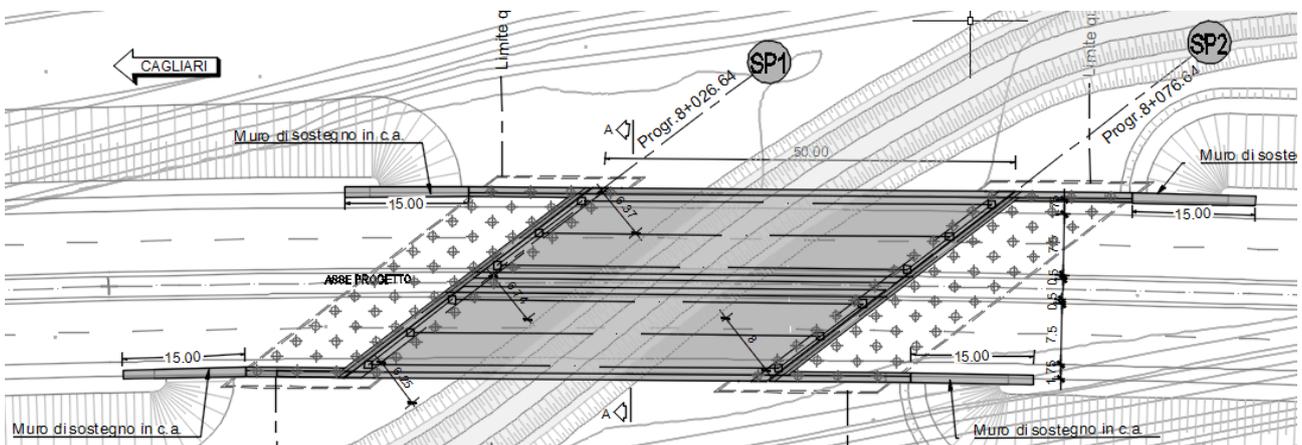


Figura 3.25: Vista in pianta

PROGETTAZIONE ATI:

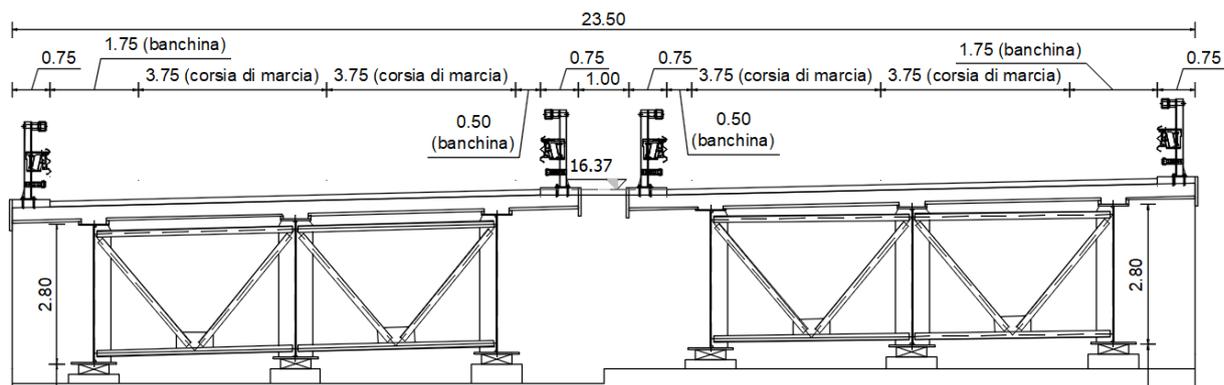


Figura 3.26: Sezione dell'impalcato

Anche per questa opera la scelta progettuale è ricaduta su un impalcato a base fissa con sistema di vincolo è realizzato mediante l'impiego di appoggi a disco elastomerico confinato di tipo fisso e scorrevoli.

Le spalle sono in calcestruzzo armato su fondazione indiretta (platea su pali).

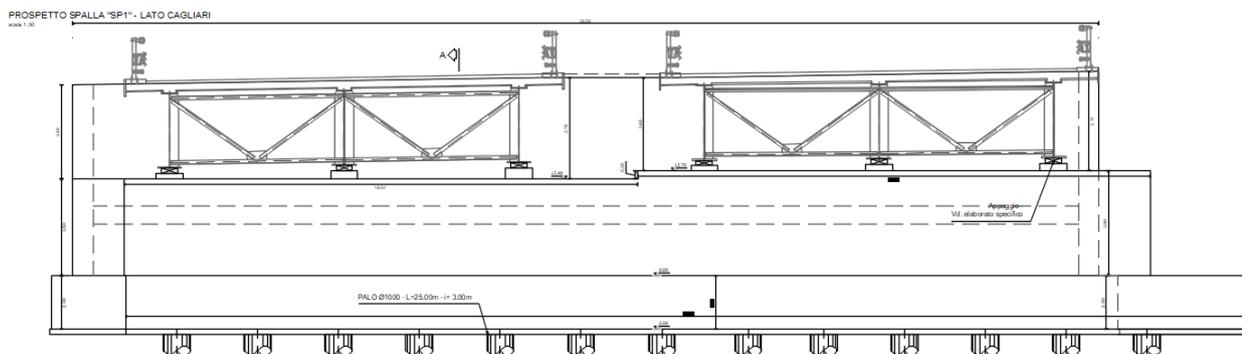


Figura 3.27: Prospetto spalla lato Cagliari

La travata è varata dal basso previo assemblaggio a piè d'opera dei conchi di travata.

### 3.5.2.3. Cavalcavia asse principale svincolo capoterra – casic

L'opera si sviluppa su in un'unica campata di luce 40m ed è ubicata su una porzione del tracciato sostanzialmente in rettilineo e con pendenza longitudinale compresa tra 0.5 e 4%.

L'impalcato di larghezza di 10.5m complessivi a travata semplicemente appoggiata, è realizzata in sistema misto acciaio-calcestruzzo.

L'opera che viene realizzata in sede al cavalcavia esistente, consente lo scavalco del sottostante asse principale garantendo un franco minimo > 6.00m

L'opera fa di fatto parte di un insieme di 3 opere consecutive di svincolo e scavalco della sottostante viabilità e del canale Imboi.

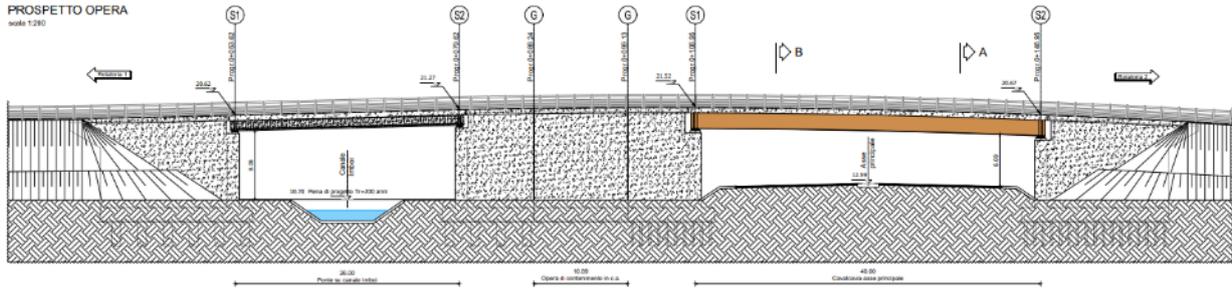


Figura 3.28 Prospetto dell'opera

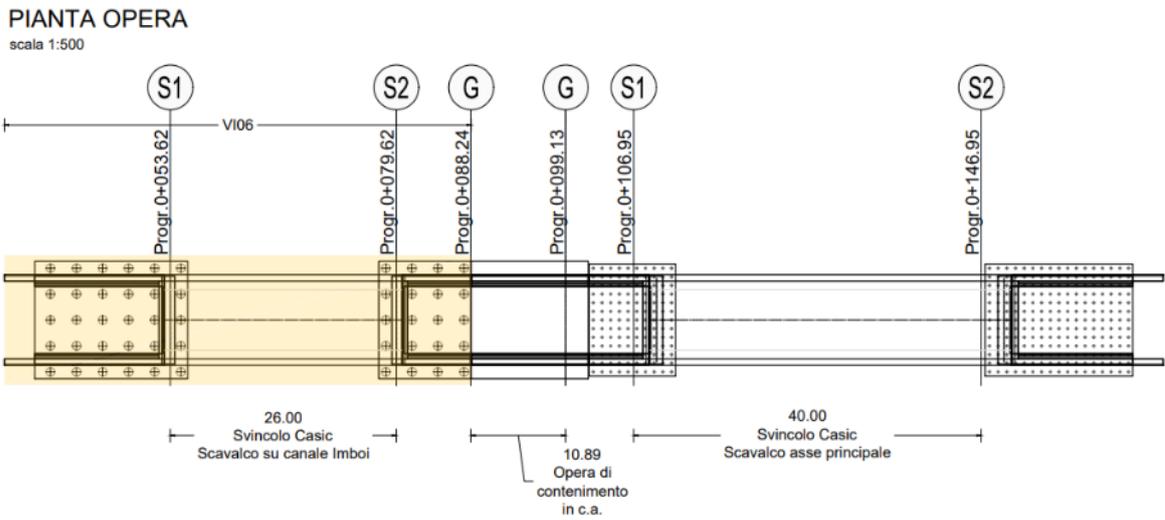


Figura 3.29: Pianta opera

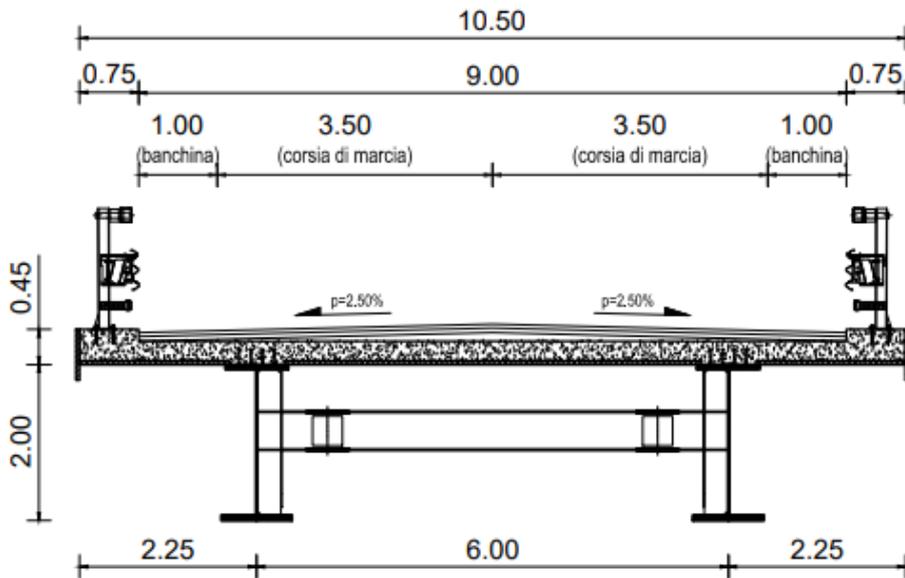


Figura 3.30 Sezione trasversale dell'impalcato

PROGETTAZIONE ATI:

L'impalcato a base fissa è vincolato mediante impiego di appoggi del tipo fisso e scorrevole. Si prevede di realizzare due spalle in calcestruzzo armato composte da un muro frontale, due muri andatori e un muro paraghiaia. Considerata l'interferenza con le sottostrutture esistenti, le spalle saranno fondate su platee e plinti su micropali

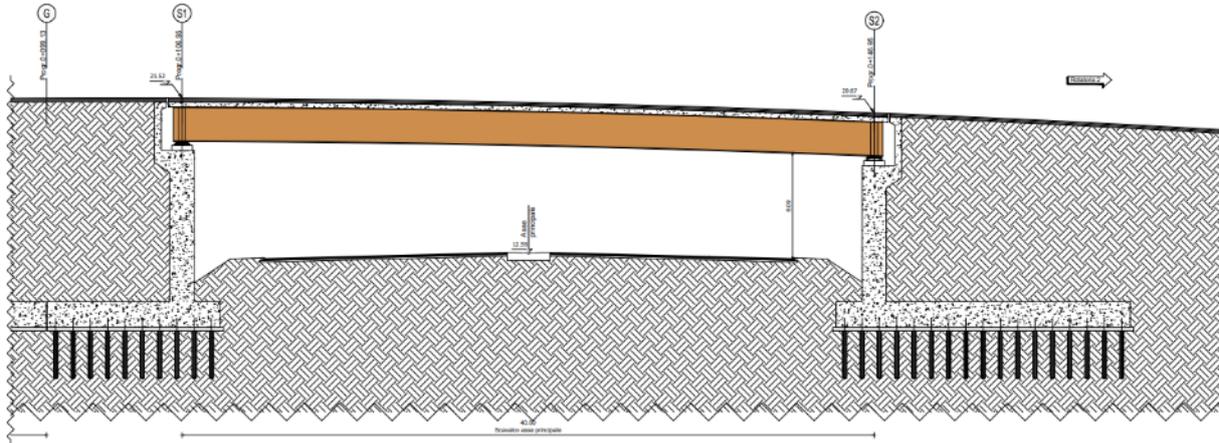


Figura 3.31 Sezione longitudinale

La travata è varata dal basso previo assemblaggio a piè d'opera dei conci di travata.

#### 3.5.2.4. Ponte su canale Imboi svincolo Capoterra – Casic

Il nuovo ponte fa parte delle tre opere dello svincolo Casic - Capoterra e consente di scavalcare con ampio margine rispetto alla piena duecentennale il sottostante canale Imboi. L'opera è composta da un unico impalcato di larghezza pari a 10.50m e luce totale di 26m e struttura in semplice appoggio con travi in c.a.p.

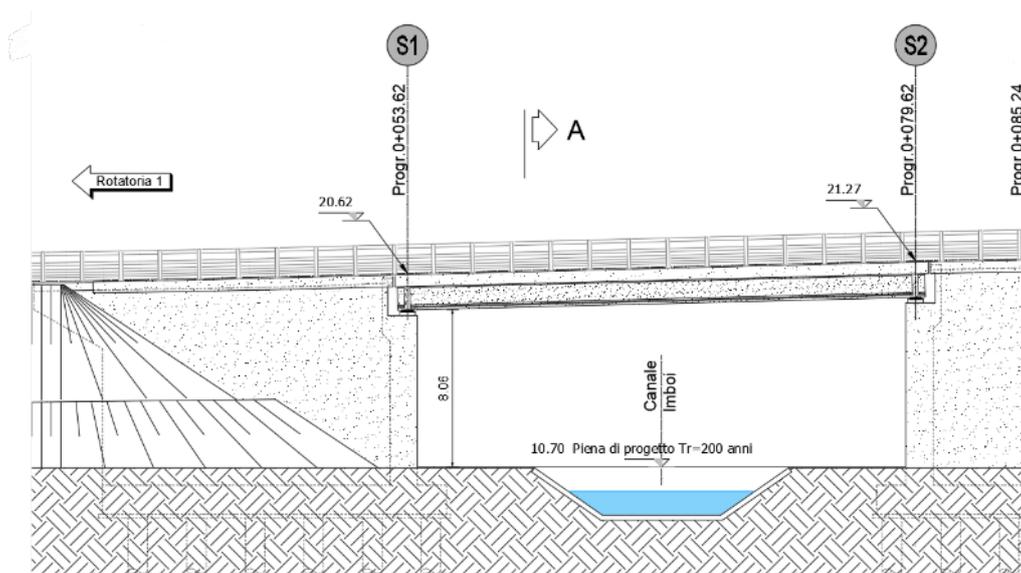


Figura 3.32: Prospetto dell'opera

PROGETTAZIONE ATI:

PIANTA OPERA

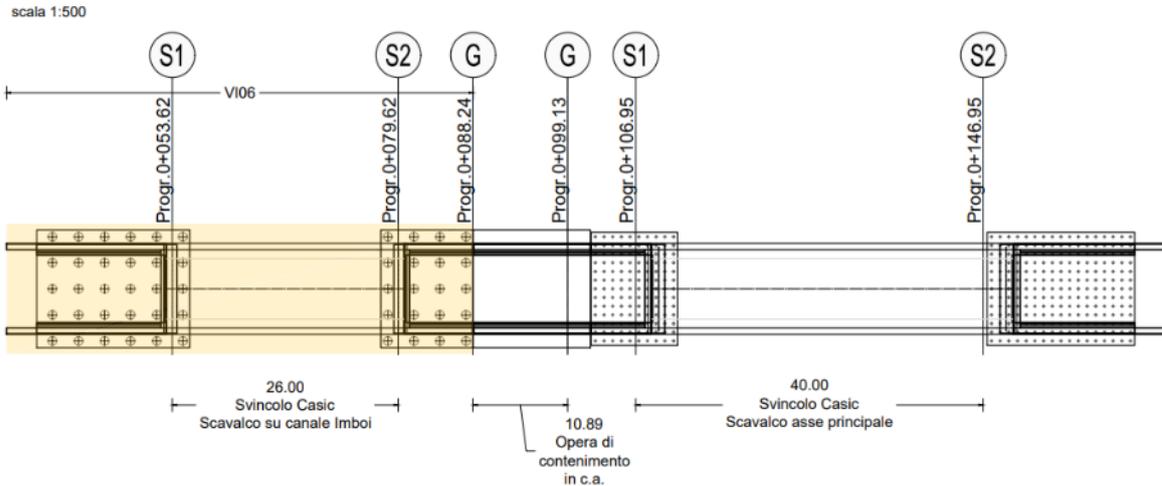


Figura 3.33: Pianta opera

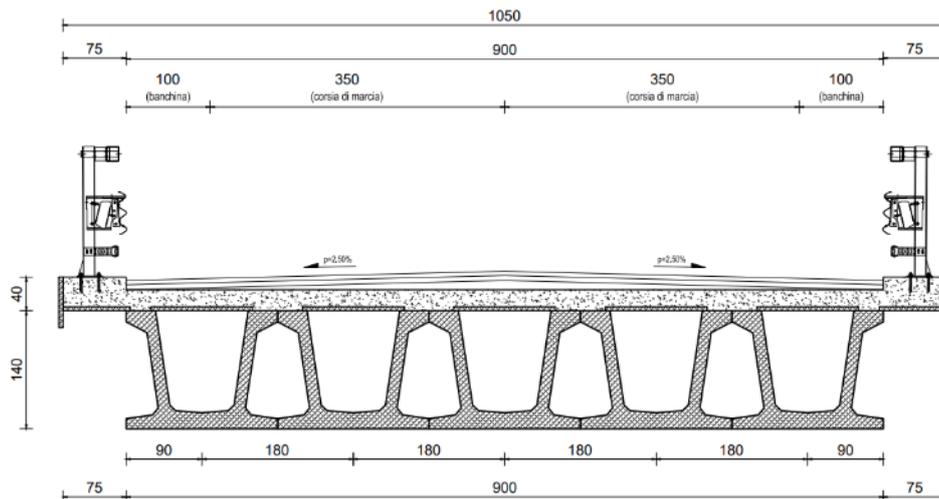


Figura 3.34: Sezione dell'impalcato

L'impalcato a base fissa è vincolato alle sottostrutture mediante impiego di apparecchi d'appoggio del tipo fissi e scorrevoli.

Le due spalle sono della tipologia di muro a mensola in c.a. con fondazioni indirette platea su pali.

Lo schema di varo delle travi in c.a.p. prevede sollevamento dal basso.

### 3.5.2.5. Ponte su canale Imboi svincolo Capoterra - Casic ramo A

Si tratta di un'opera relativamente semplice che nasce dall'esigenza di scavalcare con franco idraulico minimo  $> 1.29m$ , il sottostante canale Imboi.

L'opera presenta un'unica campata in semplice appoggio con impalcato in c.a.p. avente luce pari a 25.6 m. ed è composta da un'unica carreggiata su un impalcato di larghezza complessiva di 7.50m. Le spalle sono in c.a. su fondazioni indirette platea su pali. Planimetricamente l'opera presenta sviluppo curvilineo.

PROGETTAZIONE ATI:

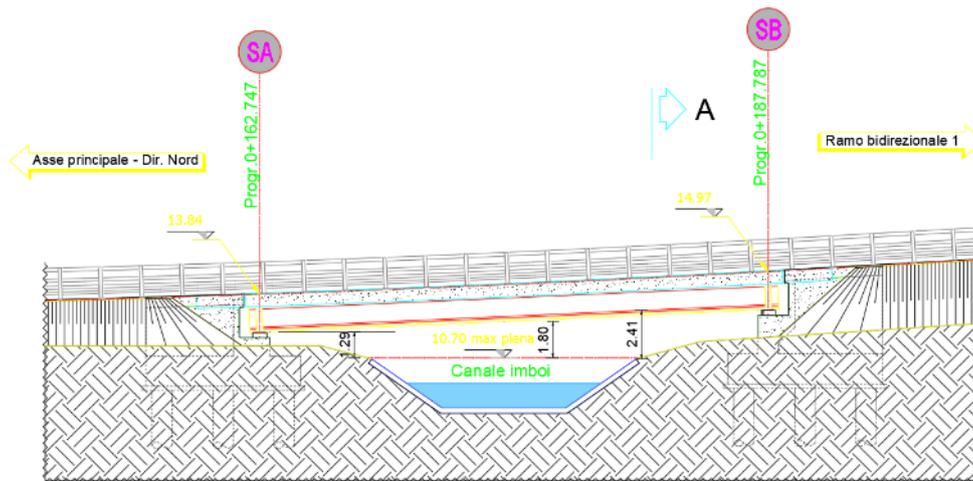


Figura 3.35: Prospetto dell'opera

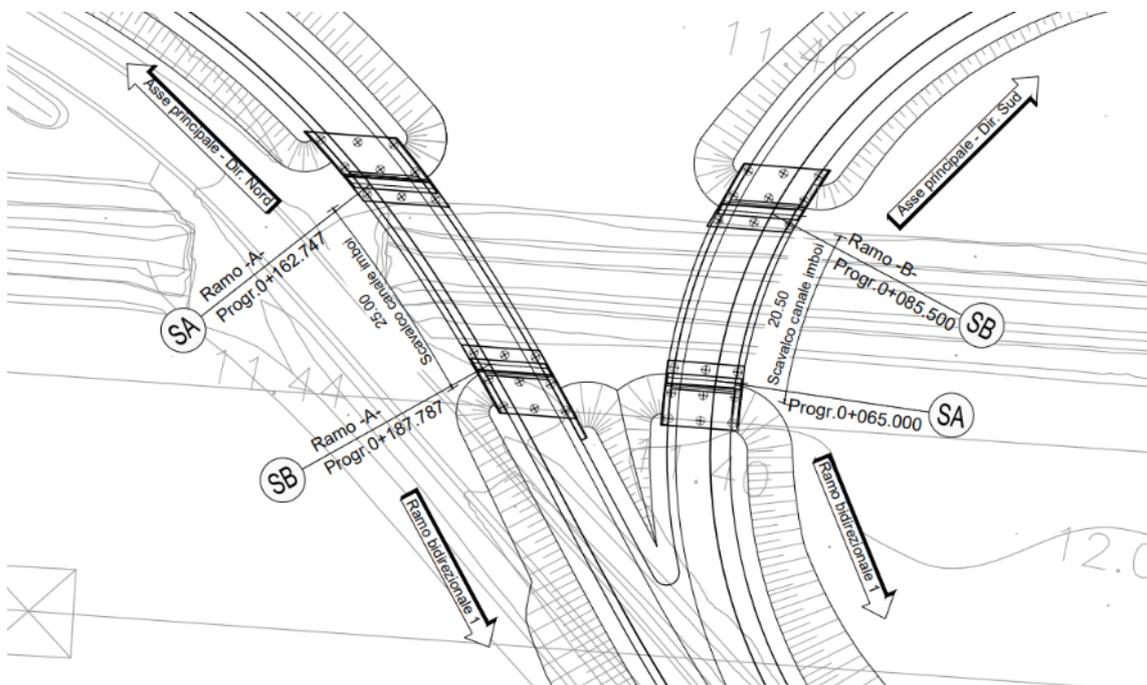


Figura 3.36: Ubicazione planimetrica opere

PROGETTAZIONE ATI:

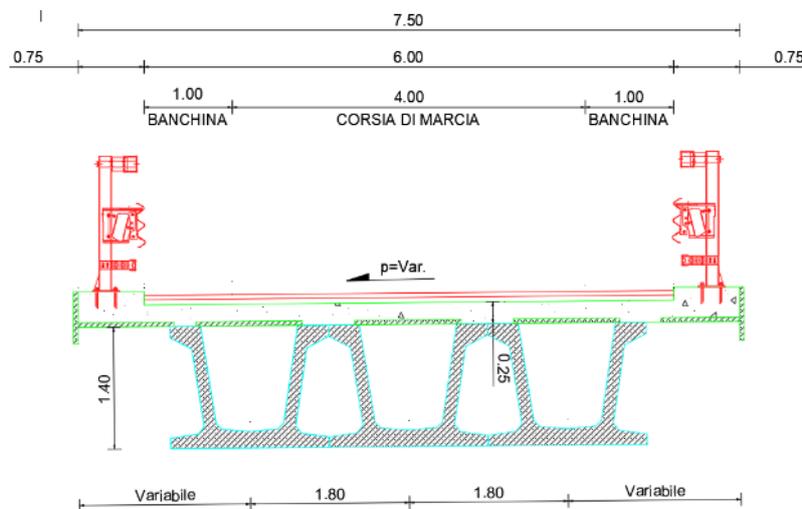


Figura 3.37: Sezione dell'impalcato

L'impalcato a base fissa è vincolato alle sottostrutture mediante impiego di apparecchi d'appoggio del tipo fissi e scorrevoli.

Lo schema di varo delle travi in c.a.p. prevede sollevamento dal basso.

### 3.5.2.6. Ponte su canale Imboi svincolo Capoterra - Casic ramo B

L'opera consente lo scavalco del sottostante canale Imboi con adeguato franco idraulico in corrispondenza dello svincolo Casic- Capoterra. Presenta sviluppo planimetrico curvilineo e un'unica campata con impalcato in c.a.p. avente luce pari a 20.6 m.

L'opera è composta da un'unica carreggiata su un impalcato di larghezza pari a 8.80m complessivi, Le due spalle sono della tipologia di muro a mensola in c.a su fondazioni indirette platea su pali.

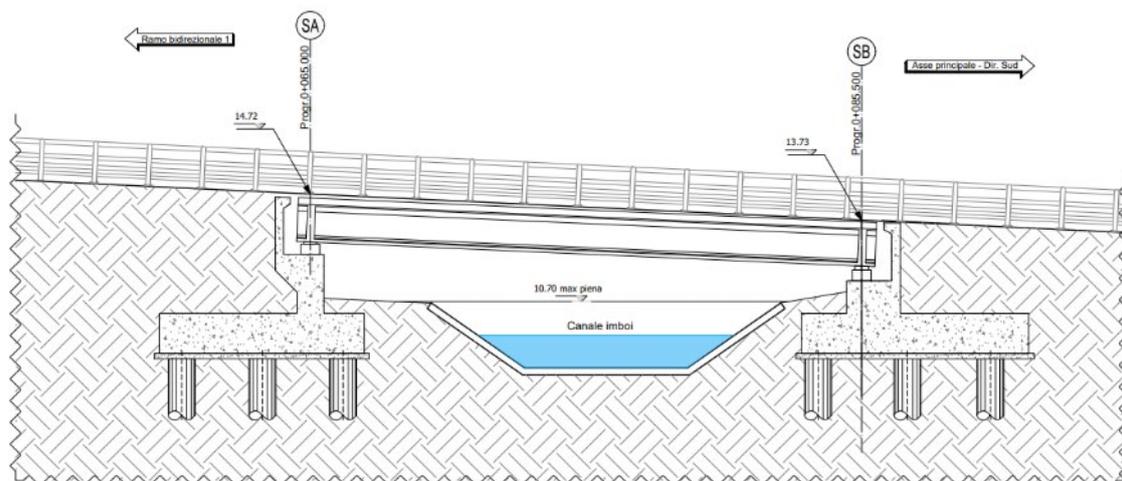


Figura 3.38: Prospetto dell'opera

PROGETTAZIONE ATI:

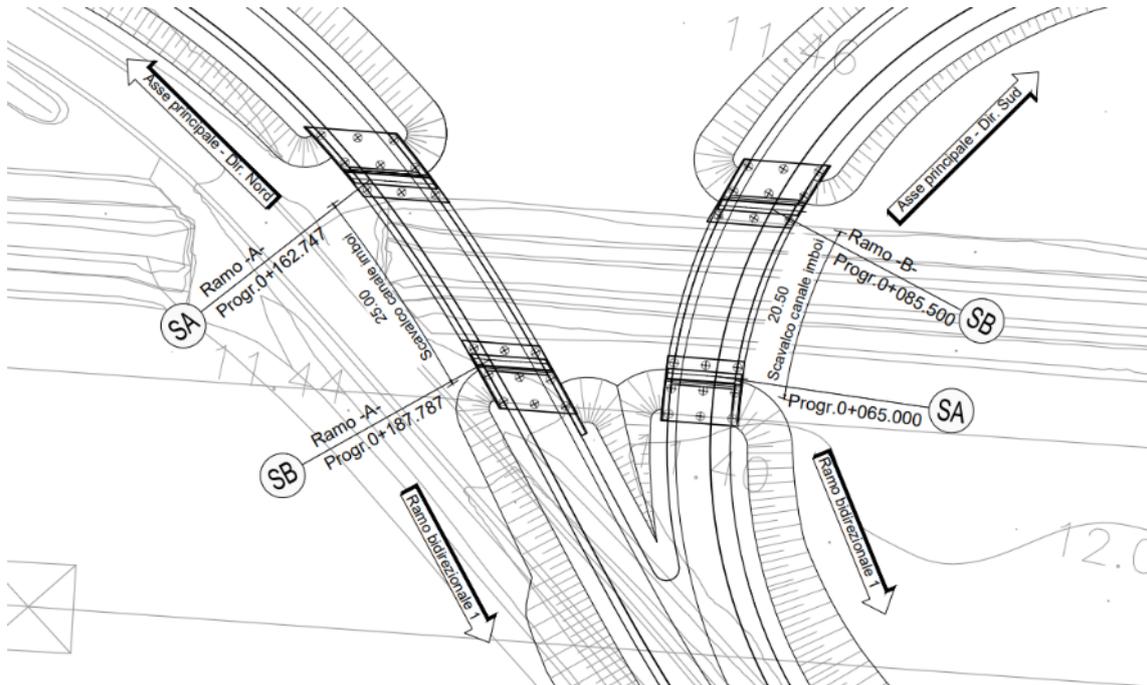


Figura 3.39: Ubicazione planimetrica opere

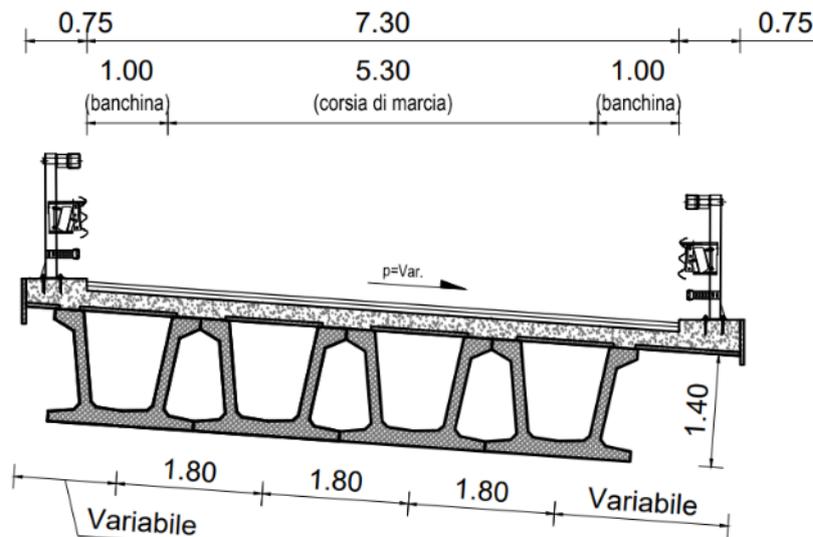


Figura 3.40: Sezione dell'impalcato

L'impalcato a base fissa è vincolato alle sottostrutture mediante impiego di apparecchi d'appoggio del tipo fissi e scorrevoli.

Lo schema di varo delle travi in c.a.p. prevede sollevamento dal basso.

PROGETTAZIONE ATI:

### 3.5.3. SOTTOPASSI

#### 3.5.3.1. Sottopasso scatolare strada di accesso alla dorsale Casic alla prog. 9+205.00

Il sottovia prevede un'unica struttura scatolare in c.a. sghemba, di larghezza compresa tra i (16.20-16.33m), lunghezza di (28.50-28.75m) ed un'altezza complessiva pari a 8.50 m. Sia internamente che superiormente la struttura è soggetta all'azione del traffico veicolare e nello specifico internamente è attraversato dalla strada di accesso alla dorsale Casic e superiormente dalla viabilità dell'asse principale.

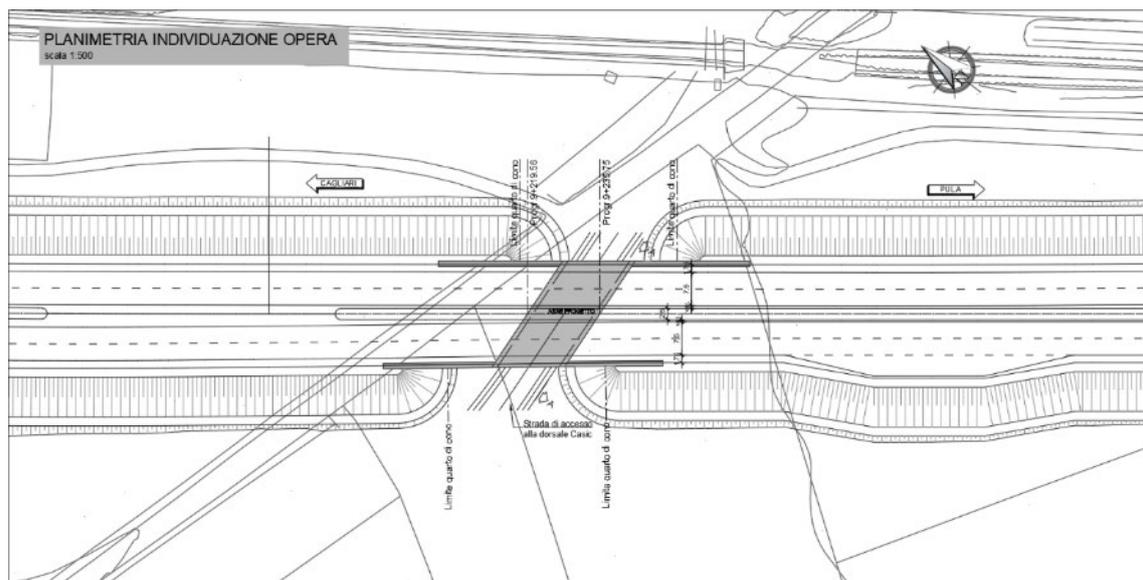


Figura 3.41 inquadramento planimetrico

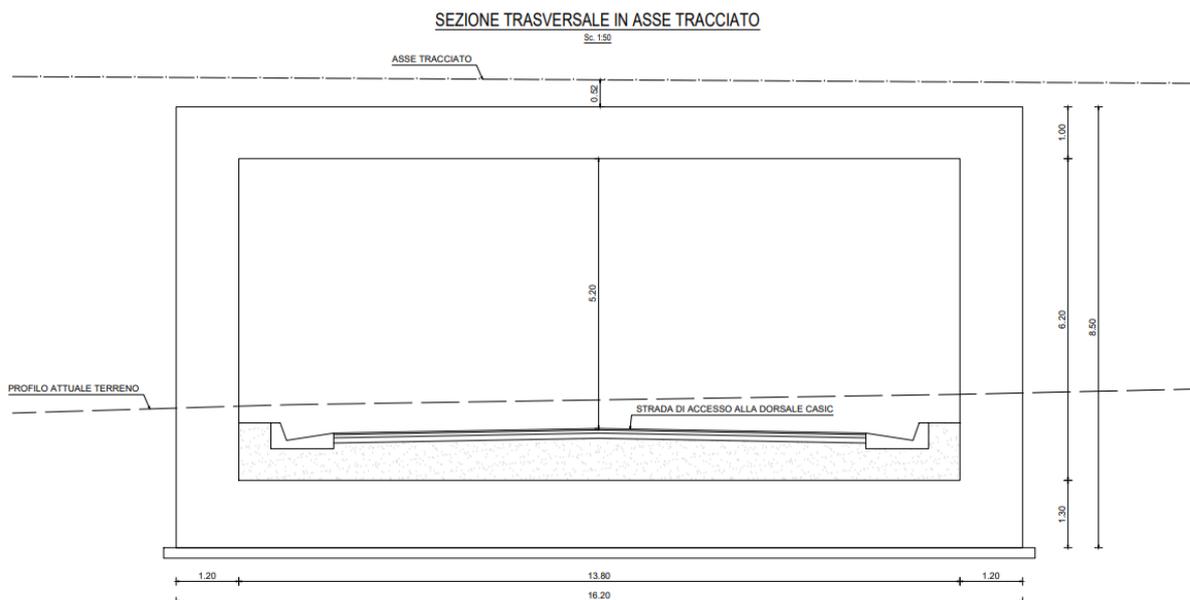


Figura 3.42 Sezione tipo scatolare

Completano l'opera muri di imbocco in c.a. in destra e sinistra per entrambe le carreggiate.

PROGETTAZIONE ATI:

### 3.1. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il presente progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico sfruttando un'area avente una estensione utile pari a circa 11.500 mq già di proprietà di Anas, posta ad inizio intervento, tra le prog. 9+750 e 10+125, in sx tracciato.

È possibile sfruttare l'area in oggetto per l'installazione di n. 1035 pannelli fotovoltaici aventi potenza unitaria pari a  $P=510$  Wp, disposti su file separate, al fine di raggiungere una potenza totale dell'impianto pari a  $P_{tot}=527,85$  kWp.

L'impianto fotovoltaico in oggetto consente una produzione di energia su base annua da fonte rinnovabile pari a  $E=804.649,13$  kWh/anno, come riportato nell'allego di calcolo seguente.

#### Summary

Provided inputs:	
Location [Lat/Lon]:	39.153,9.011
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH2
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed [kWp]:	527.85
System loss [%]:	14
Simulation outputs:	
Slope angle [°]:	30
Azimuth angle [°]:	0
Yearly PV energy production [kWh]:	804649.13
Yearly in-plane irradiation [kWh/m <sup>2</sup> ]:	1952.93
Year-to-year variability [kWh]:	20887.73
Changes in output due to:	
Angle of incidence [%]:	-2.7
Spectral effects [%]:	0.9
Temperature and low irradiance [%]:	-7.54
Total loss [%]:	-21.94

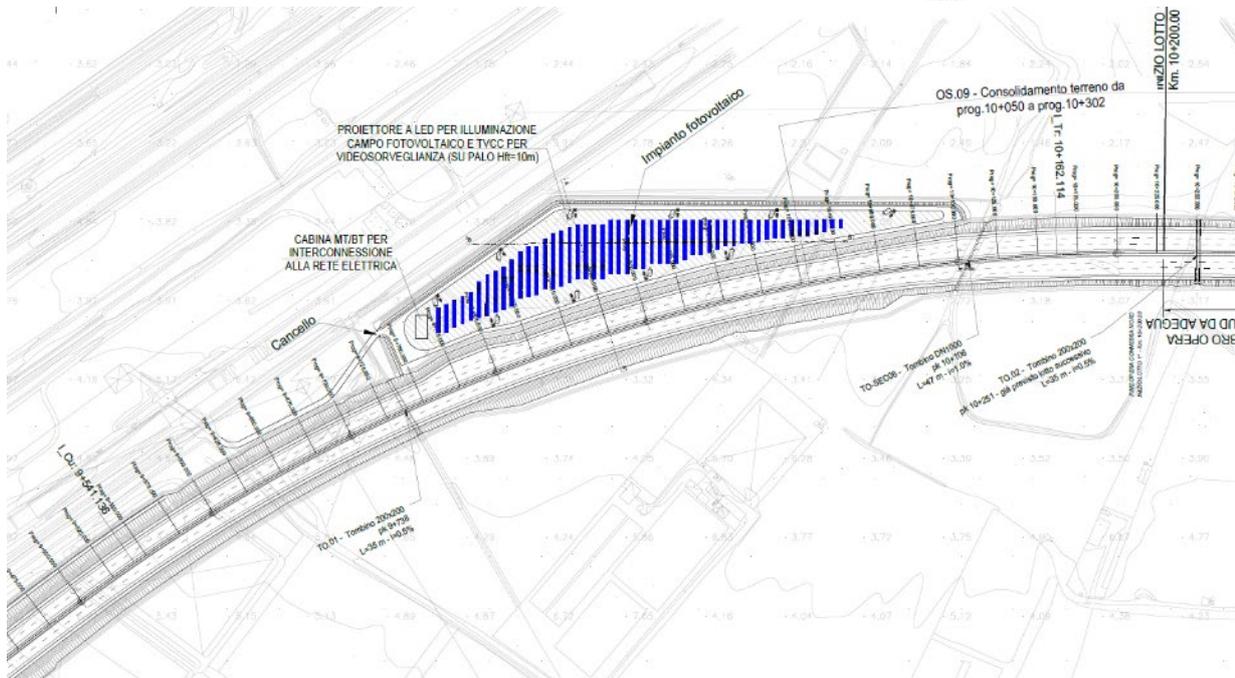
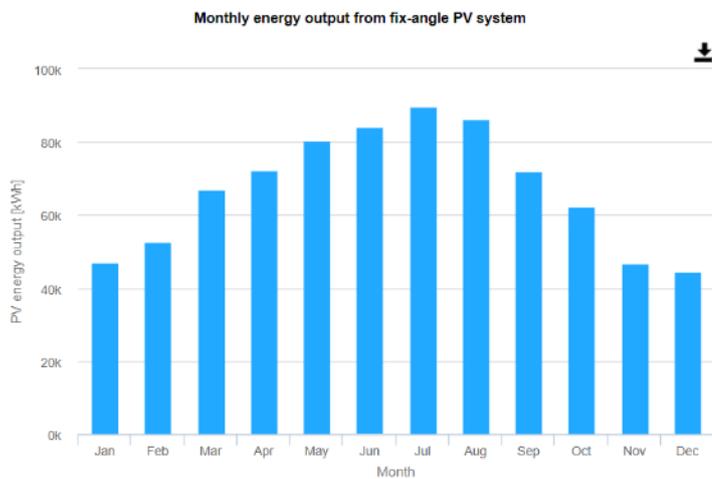


Figura 3.43: Stralcio ubicazione impianto fotovoltaico

PROGETTAZIONE ATI:

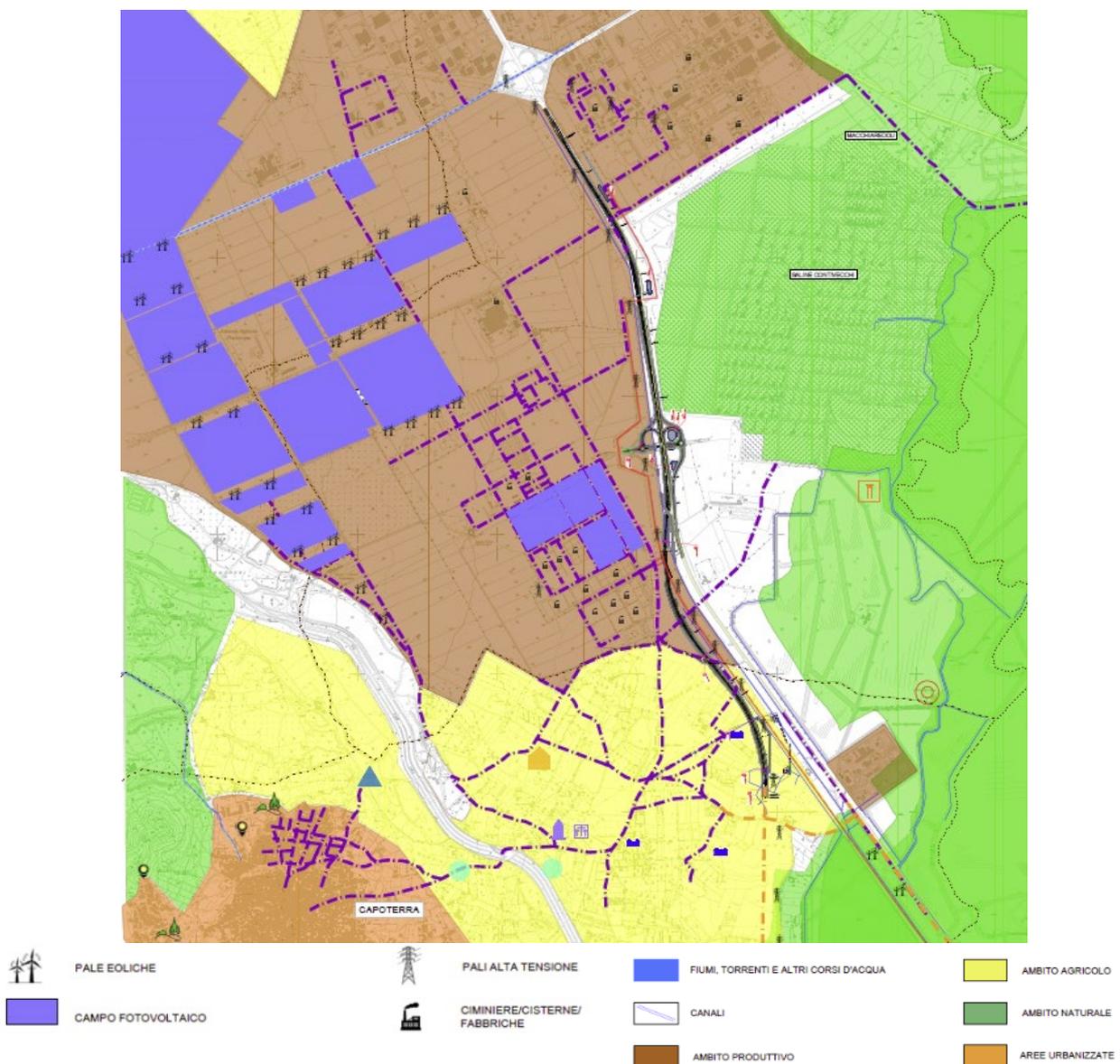
L'impianto fotovoltaico sarà collegato alla rete del distributore di energia elettrica mediante una connessione in media tensione.

Il campo fotovoltaico sarà sorvegliato da un sistema di videosorveglianza e verrà illuminato nelle opere notturne mediante proiettori a Led installati su palo.

L'impianto interessa la fascia di rispetto di 150 m del "Canale di Bonifica Acque Alte", alla progr. 9+750 c.ca, indicato dal PPR tra i corsi d'acqua la cui tutela è riconducibile all'art. 142 D.Lgs 42/2004, lett. c ("fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna").

L'area dove è previsto il nuovo impianto fotovoltaico è localizzata, da PRG, in ambito agricolo, attualmente è già di proprietà del Proponente.

L'impianto si inserisce in un contesto territoriale già segnato dalla presenza di importanti spazi adibiti alla produzione di energia da fonti rinnovabili, sia solare che eolica.



PROGETTAZIONE ATI:



Rispetto ai campi fotovoltaici già presenti (vedi foto in alto), quello di progetto risulta essere di dimensioni più contenute e si inserisce in un lembo di territorio che, a seguito della realizzazione dell'intervento, risulterebbe area interclusa tra la nuova infrastruttura e la fascia tubiera e quindi poco visibile e meno impattante rispetto a quanto pre-esistente.

L'intervento donerebbe una nuova funzionalità all'area che, come detto, altrimenti risulterebbe interclusa e quindi soggetta a degrado e abbandono, garantendone la pulizia e manutenzione, inoltre, l'intervento di mitigazione proposto fornirà una schermatura al campo fotovoltaico senza creare una barriera alla vista della vicina area lagunare.

E' inoltre importante evidenziare che in prossimità dell'area che verrà adibita all'impianto fotovoltaico è previsto un invito faunistico che, collegandosi al filare proposto a schermatura dell'area fotovoltaica, fungerà da percorso protetto per la fauna verso alla vicina area protetta.

PROGETTAZIONE ATI:

### 3.2. LA FASE DI CANTIERE

Al fine di realizzare le opere in progetto, è prevista l'installazione di una serie di aree di cantiere, che sono state selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali:

- utilizzare aree di scarso valore sia dal punto di vista ambientale che antropico;
- necessità di limitare al minimo indispensabile gli spostamenti di materiale sulla viabilità locale e quindi preferenza per aree vicine alle aree di lavoro ed agli assi viari principali.

L'analisi è stata condotta censendo tutti i vincoli (ambientali, di tutela paesaggistica e storico-testimoniale) presenti sul territorio e considerando anche le proprietà agricole presenti lungo il tracciato provvedendo ad ubicare i cantieri nelle aree che presentano il minor grado di sensibilità ambientale e paesaggistica, compatibilmente con le esigenze realizzative delle opere.

Per la realizzazione del progetto, sono state previste le seguenti aree di cantiere distribuite lungo il tracciato in modo organico:

- un Cantiere Base a servizio dell'intero intervento posizionato in modo baricentrico al tracciato (identificati con sigla CB);
- cinque Cantieri Operativi in prossimità delle opere d'arte da realizzare (identificati con sigla CO);
- un'area di Stoccaggio (identificata con sigla AS).

I dati principali delle singole aree sono sintetizzati nella tabella seguente:

Codice	Tipologia	Area (mq)
CB01	Cantiere Base	29.920
CO01	Cantiere Operativo (Attraversamento fascio tubiero)	30.783
CO02	Cantiere Operativo (Sottopasso Dorsale CASIC)	8.974
CO03	Cantiere Operativo (Deviazione Fosso IMBOI)	10.185
CO04	Cantiere Operativo (Svincolo Capoterra – CASIC)	6420 +6480
CO05	Cantiere Operativo (Scavalco fascio tubiero)	8.811
AS01	Area di Stoccaggio	25.350

Il Cantiere Base e l'adiacente Area di Stoccaggio AS01 mantengono la loro ubicazione per tutta la durata dei lavori, i Cantieri Operativi e l'altra Area di stoccaggio, possono essere dismesse appena vengono completate le opere di pertinenza o appena si alloca il materiale stoccato.

Dotazioni e caratteristiche di dettaglio dei vari aspetti connessi alla cantierizzazione ed alle aree di cantiere vengono descritte nei seguenti elaborati:

- T00IA50AMBCT02 CANTIERIZZAZIONE: UBICAZIONE DELLE AREE DI CANTIERE E VIABILITÀ DI SERVIZIO - Tav. 1
- T00IA50AMBCT03 CANTIERIZZAZIONE: UBICAZIONE DELLE AREE DI CANTIERE E VIABILITÀ DI SERVIZIO - Tav. 2
- T00IA51AMBSC01 SCHEDE DI CANTIERE - tav 1 di 2

PROGETTAZIONE ATI:

- T00IA51AMBSC02 SCHEDE DI CANTIERE - tav 2 di 2

La localizzazione degli stessi, rispetto gli strumenti urbanistici, uso del suolo ed ai vincoli e tutele di carattere storico-culturale, paesaggistico e ambientale vigenti, viene riportata nei seguenti elaborati:

- T00IA51AMBSC03: SCHEDE DI CANTIERE SU PRG
- T00IA51AMBSC04: SCHEDE DI CANTIERE SU CARTA USO DEL SUOLO
- T00IA51AMBSC05: SCHEDE DI CANTIERE SU VINCOLI PAESAGGISTICI E STORICI

### 3.3. FASI ESECUTIVE DELLE OPERE E CRONOPROGRAMMA

Per la realizzazione dell'intervento, la tempistica legata all'esecuzione dei lavori prevede una durata complessiva di 840 giorni naturali e consecutivi, ovvero circa 32 mesi, suddivisi in una fase propedeutica e tre macro-fasi lavorative. E' opportuno specificare che nel calcolo della durata delle attività, definita con riferimento ad una produttività di progetto ritenuta necessaria per la realizzazione dell'opera, si è tenuto conto della prevedibile incidenza dei giorni di andamento stagionale, nonché della chiusura dei cantieri per festività o ferie collettive degli addetti ai lavori.

Prima della esecuzione dei lavori è prevista una fase relativa alle Attività propedeutiche così costituita:

- Fase propedeutica – durata di 330 giorni, di cui:
  - 120 giorni per Espropri ed Bonifica ordigni bellici (prima della consegna Lavori);
  - 240 giorni per la risoluzione delle interferenze (parzialmente in parallelo all'Esecuzione dei lavori).

I Lavori avranno la seguente cadenza temporale:

- Allestimento Cantieri Base- durata di 30 giorni (1 mese);
- FASE 1 - durata di 400 giorni (circa 13 mesi);
- FASE 2 – durata di 210 giorni (7 mesi);
- FASE 3 – durata di 200 giorni (circa 7 mesi).

#### 4. QUADRO DI CONFORMITÀ E DI COERENZA DELL'OPERA

##### 4.1. PROGRAMMAZIONE DI LIVELLO NAZIONALE

Il Contratto di Programma 2016-2020 tra Anas e Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, approvato con Delibere CIPE 25/2016 e 54/2016, è stato redatto sulla base degli interventi previsti nel precedente Piano 2015-2019.

Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, con il coinvolgimento di ANAS, ha promosso allo scopo dei tavoli tecnici per una verifica degli interventi precedentemente previsti sulla base di priorità infrastrutturali (trasportistiche, intermodali, di completamento della rete, di appartenenza alla rete TEN-T); ciò ha comportato l'individuazione di una serie di interventi aggiuntivi rispetto a quelli già previsti nel Piano 2015-2019.

Al fine di correlare gli investimenti alla effettiva domanda di mobilità del Paese è stato elaborato un nuovo approccio progettuale teso alla riduzione di costi e tempi per la realizzazione delle infrastrutture in programma.

A valle di tale attività il MIT è giunto alla definizione di un portafoglio progetti sul quale si è provveduto successivamente a effettuare analisi e valutazioni qualitative e quantitative volte a mettere a sistema le priorità degli interventi, a distribuirli nell'arco temporale oggetto di pianificazione attribuendo le risorse finanziarie in ordine di priorità.

Dall'analisi del documento si evince che l'intervento in oggetto è inserito nel Contratto di Programma 2016-2020 – aggiornamento del piano degli investimenti del maggio 2020 - "Altre Fonti", che comprende gli ulteriori interventi inseriti nel c.d. decreto *Sblocca Italia* sulla base di Accordi di Programma Quadro tra Stato e Regioni, con la seguente voce: *SS.N.195 SULCITANA: Collegamento con la SS 130 e aeroporto di Cagliari Elmas - Opera connessa nord.*

##### 4.2. IL PIANO REGIONALE DEI TRASPORTI

Il PRT è lo strumento di pianificazione di medio e lungo termine della politica regionale nei settori della mobilità aerea, marittima, viaria e ferroviaria e costituisce il riferimento strategico per individuare una serie di interventi di natura infrastrutturale, gestionale e istituzionale, finalizzati al conseguimento di un sistema integrato dei trasporti regionali della Sardegna.

L'obiettivo strategico del PRT è la costruzione di un "Sistema di Trasporto Regionale", attraverso l'adozione di azioni decisive e mirate ad affermare un diverso approccio culturale alla mobilità, una pianificazione integrata di infrastrutture e servizi ed un generale innalzamento del livello complessivo degli interventi regionali nel settore.

Il PRT definisce la rete stradale di livello fondamentale della Regione Sardegna che comprende:

- S.S.131 Carlo Felice, Cagliari, Sanluri, Oristano, Sassari e Porto Torres;
- S.S.130, S.P. 85 e S.P.2, Cagliari-Decimo-Iglesias-Carbonia;
- S.S.131 DCN Oristano-Abbasanta, Nuoro, Olbia;
- S.S.291 Nuova Sassari-Alghero;
- S.S.597 e S.S.199 Sassari, Olbia e collegamento con Golfo Aranci;
- S.S.125, S.S.133 e S.S.133bis (60,8 km): Olbia (dall'innesto S.P.16 per Golfo Aranci) - Arzachena-Palau-Santa Teresa di Gallura;
- S.S.125 Cagliari-Tortoli-Arbatax;
- S.S.389/198 Tortoli-Lanusei-Nuoro;
- **S.S.195 – Dorsale Casic – Nuova Circonvallazione esterna di Cagliari.**

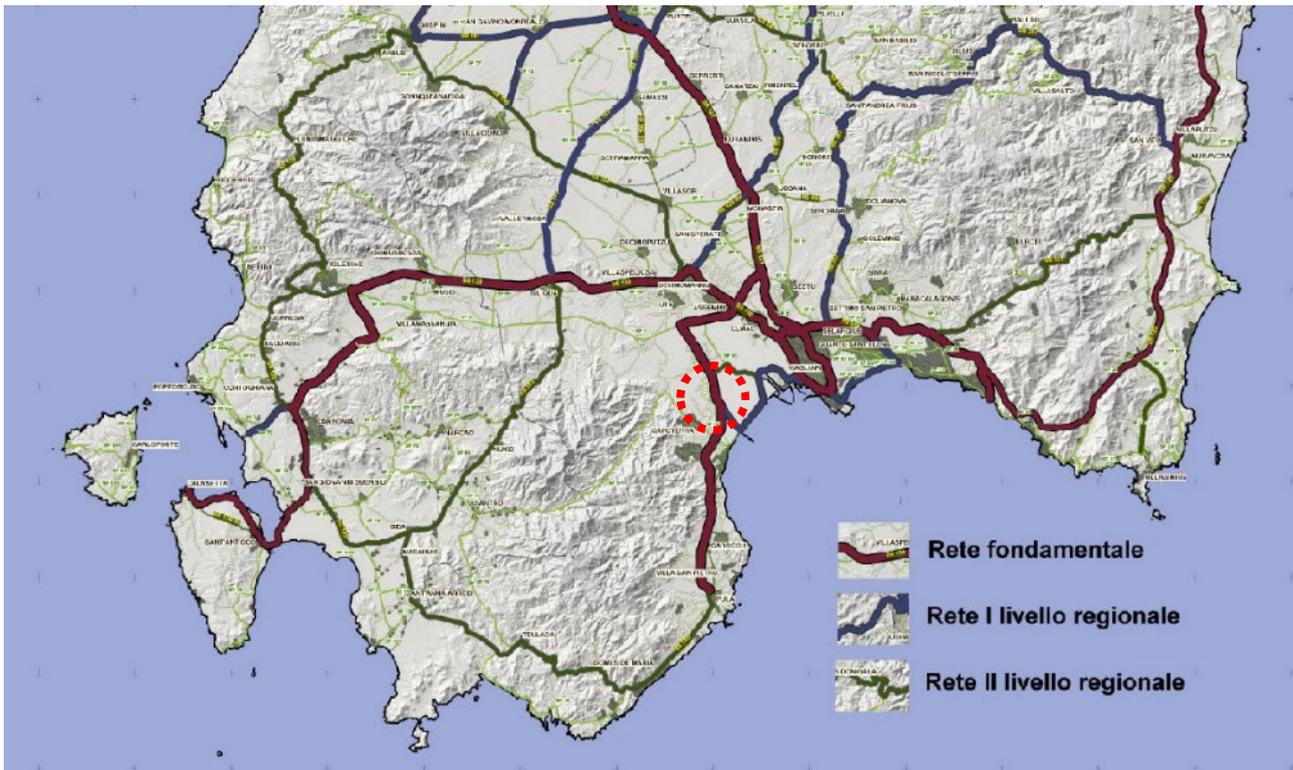


Figura 4.1: Rete fondamentale e rete d’interesse regionale: priorità d’intervento. Si evidenzia l’asse in progetto, facente parte della “S.S.195 – Dorsale Casic – Nuova Circonvallazione esterna di Cagliari”

Per questa viabilità, il PRT prevede si debbano garantire livelli di funzionalità di tipo autostradale, con sezioni tipo B strade extraurbane principali (D.M. 5.11.2001) con velocità di progetto (VdP) compresa fra 70 e 120 km/h, fatta eccezione per la S.S. 125 Cagliari-Tortolì (tratto Terra Mala-Tortolì) e le S.S. 389 e 198 e la Palau –Arzachena – Santa Teresa di Gallura, alle quali sono state assegnate, nelle realizzazioni in corso, caratteristiche di strada tipo C (D.M. 5.11.2001) con velocità di progetto (VdP) compresa fra 60 e 100 km/h.

Il Piano evidenzia che alcuni degli interventi necessari al completamento di questa rete di livello sono in corso di realizzazione mentre altri sono in appalto o in progettazione.

Pertanto, per il completamento di questo livello fondamentale, il PRT propone prioritariamente che si intervenga su diversi tratti, tra i quali, appunto, il *“completamento dell’itinerario di livello fondamentale Cagliari-Capoterra-Pula, per il quale è già disponibile il finanziamento per l’esecuzione del tronco tra Cagliari e Pula con caratteristiche di strada tipo B a carreggiate separate. All’interno dell’intervento ricade anche la viabilità CASIC realizzata negli anni ‘90 che viene riqualificata. Per la prosecuzione, da Pula sino a Domus de Maria, si ipotizza l’adeguamento in sede mediante interventi di messa in sicurezza. Questo itinerario risulta di particolare importanza sia per le località attraversate (insediamenti residenziali di Capoterra, industriali di Macchiareddu e Sarroch, turistici di Pula e Domus de Maria), che per i rilevanti flussi transitanti (area vasta cagliaritano, industriali-commerciali-turistici) con valori consistenti sia nel periodo invernale che in quello estivo”*.

### 4.3. PIANIFICAZIONE DI LIVELLO COMUNALE

#### 4.3.1. PUC COMUNE DI ASSEMINI

Per quanto concerne il Comune di Assemini, lo strumento di pianificazione principale è costituito dal P.U.C. – Piano Urbanistico Comunale approvato con Deliberazione di Giunta Comunale n° 95 del 24 Giugno 2014 e s.m.i.

Il P.U.C. di Assemini persegue gli obiettivi della riqualificazione e valorizzazione del territorio secondo i principi della sostenibilità ambientale e della perequazione urbanistica nel rispetto dei criteri di economicità, efficacia, pubblicità, semplificazione dell'azione amministrativa e della legislazione vigente.

Dall'analisi della Tavola A5 relativa alla Disciplina Urbanistica del Territorio Comunale, si evince che l'intero intervento per la parte di competenza comunale, ricade in un vasto ambito classificato come Zona D - Aree industriali, artigianali, commerciali e di deposito e più precisamente Zona D1 - Grandi aree industriali – Aree comprese nel piano regolatore CaCIP.

Con riferimento al progetto della S.S.195 "Sulcitana" tratto Cagliari -Pula, gli elaborati del piano non riportano alcuna indicazione dell'ingombro della strada in progetto.

#### 4.3.2. PUC COMUNE DI CAPOTERRA

Per quanto concerne il Comune di Capoterra, lo strumento di pianificazione principale è costituito dal P.U.C. Piano Urbanistico Comunale adottato con deliberazione consiliare n. 76 del 30/10/2015 e successiva delibera C.C. n. 28 del 12/04/2016, e s.m.i.

Il Piano si propone quale strumento di pianificazione generale del territorio, di coordinamento e di indirizzo delle dinamiche di sviluppo del territorio, perseguendo al contempo gli obiettivi generali di tutela ambientale, sviluppo sostenibile, qualità urbana, integrazione e partecipazione,

La strategia del Piano si inserisce nel quadro più ampio della Pianificazione Paesaggistica Regionale e mira alla valorizzazione, alla tutela e alla gestione del patrimonio ambientale, storico, produttivo e insediativo, espressione dell'identità locale e fondamentale risorsa per il futuro.

Dall'analisi della Tavola 3 relativa alla zonizzazione del territorio comunale extraurbano (Variante per correzione errori cartografici), si evince che l'intervento, per la parte di competenza comunale, ricade in aree classificate come:

- Sottozona E1 agricola: aree caratterizzate da una produzione agricola tipica e specializzata;
- Sottozona E2 agricola: aree di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva;

Andando a lambire la fascia di rispetto infrastrutturale dell'oleodotto di Macchiareddu.

Con riferimento al progetto della S.S.195 "Sulcitana" tratto Cagliari -Pula, gli elaborati del piano riportano la sagoma del tracciato del Lotto 1 in fase di esecuzione, ma non definiscono l'ingombro del progetto relativo all'Opera Connessa Nord.

Tuttavia, nell'ambito della Relazione Generale, il P.U.C. fa esplicito riferimento alle opportunità derivanti dalla riqualificazione del tracciato attuale della SS 195 sulcitana in vista del declassamento conseguente alla realizzazione della nuova infrastruttura, attraverso *“la reinterpretazione funzionale del tracciato che preveda l'integrazione della direttrice viaria con le valenze paesaggistiche del sistema marino - litorale e la dimensione insediativa e urbana dell'infrastruttura (...)”*. La statale esistente, pertanto, andrebbe ad assumere una connotazione sempre più urbana, coerentemente con la dimensione paesaggistica e insediativa del contesto.

## 4.1. ALTRI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE

### 4.1.1. IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino unico regionale PAI, è redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione.

Il PAI è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato.

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore e prevale sui piani e programmi di settore di livello regionale.

Il P.A.I. è stato approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10.07.2006 con tutti i suoi elaborati descrittivi e cartografici, e successivamente oggetto di alcune varianti.

Il settore in studio ricade nel Sub-Bacino 7 Flumendosa-Campidano-Cixerri., ed in particolare fa parte dell'ambito idrografico denominato Flumini Mannu.



Figure 4-1 Reticolo idrografico del bacino del Flumini Mannu

PROGETTAZIONE ATI:

Dall'esame della cartografia del PAI, attualmente vigente, in relazione alla Pericolosità da Frana e Pericolosità idraulica, le aree interessate alla realizzazione dell'opera in progetto ricadono in due zone classificate rispettivamente Hi1 (area a pericolosità idraulica moderata) e Hg1 (area a pericolosità moderata da frana).

#### 4.1.1.1. Pericolosità idraulica

L'interferenza con l'area a pericolosità idraulica moderata **Hi1** (piene con tempo di ritorno di 500 anni), dovute all'esondazione dei fiumini Mannu e Riu Cixerri (corsi che sfociano a Nord dell'infrastruttura di progetto), interessa il tracciato circa dalla pr 7+050 alla 9+550. Tale area a pericolosità idraulica corrisponde a due recepimenti dei comuni di Assemmini (*Recepimento cartografico pericolosità idraulica del PSFF nel PUC di Assemmini- Delibera di comitato istituzionale n.4 del 07/07/2015*) e di Capoterra (*Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica relativo al procedimento di adozione del nuovo Piano Urbanistico Comunale di Capoterra - Delibera di Comitato Istituzionale n.7 del 17.02.2012*).



Figure 4-2 Stralcio aree PAI a pericolosità idraulica

Secondo l'art. 30 del P.A.I. "Disciplina delle aree di pericolosità idraulica moderata (Hi1)" – "Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 24, nelle aree di pericolosità idraulica moderata compete

PROGETTAZIONE ATI:

agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, ed in particolare le opere sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione, le nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, salvo in ogni caso l'impiego di tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi".

Le NTA del PUC di Assemini (Parte VI – Sistema idrogeologico – Capo II “Disciplina delle aree di pericolosità idraulica” – Art.197 Aree a pericolosità idraulica”) non danno indicazioni sulla disciplina delle aree di pericolosità idraulica moderata (Hi1)

Nell’ambito della redazione del VAR P.A.I. ASSEMINI sono stati analizzati anche i corsi d’acqua minori non interessati da studi PSFF; in particolare è evidenziata l’assenza di criticità relative al Canale Imboi.

#### 4.1.1.2. Pericolosità da frana

L’area a pericolosità moderata di frana **Hg1**, che interessa in tracciato dalla pr 9+350 a 10+200 (Fine OCN) deriva da un recepimento del comune di Capoterra (*Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica relativo al procedimento di adozione del nuovo Piano Urbanistico Comunale di Capoterra - Delibera di Comitato Istituzionale n.7 del 17.02.2012*).



Figure 4-3 Stralcio aree PAI a pericolosità geomorfologica

PROGETTAZIONE ATI:

## 5. QUADRO DEI VINCOLI, TUTELE E CONDIZIONAMENTI

### 5.1. PREMESSA

Il Piano Paesaggistico Regionale definisce la disciplina dei beni paesaggisti e degli altri beni pubblici meritevoli di tutela, entrambi identificati come *“elementi territoriali, areali o puntuali, di valore ambientale, storico, culturale e insediativo che hanno carattere permanente e sono connotati da specifica identità, la cui tutela e salvaguardia risulta indispensabile per il mantenimento dei valori fondamentali e delle risorse essenziali del territorio, da preservare per le generazioni future”* (art. 8 comma 1). In sintesi questa categoria comprende i beni tutelati ai sensi del D.Lgs. 42/2004, quelli soggetti a vincolo idrogeologico ex RD 3267/1923, le aree naturali protette, le riserve e i monumenti naturali.

Il Piano Paesaggistico Regionale individua altresì la disciplina di tutela dei beni identitari, che sono costituiti da elementi direttamente individuati dal Piano o dagli enti locali (Comuni).

Con riferimento ai beni sopra indicati, il PPR definisce indirizzi, prescrizioni, misure di conoscenza, conservazione, gestione, trasformazione, recupero e riqualificazione, in conformità con gli obiettivi e le strategie di tutela e valorizzazione che sono alla base del piano stesso.

Con riferimento ai contenuti del Piano Paesaggistico Regionale, nell'area di intervento si riconoscono i seguenti ambiti soggetti a differenti forme di tutela.

### 5.2. ASSETTO AMBIENTALE (ARTT. 17-18 PPR)

Fanno parte dell'Assetto ambientale così come individuate nel PPR le seguenti categorie di beni:

- Beni paesaggistici tutelati ex art. 143 D.Lgs 42/2004.
- Beni paesaggistici tutelati ex art. 142 D.Lgs 42/2004.

Con riferimento al progetto si riscontra l'interferenza diretta solo con il bene costituito dal “Canale di Bonifica Acque Alte”, alla progr. 9+750 c.ca. Nel tratto compreso tra le progr. 6+700 e 7+500 c.ca, si evidenzia invece lo stretto affiancamento alle aree classificate come “zone umide costiere” – “fascia costiera” - “laghi, invasi e stagni”, tutte afferenti all'area della Salina di Macchiareddu – oasi di S. Gilla, che tuttavia non vengono direttamente interessate dal sedime dell'intervento.

#### 5.2.1. COMPONENTI DEL PAESAGGIO CON VALENZA AMBIENTALE (ART. 21 PPR)

Con riferimento alle componenti del paesaggio con valenza ambientale individuate nel PPR, nell'area di progetto si individuano:

- Aree seminaturali: praterie
- Aree a utilizzazione agro-forestale: culture erbacee specializzate e culture arboree specializzate

In particolare, il progetto incide direttamente su aree perimetrare come “culture erbacee specializzate”, lambendo aree perimetrare come “culture arboree specializzate”.

In dette aree è consentita la realizzazione di infrastrutture, purché siano ricomprese nei rispettivi piani di settore e non altrimenti localizzabili.

#### 5.2.2. AREE DI INTERESSE NATURALISTICO ISTITUZIONALMENTE TUTELE (ART. 33 PPR)

Nell'area di intervento si riconoscono in particolare le seguenti categorie di aree di interesse naturalistico:

- Il sito di interesse comunitario ITB040023 - Stagno di Cagliari, saline di Macchiareddu, laguna di S.ta Gilla;
- La zona di protezione speciale ITB044003 - Stagno di Cagliari
- La Riserva naturale regionale di S. Gilla;
- L'Oasi permanente di protezione faunistica di S. Gilla.

Nessuna delle aree suddette è direttamente interferita dall'asse in progetto; si riconosce una vicinanza con L'Oasi permanente di protezione faunistica di S. Gilla tra le progr. 8+700 e 10+000 c.ca

PROGETTAZIONE ATI:

e con il sito Il sito di interesse comunitario ITB040023 - Stagno di Cagliari, saline di Macchiareddu, laguna di S.ta Gilla tra le progr. 6+750 e 7+350 c.ca.

### 5.2.3. AREE RECUPERO AMBIENTALE (ARTT. 41 - 43 PPR)

Questa tipologia di beni comprendono aree degradate o radicalmente compromesse dalle attività antropiche pregresse (attività mineraria, industriale, militare, ecc.) o dall'eccessivo sfruttamento. Nell'area d'intervento l'elemento di maggiore rilevanza è costituito dalla perimetrazione del vasto sito inquinato di Assemmini in cui si inserisce il progetto nella sua interezza. Per questa tipologia di aree il PPR promuove, in collaborazione con gli enti locali, azioni di riqualificazione e rimozione delle cause del degrado. Non sono consentiti interventi o utilizzi che possano pregiudicare le attività di bonifica.

Più in dettaglio, l'area di Assemmini – Macchiareddu in cui si inserisce il progetto è una delle aree del SITO DI INTERESSE NAZIONALE DEL SULCIS IGLESIENTE GUSPINESE, così come individuate ex art.1 del D.M. Ambiente 12 marzo 2003 e perimetrata con Deliberazione della Giunta Regionale n. 27/13 del 01/06/2011 e, in ultimo, con DM 28/10/2016 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (ora MiTE – Ministero della Transizione Ecologica).

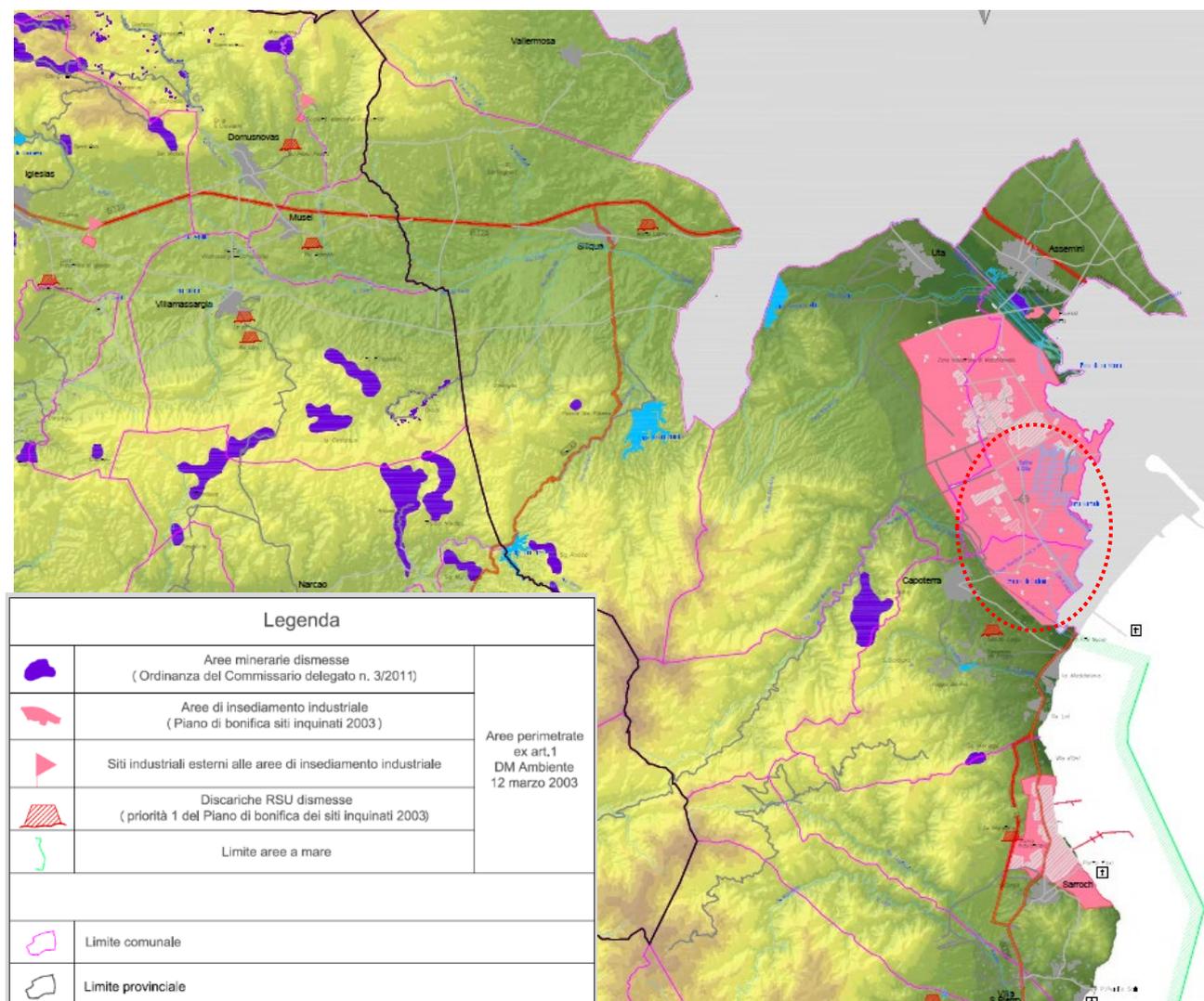


Figura 5.1: Perimetrazione del SIN del Sulcis Iglesiasiente Guspinese, area di Assemmini – Macchiareddu. Nell'ovale è evidenziata l'area di intervento.

PROGETTAZIONE ATI:

Ai sensi dell'art. 242-ter del D.Lgs. 152/06, "Nei siti oggetto di bonifica, inclusi i siti di interesse nazionale, possono essere realizzati [...] opere lineari di pubblico interesse [...] a condizione che detti interventi e opere siano realizzati secondo modalità e tecniche che non pregiudichino né interferiscano con l'esecuzione e il completamento della bonifica, né determinino rischi per la salute dei lavoratori e degli altri fruitori dell'area nel rispetto del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81".

Alla data odierna nell'area in questione sono stati pianificati diversi interventi di bonifica a cura di ENI Rewind.

Le attività di risanamento ambientale riguardano le aree denominate Area Impianti, Isola 5, Area Esterna, area esterna ex discarica Rumianca e Deposito Costiero, oltre agli interventi realizzati a Is Campus di proprietà del Consorzio CACIP. Inoltre, la società ha in corso le attività di bonifica nell'area Radice Pontile di competenza comunale. Per quanto concerne la falda, Eni Rewind gestisce gli interventi di bonifica che prevedono modalità diverse per le singole aree tenuto conto della specificità dei contaminanti. Nel sito sono presenti numerose barriere idrauliche e sistemi di emungimento, sia all'interno che all'esterno, e un impianto di trattamento delle acque di falda con una potenzialità pari a 180 mc/h.

Dal 2003 al 2009 la società ha realizzato la messa in sicurezza di emergenza della falda e dei suoli, ha presentato i piani di caratterizzazione, approvati nel 2009, e le analisi di rischio, più volte rielaborate a seguito delle prescrizioni ricevute dagli enti. A partire dal 2010 la società ha presentato diversi progetti di bonifica per le aree, tutti approvati tra il 2003 e il 2019.

**Si specifica che il progetto definitivo è stato redatto in modo da non determinare interferenze dirette con nessuna delle tre aree sopra individuate, in modo da non ostacolare le attività di bonifica in corso.**

### 5.3. ASSETTO STORICO CULTURALE (ART. 47 PPR)

L'assetto storico culturale è costituito dalle aree e dagli immobili che caratterizzano l'antropizzazione del territorio a seguito di processi storici di lunga durata.

Per tali tipologie di beni si applicano i principi di tutela, conservazione, riqualificazione e valorizzazione specificamente indicati nelle NTA del PPR.

Nell'area vasta di intervento si individuano alcuni beni di natura storica archeologica, comunque tutti piuttosto a una distanza tale dall'asse in progetto da non far presagire impatti significativi, anche indiretti.

L'unico elemento significativo potenzialmente impattato dal progetto è costituito da una zona a rischio archeologico indicata come "insediamento Su Cocceri", approssimativamente alla progr. 9+270 – 9+950 di progetto, coincidente con l'analoga area denominata "Is Campus de S'Atena" riportata nel P.U.C. di Assemini.

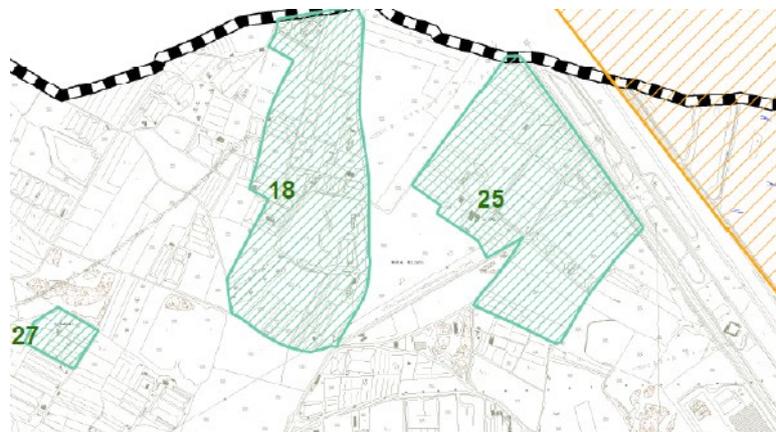


Figura 5.2: perimetrazione area archeologica 25 Is Campus de S'Atena (fonte: PUC Capoterra)

PROGETTAZIONE ATI:

Per questo aspetto, comunque non trascurabile, si rimanda quindi agli approfondimenti propri dello studio del rischio archeologico e alla relativa verifica preventiva dell'interesse archeologico.

#### 5.4. PRESCRIZIONI PER IL SISTEMA DELLE INFRASTRUTTURE (ART. 103 PPR)

Il PPR definisce i criteri che devono ispirare la pianificazione e progettazione del sistema infrastrutturale regionale.

In primo luogo il piano prescrive che gli interventi di nuova infrastrutturazione sono realizzabili solo se:

- riconducibili alla pianificazione di settore;
- ubicati preferibilmente nelle aree di minore pregio paesaggistico;
- progettati sulla base di studi volti alla mitigazione degli impatti visivi e ambientali.

Ciò premesso, per le nuove infrastrutture viarie si raccomanda che i progetti siano ispirati a criteri di elevata qualità architettonica, in armonia con il contesto in cui si inseriscono, valutando le alternative possibili in relazione all'impatto paesaggistico e percettivo.

PROGETTAZIONE ATI:

## 6. ANALISI DELLO STATO DELL'AMBIENTE, DEGLI IMPATTI E DETERMINAZIONE DELLE MISURE

### 6.1. POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

La salute umana è definita dall'Organizzazione Mondiale di Sanità, nel 1946, come *“uno stato di completo benessere fisico, psichico, e sociale, e non semplicemente assenza di malattia”*. La salute è, pertanto, una risorsa che permette alle persone di condurre una vita produttiva sotto il profilo personale, sociale, ed economico. La qualificazione come “pubblica” sottintende che essa non riguarda un solo individuo ma interessa una comunità di cittadini in relazione tra loro e con l'ambiente che li circonda.

In tale contesto il “rischio” è da intendersi come la probabilità del danno alla salute che consegue alla esposizione ad uno specifico fattore di “pericolo”, ossia un elemento/circostanza che ha la potenzialità di causare danni per la salute. Sotto tale aspetto, la presenza di un elemento di pericolo può essere considerata condizione necessaria ma non sufficiente a determinare un reale rischio per la salute, laddove, ad esempio, non sussistano le necessarie condizioni di esposizione al pericolo stesso.

Trattandosi di un argomento che ha un carattere profondamente multidisciplinare, la coerenza/non conflittualità tra l'opera in progetto e il tema della salute pubblica deve essere valutata in primo luogo con riferimento ai principali atti di programmazione di livello nazionale e regionale

**Il Piano Nazionale della Prevenzione 2020-2025** Adottato il 6 agosto 2020 con intesa in Conferenza Stato-Regioni, rappresenta lo strumento fondamentale di pianificazione centrale degli interventi di prevenzione e promozione della salute da realizzare sul territorio nazionale. Esso mira a garantire sia la salute individuale e collettiva sia la sostenibilità del Servizio sanitario nazionale attraverso azioni quanto più possibile basate su evidenze di efficacia, equità e sostenibilità che accompagnano il cittadino in tutte le fasi della vita, nei luoghi in cui vive e lavora.

Il PNP 2020-2025 rafforza una visione che considera la salute come risultato di uno sviluppo armonico e sostenibile dell'essere umano, della natura e dell'ambiente (*One Health*). Pertanto, riconoscendo che la salute delle persone, degli animali e degli ecosistemi sono interconnesse, promuove l'applicazione di un approccio multidisciplinare, intersettoriale e coordinato per affrontare i rischi potenziali o già esistenti che hanno origine dall'interfaccia tra ambiente-animale-ecosistemi

Per agire efficacemente su tutti i determinanti di salute, il Piano opera secondo il principio della “Salute in tutte le Politiche” e conferma l'impegno nella promozione della salute, chiamata a caratterizzare le politiche sanitarie non solo per l'obiettivo di prevenire una o un limitato numero di condizioni patologiche, ma anche per creare nella comunità e nei suoi membri un livello di competenza, resilienza e capacità di controllo (empowerment) che mantenga o migliori il capitale di salute e la qualità della vita.

Il Piano si articola in **sei Macro Obiettivi**:

- Malattie croniche non trasmissibili
- Dipendenze e problemi correlati
- Incidenti stradali e domestici
- Infortuni e incidenti sul lavoro, malattie professionali
- Ambiente, clima e salute
- Malattie infettive prioritarie

Per quanto riguarda l'intervento in progetto, risultano di interesse i seguenti Macro-Obiettivi: **Incidenti stradali** e domestici e **Ambiente, clima e salute**.

#### *Incidenti stradali*

Gli incidenti stradali sono favoriti da alcuni determinanti legati alla persona, quali l'età, le condizioni di salute, l'assunzione di farmaci compromettenti l'attenzione, l'uso di sostanze, l'equilibrio e i riflessi.

PROGETTAZIONE ATI:

Nello specifico, alcuni fattori di rischio sono riconducibili a stili di vita che comportano consumo rischioso e dannoso di alcol e consumo di sostanze psicotrope. Inoltre, bisogna considerare alcuni comportamenti alla guida errati, tra cui i più frequenti sono la distrazione, il mancato rispetto della precedenza, la velocità troppo elevata, l'utilizzo dei cellulari, il mancato utilizzo dei sistemi di protezione. Al verificarsi dell'incidente concorrono, infine, altri determinanti attribuibili alla sicurezza delle strade e alla sicurezza dei veicoli.

L'impatto sociale del fenomeno infortunistico è di estrema rilevanza, non solo a livello sanitario, ma anche dal punto di vista economico. Infatti, le conseguenze in termini di salute sono rappresentate da traumi di diversa gravità, che possono comportare invalidità e, in molti casi, anche morte, con costi sociali e sanitari rilevanti.

Secondo i dati del Report Mondiale sulla sicurezza stradale dell'OMS, gli incidenti stradali sono la prima causa di morte nella fascia di età 5-29 anni. Nell'Unione europea la stima delle conseguenze economiche degli incidenti stradali è molto alta, calcolata tra l'1% e il 3% del prodotto interno lordo di ciascun Paese.

Le strategie promosse dal PNP per avere effetti sulla riduzione del numero e della gravità degli incidenti stradali vertono su programmi di lungo periodo comprendenti:

- la stabilizzazione degli interventi di prevenzione fino a ora attuati,
- l'attuazione di ulteriori misure di prevenzione e, considerata l'etiologia multifattoriale di questa tipologia di incidenti, l'attuazione di interventi che incidano simultaneamente su più fattori di rischio.

Gli interventi che si sono dimostrati efficaci per la riduzione degli incidenti stradali sono distinti sulla base dei tre elementi che concorrono al verificarsi di un incidente stradale:

#### **Strada:**

- integrazione dei dispositivi di sicurezza stradale durante la pianificazione dello sviluppo del territorio e nella pianificazione di città e trasporti;
- **progettazione e costruzione di strade più sicure.**

#### **Macchina:**

- miglioramento dei dispositivi di sicurezza dei veicoli;
- promozione del trasporto pubblico;
- controllo della velocità sulle strade da parte della polizia stradale e adozione di misure di riduzione della velocità della circolazione.

#### **Uomo:**

- elaborazione e applicazione della legislazione in armonizzazione con quella internazionale che prevede l'uso obbligatorio delle cinture di sicurezza, del casco e dei dispositivi di sicurezza in auto per i bambini;
- individuazione e applicazione dei limiti d'alcolemia alla guida che prevedano, se superati, il divieto di condurre veicoli;
- miglioramento del trattamento dei traumatismi in seguito a incidente stradale.

Secondo il PNP, pertanto, la prevenzione degli incidenti stradali richiede un approccio multisettoriale e il coinvolgimento di numerose Istituzioni.

#### **Ambiente, clima e salute**

L'ambiente, nella sua accezione più completa e complessa, comprensiva di stili di vita, condizioni sociali ed economiche, è un determinante fondamentale per il benessere psicofisico e quindi per la salute delle persone e delle popolazioni.

Nel PNP si individuano le seguenti categorie di fattori di rischio per il macro obiettivo ambiente, clima e salute:

PROGETTAZIONE ATI:

- Esposizione ad agenti chimici, fisici e microbiologici in ambienti indoor e outdoor;
- Cambiamenti climatici ed eventi meteorologici estremi.
- Settorialità di norme e competenze delle attività di sorveglianza sanitaria e monitoraggio ambientale;
- Frammentazione delle competenze e carenza di sinergie tra attività di prevenzione e promozione della salute del SSN e attività di tutela ambientale del SNPA;
- Scarsa rilevanza delle tematiche ambiente e salute nelle politiche di altri settori: trasporti, edilizia, urbanistica, agricoltura, energia, rifiuti, istruzioni;
- Inadeguata applicazione degli strumenti a supporto delle amministrazioni per la valutazione e gestione degli impatti sulla salute di problematiche ambientali.

Per quanto riguarda gli aspetti attinenti al settore dei trasporti, il PNP ritiene necessario promuovere modalità di trasporto che favoriscano stili di vita sani, supportando la definizione dei Piani Urbani di mobilità sostenibile (PUMS) e ponendo particolare attenzione alla promozione della pedonabilità e della ciclabilità per un'utenza allargata, soprattutto nei percorsi casa-scuola e casa-lavoro.

Il **Piano Nazionale della Prevenzione (PNP) della Regione Sardegna** rappresenta il quadro strategico di riferimento per le attività di prevenzione e di promozione della salute da realizzare nel contesto regionale.

In coerenza con il PNP, il PRP 2020-2025 della Regione Sardegna è articolato in dieci Programmi Predefiniti (PP) e tre Programmi Liberi (PL):

Avendo a riferimento all'opera in progetto, la Regione Sardegna non prevede azioni specifiche con riguardo al macro-obiettivo nazionale costituito dagli "incidenti stradali", ma contempla invece il macro-obiettivo "Ambiente, clima e salute".

Con riferimento a questo ultimo aspetto, la Regione promuove in particolare iniziative di informazione e sensibilizzazione sugli stili di vita ecosostenibili incentrati su:

- risparmio energetico
- risparmio e tutela dell'acqua
- mobilità sostenibile.

#### **6.1.1. ANALISI DEGLI IMPATTI E DELLE MISURE IN FASE DI CANTIERE**

La stima degli impatti potenziali sulla popolazione e la salute umana derivanti dalle attività previste in fase di costruzione va effettuata con riferimento a:

- la presenza di cause significative di rischio per la salute umana connesse con le attività di cantiere, derivanti dalla possibile generazione/emissione/diffusione di: microrganismi patogeni; sostanze chimiche e componenti di natura biologica; inquinanti atmosferici; rumore e vibrazioni.
- Rischi eco-tossicologici potenzialmente rilevanti dal punto di vista sanitario (acuti e cronici, a carattere reversibile ed irreversibile);
- La gestione delle eventuali sostanze/materiali inquinanti presenti e/o manipolati nell'ambito del cantiere.
- la definizione dei livelli di qualità e sicurezza intrinseca del cantiere, inteso come ambito lavorativo e come sistema potenzialmente interferente con altre attività dell'uomo esterne ad esso.

Con riferimento al caso in esame, occorre preliminarmente evidenziare che il territorio in cui si inserisce l'opera presenta una scarsa antropizzazione e una bassissima densità abitativa con pochi ricettori isolati, e l'assenza di ricettori particolarmente sensibili.

Nello specifico, con riferimento alle attività di cantiere, i fattori che possono, potenzialmente, generare un rischio per la salute umana sono quelli relativi a:

PROGETTAZIONE ATI:

- inquinamento atmosferico,
- emissioni sonore e di vibrazioni.
- la gestione dei rifiuti prodotti dal cantiere;
- la manipolazione di sostanze potenzialmente tossiche o inquinanti;
- la sicurezza dei cantieri, con riferimento sia ai lavoratori sia agli utenti che attualmente utilizzano la strada esistente in adeguamento (rischio di incidenti stradali).

Per quanto riguarda l'inquinamento atmosferico e acustico le interferenze prodotte dalle attività di cantiere sullo stato di salute della popolazione circostante, possono ritenersi poco significative anche in virtù della scarsissima presenza di ricettori.

Saranno comunque previsti dei punti di monitoraggio in fase di cantiere per verificare i livelli di emissioni durante i lavori.

Per quanto riguarda la gestione dei rifiuti prodotti dal cantiere e la manipolazione di sostanze potenzialmente tossiche o inquinanti, la prevenzione/mitigazione dell'impatto è necessariamente demandata al rigoroso rispetto delle procedure previste per legge per ogni categoria specifica di rifiuto prodotto o di sostanza utilizzata. Un più si dovrà avere cura di promuovere, per quanto possibile, il recupero/riciclo sia dei rifiuti sia dei materiali classificabili come sottoprodotti.

In tal senso una buona pratica di cantiere è quella di dotare ogni area di apposite "isole" per la raccolta differenziata dei rifiuti sensibilizzando preventivamente i lavoratori per un corretto uso delle stesse.

In merito alla sicurezza dei cantieri, un fattore di rischio per la salute umana, per un cantiere come quello in esame che prevede lavorazioni in prossimità di strade in esercizio, è costituito dagli incidenti che si possono verificare, ad esempio, per via di una errata interpretazione o comprensione della modifica provvisoria della viabilità e/o dei segnali di pericolo o della cartellonistica.

In tal senso si raccomanda, al di là delle dotazioni minime previste per legge, di adottare sistemi di segnalamento particolarmente efficaci in tutti i tratti in cui saranno effettuate lavorazioni in soggezione di traffico, con relative deviazioni, restringimenti o incanalamenti che possono configurare situazioni di incertezza e pericolo per l'utenza. Tali sistemi possono essere costituiti orientativamente da:

- pannelli a messaggio variabile su carrello mobile manovrabile con automezzo;
- impianti luminosi sequenziali a led;
- sbandieratori stradali elettromeccanici;
- strisce sonore e bande di rallentamento;
- marker stradali (occhi di gatto) a led sulle strisce delle corsie provvisorie;
- rilevatori elettronici di velocità mobili attrezzati su carrello.



Figura 6.1: esempi di sistemi di segnalazione e monitoraggio della velocità

### 6.1.2. ANALISI DEGLI IMPATTI E DELLE MISURE IN FASE DI ESERCIZIO

Facendo riferimento a quanto illustrato nell'analisi dello scenario di base, e in linea con gli obiettivi definiti dal Piano Nazionale della Prevenzione 2020-2025, la valutazione degli impatti potenziali sulla popolazione e la salute umana derivanti dalla fase di esercizio dell'opera sono riconducibili a:

- Obiettivo **Ambiente, clima e salute**: introduzione di cause significative di rischio per la salute umana connesse a fattori come la produzione di inquinanti atmosferici (CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>...), rumore e vibrazioni, inquinamento di suoli o acque, inquinamento luminoso;
- Obiettivo **Incidenti stradali**: aumento dei fattori di rischio connessi ai livelli di traffico nonché alla sicurezza intrinseca dell'infrastruttura.

Per quanto riguarda l'inquinamento atmosferico e quello acustico, alla luce delle analisi riportate negli appositi capitoli specialistici, si può affermare che le interferenze prodotte dalla nuova infrastruttura sullo stato di salute della popolazione circostante, saranno poco significative.

In merito ai rischi di inquinamento di suoli o acque, essi sono riconducibili allo sversamento di sostanze inquinanti dovute, in condizioni normali, al dilavamento della piattaforma stradale o, in casi eccezionali, a fattori di rischio come ad esempio gli incidenti stradali.

Per tali aspetti si evidenzia che il progetto prevede, diversamente dalla situazione attuale, la creazione di una rete di captazione delle acque di piattaforma che convoglia le stesse nei ricettori finali individuati in progetto, evitandone lo sversamento indiscriminato nel territorio.

Inoltre, per quanto riguarda la sicurezza ossia, più in dettaglio, il rischio connesso all'incidentalità, è evidente che l'impatto dell'opera deve essere ritenuto positivo, in quanto la nuova infrastruttura in progetto presenta maggiori garanzie di sicurezza sotto il profilo geometrico-funzionale e della

PROGETTAZIONE ATI:

dotazione di elementi di sicurezza adeguati alle più recenti normative (barriere di ritenuta, segnalamento, ecc.) rispetto a quella attuale.

In tal senso il progetto si pone in linea con gli obiettivi del PNP laddove quest'ultimo individua, tra i fattori di prevenzione dei rischi legati all'incidentalità stradale, la progettazione e costruzione di strade più sicure.

## 6.2. BIODIVERSITÀ

Il contesto di studio si colloca in area completamente antropizzata, caratterizzato morfologicamente da una pianura alluvionale ed in generale da un'elevata omogeneità paesaggistica.

L'area di intervento che si sviluppa da Sud verso Nord sarà inserita in un mosaico territoriale determinato dal contesto industriale e da aree agricole. Il tracciato stradale, senza soluzione di continuità, passa a Est non lontano dalla città di Cagliari, e a Sud dall'area portuale. Nel settore occidentale, caratterizzato da rilievi collinari e montuosi, sono presenti foreste di carattere mediterraneo (boschi a dominanza di leccio).

Sul piano fitoclimatico, l'area d'intervento risulta completamente inclusa nel macroclima mediterraneo, bioclima mediterraneo oceanico ombrotipo secco, macroclima termomediterraneo.

Per la valutazione dei dati climatici dell'area si è fatto riferimento alla stazione meteorologica di Cagliari che risulta essere la più antica della Sardegna, disponendo in modo continuativo di dati termopluviometrici dal 1893 ad oggi. L'andamento pluviometrico stagionale è contraddistinto da un minimo di piovosità estiva e da un massimo autunno-invernale. Le precipitazioni, espresse in mm, sono comprese tra 153,4 (2001) e 632,4 (1976), con una media annua di 394,1 e sono distribuite in 57 giorni 25 piovosi. Il mese di luglio presenta il minor numero di giorni piovosi e la quantità più bassa di precipitazioni, mentre i mesi più piovosi sono novembre e dicembre.

I mesi più freddi sono gennaio e febbraio, mentre quelli più caldi sono luglio e agosto, durante i quali la temperatura massima giornaliera supera frequentemente i 40°C. Utilizzando i dati termopluviometrici sono stati infine determinati alcuni tra i più significativi indici fitoclimatici, allo scopo di trovare le correlazioni tra gli elementi fisici e i caratteri biologici e, quindi, mettere in relazione il clima con la flora e la vegetazione.

L'analisi su area vasta che ha come baricentro l'area di intervento evidenzia un complesso mosaico di comunità vegetali quale conseguenza della variabilità delle componenti litologiche e geomorfologiche che occupano porzioni diverse del territorio.

L'analisi dei dati floristici e vegetazionali ha consentito di verificare la presenza di due habitat della rete Natura 2000 ovvero il 1410 e il 1510\*, incluso quest'ultimo come prioritario nell'Allegato I della Direttiva 92/43/CEE e già contemplato tra i 12 habitat riportati nel formulario standard della ZSC ITB040023 – “Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla”, confinante/adiacente all'area di intervento.



**Figura 6.2:** Individuazione del sito di intervento (tratto in nero) rispetto alla presenza dei siti della rete Natura 2000. L'area con il perimetro in verde identifica la ZSC "Stagno di Cagliari, saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" (ITB040023)

Le "zone umide" sono tra le aree col più elevato livello di biodiversità. Infatti, la loro varietà ambientale ed ecologica esprime l'habitat di elezione di moltissime specie di piante e animali, sia in termini qualitativi che quantitativi.

Gli ecosistemi costieri di transizione sono caratterizzati da gradienti di molti importanti fattori ambientali, quali il ricambio idrico, la salinità, la struttura dei sedimenti, la torbidità ed il carico dei nutrienti. Il gradiente di transizione è generalmente orientato perpendicolarmente alla linea di costa, dal mare verso l'entroterra principalmente lungo l'asse dell'estuario, dei rami fluviali o delle loro estensioni nei bacini lagunari, dando origine ad un cambiamento progressivo da mare verso terra dell'habitat e di conseguenza delle comunità biotiche che abitano questi ambienti. A mano a mano che ci si addentra in un sistema di transizione si assiste alla progressiva riduzione del numero di specie: questo fenomeno si verifica sia procedendo dal mare verso terra ferma, sia procedendo dal fiume verso il mare, con un minimo di biodiversità nella zona d'incontro tra fiume e mare. L'accumulo di sostanza organica in zone soggette a lento ricambio e lo scarso idrodinamismo giocano un ruolo chiave nella disponibilità di ossigeno che diviene un fattore fortemente limitante, aumentando la vulnerabilità delle biocenosi.

Tra le complesse comunità animali che vivono nelle lagune salmastre, sono gli uccelli che maggiormente attirano l'attenzione per l'elevata concentrazione di specie e soprattutto per le numerose forme, colori, adattamenti evolutivi, che consentono loro di occupare le più disparate nicchie ecologiche offerte dalle zone umide.

### 6.2.1. ANALISI DEGLI IMPATTI E DELLE MISURE IN FASE DI CANTIERE E DI ESERCIZIO

Successivamente alla caratterizzazione delle componenti ambientali, che fornisce la condizione di riferimento o scenario di base, si procede con l'individuazione di tutti i fattori che potrebbero influire negativamente sulla biodiversità, a seguito dell'esecuzione delle diverse azioni di progetto.

L'analisi degli impatti è stata di tipo qualitativo:

PROGETTAZIONE ATI:

per la componente vegetazione sono state realizzate delle carte tematiche (Carta della vegetazione reale, Carta delle serie di vegetazione, Carta delle Unità ecosistemiche e delle reti ecologiche) che hanno permesso di valutare attraverso la sovrapposizione di queste con l'area di intervento così da valutare la possibile interferenza tra la componente "vegetazione" con l'opera in progetto; per le specie animali sono stati sviluppati modelli di idoneità ambientale usando un approccio deterministico. La selezione delle specie è stata effettuata basandosi sia su criteri scientifici (abbondanza nell'area di rilevamento, rappresentatività delle specie per la descrizione dell'ambiente, presenza nei diversi periodi dell'anno), sia sulla base di caratteristiche che ne rendono relativamente semplice l'osservazione ed il riconoscimento.

Tale studio ha permesso di evidenziare i seguenti elementi di rilievo:

- il progetto in esame non interferisce con la Zona Speciale di Conservazione (ZSC) nelle vicinanze è denominata "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla" (ITB040023) presente nell'area;
- in nessun caso, nell'ambito delle aree interessate dal progetto, si determinano sottrazioni di habitat di interesse comunitario o danni a popolazioni di specie floristiche di interesse conservazionistico;
- non vengono utilizzate risorse naturali presenti nei Siti Natura 2000;
- le opere non prevedono l'abbattimento se non in misura minima di vegetazione arborea o arbustiva per cui, per questo specifico caso, non si presentano le condizioni per interventi di mitigazione;

L'analisi qualitativa degli impatti ha permesso di constatare che l'opera progettuale, sia in fase di cantiere che in quella di esercizio, determinerà impatti reversibili e locali/regionali. Nella fase di cantiere gli impatti saranno circoscritti alle attività che porteranno alla realizzazione della strada, mentre nella fase di esercizio gli impatti saranno considerati a lungo termine in quanto strettamente collegati all'utilizzo della strada da parte delle autovetture. Tali impatti tuttavia non sono significativi per le specie e gli habitat esaminati.

Complessivamente, alla luce dell'analisi condotta, si possono escludere effetti significativi sulla componente biodiversità conseguenti alla realizzazione ed all'esercizio del progetto descritto.

Naturalmente l'attuazione di misure di mitigazione come ad esempio la programmazione dei lavori sarà tale da consentire che la fase di cantiere non interferisca con la stagione riproduttiva delle specie faunistiche e, in particolare, dell'ornitofauna, il mantenimento di una limitata velocità dei mezzi di cantiere, in modo tale da ridurre al minimo la sospensione delle polveri e il rischio di collisione con specie dotate di scarsa mobilità come gli invertebrati e i piccoli vertebrati, etc., sarà necessaria per minimizzare gli impatti a carico delle componenti analizzate e per tendere al corretto inserimento delle infrastrutture nel contesto paesaggistico e naturalistico descritto.

### 6.3. SUOLO, USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE

#### 6.3.1. GENERALITÀ E FONTI DEI DATI

Per l'individuazione delle caratteristiche dei suoli nell'area di intervento si è fatto riferimento allo studio promosso dalla Regione Sardegna nell'ambito della predisposizione del Piano Paesaggistico Regionale, e che ha portato alla redazione della *Carta delle Unità delle terre* e della *Carta della capacità d'uso dei suoli*.

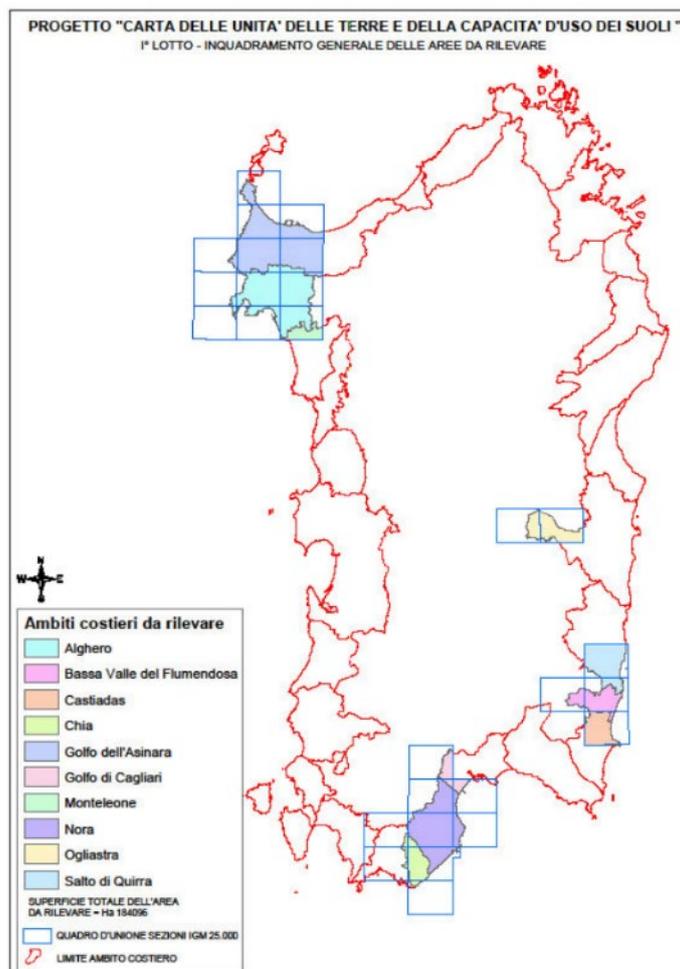


Figura 6.3: Inquadramento delle aree campione

Il progetto ricade nell'ambito dell'areale Pula-Capoterra, che è costituito da rilievi per lo più arrotondati, a tratti con versanti ripidi e aspri, rivestiti da boschi di leccio, macchia mediterranea e prati pascolo.

Alla base dei rilievi, a formare le ondulate piane che degradano verso il mare, si estendono aree utilizzate per l'agricoltura intensiva (orti e vigne) e per il pascolo. Localmente, affiorano bruscamente dalla pianura rilievi di rocce vulcaniche. A Ovest le piane alluvionali si intersecano con i sedimenti delle saline e dello stagno di Cagliari. La linea di costa alterna spiagge sabbiose e ciottolose a basse scogliere.

La riforma agraria degli anni '50 ha ridisegnato geometricamente le forme naturali di alcune piane (Santa Margherita di Pula), imprimendo al paesaggio agricolo il segno del suo passaggio.

PROGETTAZIONE ATI:

Per quanto riguarda l'area di intervento, si riconoscono essenzialmente due unità di terre interessate dal progetto.

La prima, più a nord è contrassegnata con il codice **DAP 0**, e presenta le seguenti caratteristiche:

- **Uso del suolo e copertura vegetale prevalente:** Aree ad uso agricolo con prevalenza di seminativi non irrigui. Presenti anche oliveti, sistemi colturali e particolari complessi, vigneti e frutteti. Secondariamente, aree a ricolonizzazione naturale e limitate estensioni di macchia e gariga.
- **Principali limitazioni d'uso:** Drenaggio interno generalmente lento. A tratti, scheletro dell'orizzonte superficiale frequente e drenaggio interno molto lento. In aree molto limitate, elevata salinità e sodicità determinate dall'uso di acque irrigue di scarsa qualità.
- **Indirizzi per la tutela e conservazione del suolo:** Suoli da marginalmente a moderatamente arabili. I primi necessitano di interventi di sistemazione idraulico agraria finalizzata al miglioramento del drenaggio interno e l'adozione di misure di miglioramento della fertilità. I secondi necessitano l'adozione di misure di mantenimento e conservazione della fertilità e di contenimento del consumo di suolo, soprattutto se irreversibile e se determinato da interventi non pertinenti con gli usi agricoli attuali e potenziali. Laddove necessario, adozione di misure e pratiche per la riduzione e il controllo della salinità e della sodicità. Inclusione di suoli non arabili.

La seconda, più a sud è contrassegnata con il codice **ATG**, e presenta le seguenti caratteristiche:

- **Uso del suolo e copertura vegetale prevalente:** Ampia presenza di terreni ad utilizzazione agricola non specializzata, a prevalenza di seminativi e, subordinatamente, colture legnose (agrumeti, vigneti); localmente terreni a riposo, talvolta pascolati. Aree incolte o con vegetazione naturale a garighe di degradazione vegetazionale e macchia mediterranea; localmente terreni arbustati o arborati utilizzati a pascolo.
- **Principali limitazioni d'uso:** A tratti: erosione idrica laminare debole, pietrosità superficiale frequente, scheletro nell'orizzonte superficiale da frequente a abbondante, capacità di acqua disponibile da bassa a molto bassa, drenaggio interno eccessivo. In aree molto limitate, elevata salinità e sodicità determinate dall'uso di acque irrigue di scarsa qualità.
- **Indirizzi per la tutela e conservazione del suolo:** Suoli generalmente arabili, con limitazioni localmente molto severe e a moderata o bassa attitudine agricola. Necessaria l'adozione di misure agronomiche di miglioramento della fertilità, contenimento del consumo di suolo, soprattutto se irreversibile e se determinato da interventi non pertinenti con gli usi agricoli attuali e potenziali. Laddove necessario, adozione di misure e pratiche per la riduzione e il controllo della salinità e della sodicità. Nei settori prossimi o adiacenti ai corsi d'acqua, possono essere necessari interventi di manutenzione della copertura vegetale autoctona. Localmente, interventi di bonifica ambientale, rimozione di materiali inerti e discariche di rifiuti. Evitare l'attività di cava. Evitare la cementificazione dei suoli.

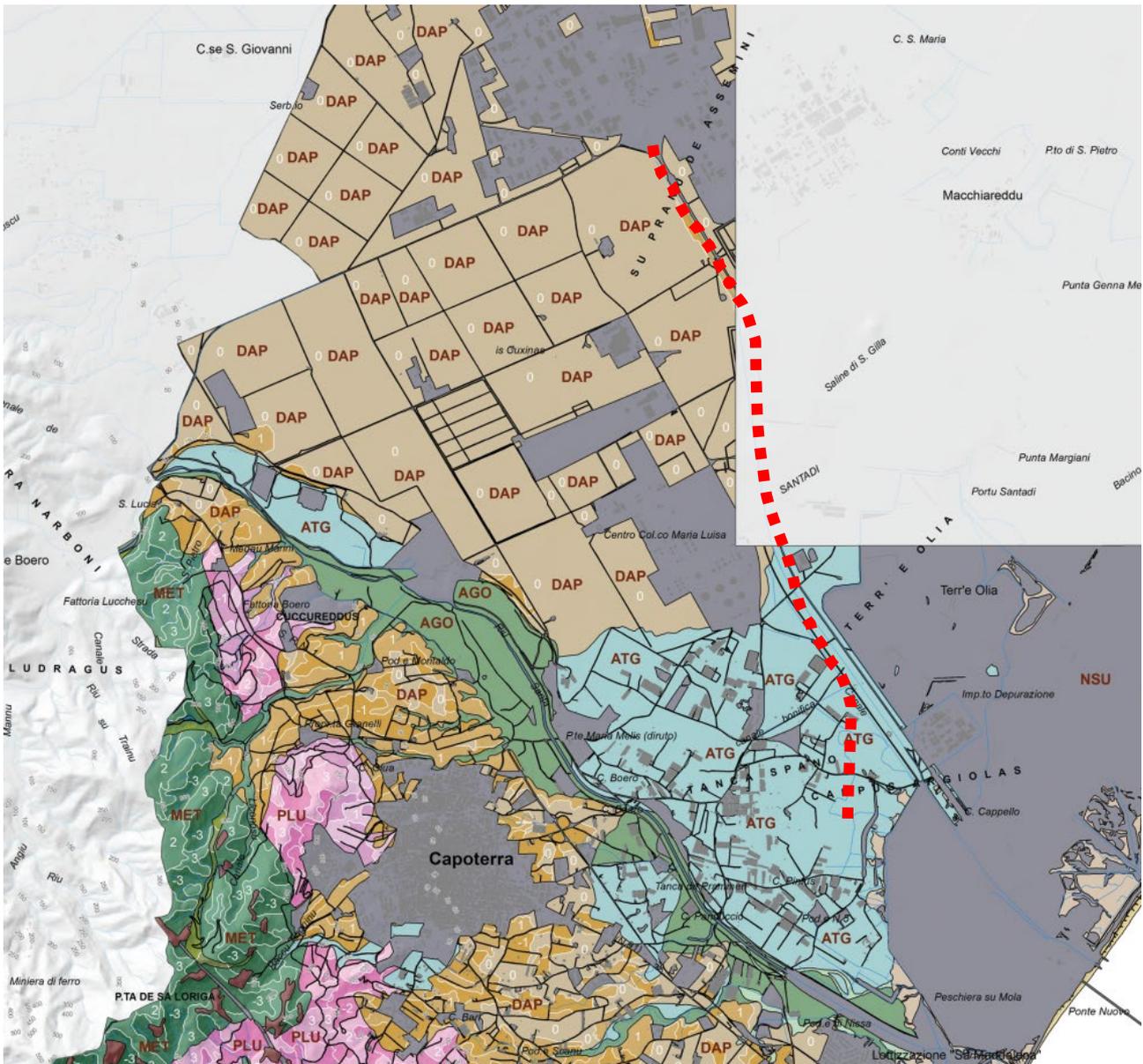


Figura 6.4: Carta dell'Unità delle Terre – area di intervento

### 6.3.2. CAPACITÀ DELL'USO DEL SUOLO

Per ognuno dei suoli appartenenti a ciascuna Unità delle Terre (UdT) precedentemente delineate è stato applicato lo schema di Capacità d'uso dei suoli (Land Capability Classification). Tramite l'analisi assistita del pedologo è stato identificato un insieme di suoli (classificati anche per classi e sottoclassi di LCC) che nella Legenda descrittiva concorrono a raffigurare le singole delineazioni delle diverse Unità di Terre (UdT).

Per ogni UdT delle quattro aree campione sono state indicate le principali limitazioni d'uso (legate principalmente a caratteri limitanti riscontrati nei suoli, o dovuti alla pendenza e alla quota) e gli indirizzi per la tutela e conservazione del suolo relativamente agli utilizzi agrosilvo-naturali.

L'unione di UdT con sottoclassi di LCC omogenee ha portato alla creazione della Carta di capacità d'uso dei suoli e della relativa Legenda descrittiva.

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 6.5: Carta della Capacità delle Terre – area di intervento

Nell'area di intervento si riconoscono essenzialmente le seguenti categorie riguardanti la capacità delle terre:

- **CLASSE III:** Suoli che hanno severe limitazioni che riducono le alternative colturali e/o che richiedono speciali pratiche di conservazione.
- **CLASSE IV:** Suoli che hanno limitazioni molto severe che restringono la scelta delle colture e/o richiedono rigorose tecniche conservative.

A entrambe tali classi è associata la sottoclasse "w", cui vengono ascritte tutte le limitazioni connesse a eccesso di acqua nel suolo, quali difficoltà di drenaggio interno, eccessiva umidità, elevati rischi di esondazione; solo nella parte più a sud dell'intervento sono associate anche le sottoclassi "e" e "s" che indicano, rispettivamente, limitazioni riguardanti le caratteristiche intrinseche dei suoli e i rischi di erosione.

PROGETTAZIONE ATI:

### 6.3.3. USO DEL SUOLO ATTUALE

Adottando il metodo di classificazione Corine land cover (CLC), e basandosi sulla Carta dell'uso del suolo elaborata a cura della Regione Sardegna (agg. 2008) si evidenzia che l'elemento prevalente interferito dal progetto è costituito dalle aree a seminativi semplici (in giallo nella figura), che nel tratto più a nord presentano vasti appezzamenti di forma regolare, mentre a sud si presentano maggiormente parcellizzate e intercalate da colture in serra e orticole e frutteti, spesso costituiti da oliveti. Essi afferiscono alla categoria dei seminativi irrigui, ossia alle colture irrigate stabilmente e periodicamente grazie a un'infrastruttura permanente (canale d'irrigazione, rete di drenaggio, impianto di prelievo e pompaggio di acque). La maggior parte di queste colture non potrebbe realizzarsi senza l'apporto artificiale di acqua.

Ovviamente anche la componente industriale (aree in violetto) è fortemente rappresentata nell'area, data la decennale destinazione d'uso dei luoghi.

Gli elementi naturali sono relegati alle formazioni riparie poste lungo i canali e a margine delle saline, in genere caratterizzate da vegetazione non arborea, facendo eccezione per alcune fasce di eucalipti presenti in più punti lungo il tracciato. Tutta la zona a est è dominata dalla presenza delle saline.

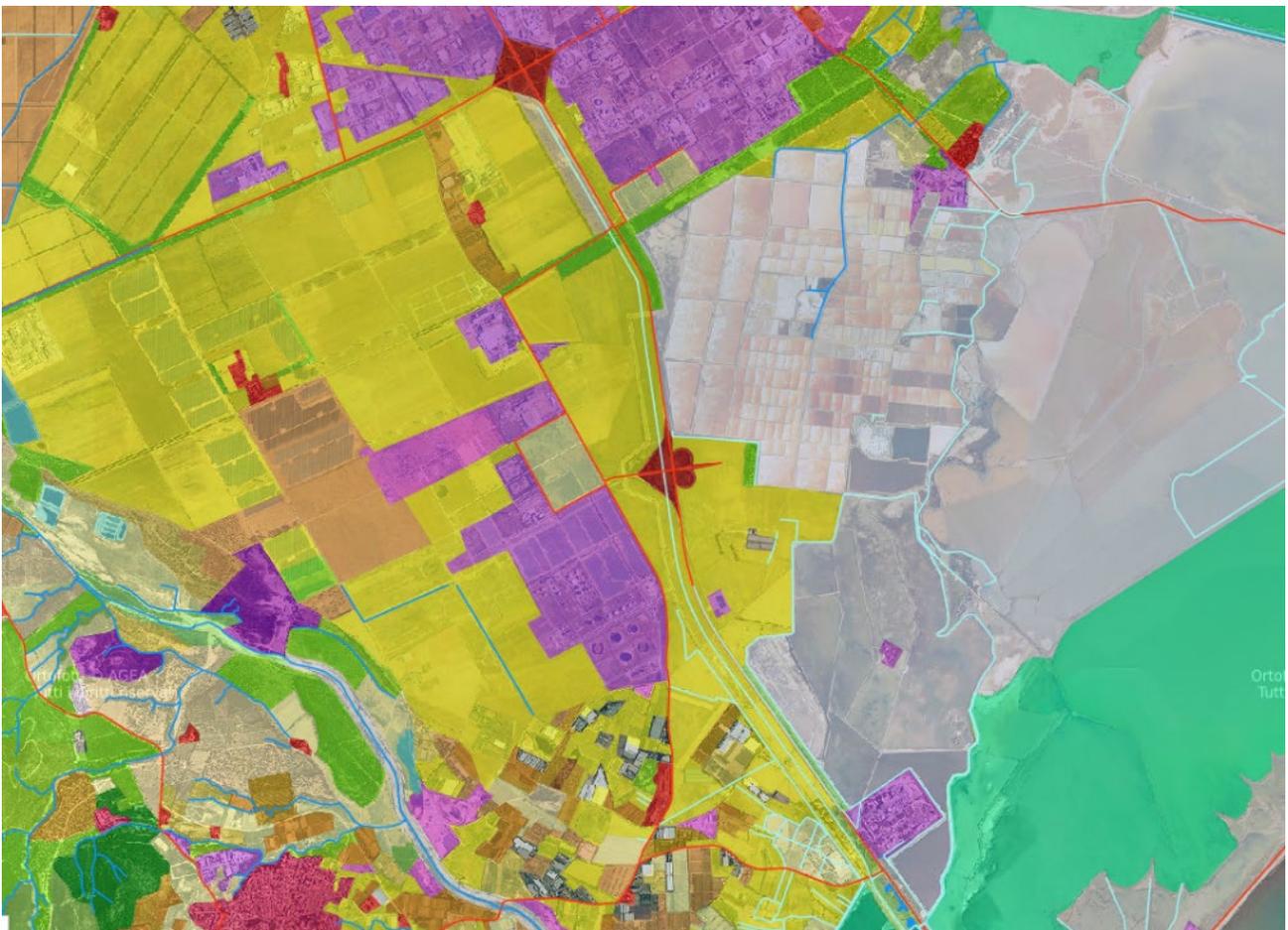


Figura 6.6: Stralcio dalla carta dell'uso del suolo

### 6.3.4. PATRIMONIO AGROALIMENTARE

L'industria alimentare riveste ancora un ruolo di primo piano all'interno dell'economia della regione sarda, grazie alla produzione di materie prime di alcune zone particolarmente orientate all'attività

PROGETTAZIONE ATI:

agricola. Nel 2020 l'agroalimentare, con circa 46 mila attività e poco meno di 75 mila addetti, è risultata la prima filiera in Sardegna per incidenza del numero di imprese (32% del totale regionale). La Sardegna, sia pure con le peculiarità proprie di ogni territorio, si avvale di impianti di trasformazione di prodotti alimentari diffusi in modo abbastanza omogeneo in tutta la regione.

Il settore dell'industria alimentare si differenzia e si affianca alle produzioni agricole del territorio, in cui opera in modo particolare nell'ambito delle produzioni lattiero casearie e a quelle legate all'allevamento di animali (bovini, suini, caprini ed equini).

Nel periodo più recente l'espansione della base imprenditoriale dell'agroalimentare sardo è ascrivibile principalmente al comparto agricolo, seguito dalle ottime performance delle industrie di trasformazione, mentre è risultato in calo il numero delle attività di commercializzazione.

Le unità sono distribuite prevalentemente nelle province di Cagliari, Sassari e Nuoro. In particolare, nella provincia di Cagliari assume un particolare rilievo il settore della trasformazione alimentare e delle bevande.<sup>1</sup>

Tra le province sarde Cagliari è in testa con 7 prodotti a marchio riconosciuto: facendo riferimento all'elenco delle denominazioni italiane, iscritte nel Registro delle denominazioni di origine protette, delle indicazioni geografiche protette e delle specialità tradizionali garantite (Regolamento UE n. 1151/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio del 21 novembre 2012), aggiornato a maggio 2021, di seguito si elencano i prodotti ricompresi nel territorio cagliaritano:

- n.9: Agnello di Sardegna I.G.P. cat. Carni fresche (e frattaglie);
- n. 45: Carciofo Spinoso di Sardegna D.O.P. cat. Ortofrutticoli e cereali;
- n. 82: Culurgionis d'Ogliastra I.G.P. cat. Pasta alimentare;
- n. 99: Fiore Sardo D.O.P. cat. Formaggi;
- n. 196 Pecorino Romano D.O.P. cat. Formaggi;
- n. 197: Pecorino Sardo D.O.P. cat. Formaggi;
- n. 267: Sardegna D.O.P. cat. Oli e grassi.

Tra i vini si riconoscono, invece, Il Cagliari DOP, il Cannonau di Sardegna DOP, il Monica di Sardegna DOP, il Girò di Cagliari DOP, il Nasco di Cagliari DOC, il Nuragus di Cagliari DOP.

Nella fascia di territorio direttamente interessata dall'intervento in progetto, non risultano essere presenti produzioni agricole connesse ai prodotti di pregio agroalimentare sopra elencati.

### 6.3.5. ANALISI DEGLI IMPATTI E MISURE IN FASE DI CANTIERE

Gli impatti sulla componente suolo e sottosuolo possono essere molto variabili e abbracciare una molteplicità di situazioni in funzione del contesto e delle azioni esercitate dal progetto.

Per quanto riguarda l'impatto concernente il consumo di suolo, si osserva che, a titolo preventivo, nell'ambito del presente progetto si è tenuto conto dei seguenti requisiti per l'individuazione delle aree da adibire al Cantiere Base ed ai Cantieri Operativi:

- Aree di estensione minima necessaria per consentire l'espletamento delle attività e delle lavorazioni previste;
- agevole accesso viario e preesistenza di strade minori per gli accessi, allo scopo di evitare la realizzazione di nuova viabilità di servizio;
- esclusione di aree di rilevante interesse agricolo o ambientale o soggette a vincoli e prescrizioni limitative all'uso del territorio, e massima riduzione dell'induzione al contorno di potenziali interferenze ambientali;
- caratteristiche pianeggianti, allo scopo di evitare pendii o luoghi eccessivamente acclivi, in cui si dovessero rendere necessari lavori di sbancamento o riporto con conseguente modifica della morfologia del territorio.

<sup>1</sup> fonte: sistema informativo del lavoro in Sardegna – Assessorato dell'Industria - Sardegnaimpresa



Figura 6.7: vista dell'area scelta per l'insediamento del cantiere base

Oltre a ciò, si prevede che tutte le aree di cantiere non direttamente occupate dal sedime dell'infrastruttura in progetto al termine dei lavori vengano interamente recuperate all'uso originario. L'impatto negativo derivante dall'occupazione del suolo da parte dei cantieri avrà un carattere temporaneo, in quanto legato alle fasi realizzative dell'opera, e reversibile.

Allo stesso modo deve ritenersi del tutto irrilevante il potenziale impatto sul patrimonio agroalimentare o sulla vocazione agroalimentare del territorio.

Per quanto concerne la salvaguardia del suolo inteso come risorsa, in fase di preparazione delle aree di cantiere e delle piste sarà effettuato lo scotico e l'accantonamento del terreno vegetale in aree opportunamente individuate, evitando che venga alterato o mescolato con quello di scavo.

Il terreno vegetale accantonato sarà quindi utilizzato per il ripristino delle aree di cantiere, l'inerbimento delle scarpate stradali, e per la messa a dimora degli esemplari arborei ed arbustivi nelle aree a verde previste in progetto.

Per limitare i rischi di inquinamento/contaminazione del suolo agricolo, sia delle aree direttamente interessate dai cantieri sia di quelle immediatamente prossime, si adotteranno in linea generale i sistemi individuati e descritti relativamente alle acque superficiali e profonde (sistemi di contenimento del rischio di dispersione di inquinanti) e all'atmosfera (contenimento delle polveri), cui si rimanda.

### 6.3.6. ANALISI DEGLI IMPATTI E DELLE MISURE IN FASE DI ESERCIZIO

Gli impatti sulla componente suolo e sottosuolo in fase di esercizio assumono rilievo in relazione a:

- Il consumo di suolo, inteso come occupazione di aree precedentemente destinate a un uso differente rispetto a quello previsto in progetto;
- La riduzione del livello di accessibilità del territorio per effetto dell'introduzione di elementi in grado di configurarsi come barriere o ostacoli;
- Il potenziale depauperamento del suolo, inteso come risorsa produttiva e con specifico riferimento all'uso agricolo, e dovuto a fenomeni di alterazione/inquinamento della risorsa;

PROGETTAZIONE ATI:

- Le conseguenti modifiche del patrimonio agroalimentare e il grado di riduzione della vocazione agroalimentare del territorio per effetto degli impatti descritti ai punti precedenti.

Per quanto riguarda l'impatto concernente il consumo di suolo, si deve osservare che il progetto si inserisce in un corridoio in parte già infrastrutturato e prevede, in particolare da inizio intervento fino alla prog 7+900, l'adeguamento in sede della strada già esistente.

Basti pensare che, su una superficie complessiva dell'impronta a terra dell'infrastruttura pari a circa 33,5 ha (comprese aree intercluse degli snodi), solo 6 ha, pari a circa il 18%, sono costituite da aree ad uso agricolo, mentre le restanti sono aree riconducibili ad ambiti pertinenziali delle infrastrutture a rete (stradali e impiantistiche) già esistenti nell'area.

L'impatto quindi, pur essendo irreversibile (avendo a riferimento la vita utile dell'opera), può essere considerato di moderata entità.

Anche l'impatto dovuto alla riduzione del livello di accessibilità del territorio può essere giudicato irrilevante se non positivo, sia perché, a livello di rete, la realizzazione dell'infrastruttura stessa costituisce un elemento di miglioramento del sistema di interconnessione dell'area, sia perché, a livello strettamente locale, tutti i collegamenti e le relazioni preesistenti vengono rigorosamente preservati mediante la realizzazione di opere di attraversamento/ricucitura della viabilità locale.

Per quanto concerne il rischio di inquinamento/contaminazione del suolo agricolo, esso è essenzialmente dovuto allo scarico delle acque di dilavamento della piattaforma stradale e può assumere un rilievo significativo nel caso di sversamenti accidentali dovuti, ad esempio, a incidenti stradali. Riguardo a tale aspetto, si ravvisa che il progetto prevede, diversamente dalla situazione attuale, un adeguato sistema di raccolta e canalizzazione delle acque di dilavamento della piattaforma stradale, che vengono convogliate in appositi ricettori evitando lo sversamento indiscriminato nel suolo.

Tale aspetto costituisce pertanto un miglioramento rispetto alla condizione presente della strada dorsale CASIC, in quanto, anche in caso di evento accidentale, consente di intervenire con maggiore efficacia per arginare lo spandimento degli inquinanti.

Si può quindi concludere che la realizzazione dell'asse in progetto non determinerà, nella fase di esercizio, impatti significativi e irreversibili sul suolo/sottosuolo e sulla vocazione agroalimentare locale, e che verosimilmente comporterà alcuni miglioramenti soprattutto con riferimento al controllo degli sversamenti delle acque di piattaforma.

## 6.4. GEOLOGIA E ACQUE

### 6.4.1. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area in studio è situata all'interno della porzione sud-occidentale della pianura del Campidano meridionale compresa tra gli abitati di Assemmini, Uta e Capoterra. Tale settore di pianura è delimitato dal margine dei rilievi del massiccio del Sulcis (Monti di Capoterra) a sud-ovest, il Golfo di Cagliari a sud e il bacino dello stagno di Santa Gilla ad est. L'andamento morfologico del settore di pianura del Campidano meridionale in esame è subpianeggiante o moderatamente ondulato e degrada verso est con uno sviluppo altimetrico da circa 60 m s.l.m. verso il livello del mare, con una pendenza media dell'1-2%. Il settore in esame è solcato, a nord, dal Rio Cixerri e dal Flumini Mannu e, a sud, dal Rio Santa Lucia.

La piana, di formazione alluvionale-deltizia, è il risultato del colmamento della porzione meridionale del Graben del Campidano, ampia fossa tettonica formatasi nel Pliocene medio-superiore (Cherchi et al., 1978), delimitata a ovest dalla faglia di importanza regionale del Graben, con direzione NWSE; a causa di tale faglia, la transizione morfologica tra i rilievi e le facies alluvionali che colmano il Graben campidanese è evidenziata da una brusca rottura di pendio dalle pendici dei massicci cristallini alla pianura, con conseguente passaggio da una morfologia aspra ed accidentata ad una morfologia di tipo pianeggiante.

La geomorfologia dell'area di progetto dell'opera connessa Nord è influenzata da tre differenti ambienti morfologici:

1. Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu e Laguna di Santa Gilla
2. La piana del Campidano
3. Area collinare/montuosa di Capoterra.



Figure 6-1 Ambienti morfologici su ortofoto

PROGETTAZIONE ATI:

L'area lagunare dello **Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu e Laguna di Santa Gilla** è posta nella zona ad Ovest del progetto, presenta quote mai superiori a 2 m.s.l.m. e pendenze pressoché nulle. L'area in questione è ubicata in un antico fondovalle, scavato dal Rio Mannu e dal Cixerri, colmato con depositi fluviali, palustri e marini. La genesi del sistema stagnale è da ricollegarsi alle recenti oscillazioni del livello del mare che hanno determinato in successive fasi evolutive, la chiusura di un ampio golfo ad opera di barre sabbiose, l'ultima delle quali rappresenta il cordone di La Playa, esteso circa 9 km, la cui deposizione è da riferire alla trasgressione versiliana (6.500 anni fa).

Lo scambio principale delle acque dolci con quelle marine avviene attraverso l'apertura de La Scafa che consente un discreto ricambio delle acque del bacino.

Il processo morfogenetico oggi maggiormente attivo è sicuro quello antropico che si è manifestato attraverso massicci interventi di ingegneria idraulica, viaria e attività industriale.

Nella zona ad Ovest della laguna, propriamente nell'area di progetto, si sviluppa la seconda unità geomorfologica, ossia la **piana del Campidano**, caratterizzata da depositi quaternari costituita da forme dolci e scarsamente acclivi. Nella piana trovano sviluppo sedimenti e materiali talora sciolti per accumulo detritico di falda (specie nella zona pedemontana di transizione alle litologie granitiche), materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali antichi a tessitura prevalentemente sabbiosa e ghiaiosa, materiale a tessitura eterogenea dei depositi di conoide di deiezione torrentizia modellati a glacis.

Lo sviluppo morfologico della piana è stato fortemente condizionato dalle attività antropiche che hanno talora interrotto la continuità dei terrazzi alluvionali. Questi ultimi hanno la classica morfologia piatta, debolmente inclinata verso i corsi d'acqua principali (Rio S. Lucia, Rio S. Girolamo) e la costa.

L'area **collinare/montuosa di Capoterra** al margine occidentale della Piana di Capoterra è una zona caratterizzata da forti dislivelli e ripide pareti rocciose, con condizioni totalmente differenti dalle due aree precedentemente trattate. Quest'area seppur marginale dal punto di vista del progetto in esame, rientra nello studio geomorfologico per la genesi della piana descritta nel punto precedente. Il limite geomorfologico tra la piana e l'area montuosa è netto e di origine tettonica, essendo rappresentato dalla faglia occidentale a grande rigetto del graben campidanese.

## 6.4.2. ASSETTO GEOLOGICO

### 6.4.2.1. Geologia dell'area di interesse progettuale

Il settore in cui si sviluppa il tracciato in oggetto si sviluppa in un contesto prevalentemente pianeggiante, ed è costituita totalmente da depositi quaternari di origine alluvionale, e in minor misura, di natura fluvio-lacustre e marino –lagunare.

Il Quaternario in Sardegna è rappresentato in gran parte da depositi continentali, in particolare, il Pleistocene è caratterizzato dalle cosiddette "Alluvioni Antiche", diffuse in tutta l'Isola, ma in particolare nella piana del Campidano, nel cui margine meridionale ricade l'area di progetto. Si tratta di sedimenti fluviali di conoide e di piana alluvionale, depositi durante le fasi climatiche freddo-aride e reinciati in condizioni caldo-umide. Nell'area in questione l'Olocene è rappresentato da depositi ghiaioso-sabbiosi di fondovalle e delle piane alluvionali e da depositi limoso-argillosi della laguna.

Le coperture alluvionali sono state deposte in seguito agli apporti detritici dei principali corsi d'acqua, rappresentati, procedendo da ovest verso est, dal Rio Santa Lucia, nella porzione occidentale dell'area di progetto, al Rio Flumini Mannu e Rio Cixerri a nord est.

Tali coperture possono essere distinte in tre ordini di terrazzi, corrispondenti a differenti episodi di deposizione in un periodo compreso tra il Pleistocene Inf. e l'Olocene. L'individuazione dei limiti tra i terrazzi appare di difficile determinazione a causa sia della morfologia (forme piatte con profilo pressoché uniforme), sia del diffuso degrado dato dalla concomitante azione erosiva naturale e dall'intensa attività antropica.

PROGETTAZIONE ATI:

### 6.4.3. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE NELL'AREA DI PROGETTO

Le differenti fasi di sedimentazione della Piana di Capoterra hanno fatto sì che i depositi interessanti l'area di progetto, costituiti principalmente da materiali alluvionali, siano altamente eterogenei. All'interno di tali depositi, caratterizzati da un'alternanza caotica di livelli di varia natura, da ghiaiosi ad argillosi, di età plio-pleistocenica, risiede un unico acquifero caratterizzato da permeabilità variabile in funzione delle differenti caratteristiche idrogeologiche dei depositi.

Il sub-complesso alluvionale superiore, di maggiore interesse dell'area progettuale, è costituito da **depositi di tipo ghiaioso sabbiosi**. Esso è caratterizzato da permeabilità da medio bassa a medio alta a seconda delle presenze di livelli limoso-argillosi. Il sub-complesso alluvionale superiore è sede di un acquifero multistrato, al cui interno sono ospitate la falda superficiale di tipo libero e una falda profonda (localmente articolata in un sistema multifalda) confinata. Il grado di separazione tra la falda superficiale e la falda profonda è molto variabile ed è funzione della presenza e della continuità degli orizzonti argilloso-limosi.

#### 6.4.3.1. Qualità delle acque

Con riferimento alla qualità delle acque, di seguito si sintetizzano i risultati della campagna di monitoraggio elaborati a cura di ARPA Sardegna nel 2020 sulla base delle indagini effettuate nel 2018 – 2019.

In Sardegna sono presenti circa 800 corpi idrici, dei quali circa 117 sono oggetto di monitoraggio con una o più stazioni mediante prelievi di campioni di acqua e di sedimento fluviale.

Con riferimento all'area di interesse in cui si inserisce il progetto, nell'ambito della campagna di monitoraggio sono stati in particolare considerati i seguenti corpi idrici.

- **Riu di Sestu:** si tratta di un breve corso d'acqua di circa 15 km sito più a nord dell'area di intervento, che si sviluppa nell'hinterland cagliaritano e sfocia nella Laguna di S. Gilla. Le analisi effettuate su tale corso d'acqua hanno mostrato elevate concentrazioni di Azoto nitrico, tra 7 e 10 mg/litro, probabilmente dovute alle attività agricole, e una significativa presenza di Escherichia coli (8.000-12.000 UFC/100ml) verosimilmente derivante da scarichi non autorizzati.
- **Flumini mannu:** è uno dei principali corsi d'acqua della Sardegna, che nasce dalle pendici del Gennargentu per proseguire verso sud fino a sboccare nella Laguna di S.Gilla dopo un percorso di circa 42 km. Nelle 3 stazioni esaminate, il fiume ha presentato solo un valore anomalo di Escherichia coli nella stazione più a sud presso Assemini. Si tratta tuttavia di un fenomeno avvenuto solo nel 2019 e non confermato da analisi precedenti.
- **Stagno di Capoterra:** sito immediatamente a sud dell'area di intervento, lo stagno costituisce la propaggine sud della laguna di S.Gilla ed è separato dal mare da una stratta lingua di terra percorsa dall'attuale SS 195 "Sulcitana". In questo bacino si rilevano valori talora molto elevati di Azoto ammoniacale, sebbene con estrema variabilità stagionale e con picchi concentrati soprattutto nel periodo estivo.
- **Stagno di Cagliari:** il bacino dello stagno di Cagliari può essere suddiviso idealmente in due distinti corpi idrici. Quello settentrionale, più prossimo allo sbocco dei suoi tre emissari presenta elevate concentrazioni di Azoto nitrico, mentre quello meridionale mostra concentrazioni molto più modeste man mano che ci si approssima allo sbocco a mare.

#### 6.4.4. ANALISI DEGLI IMPATTI E DELLE MISURE IN FASE DI CANTIERE

Relativamente alla componente **geologia**, nel caso in esame devono essere tenuti presente i seguenti impatti potenziali:

- interferenze con aree contaminate o potenzialmente contaminate e relative attività di bonifica;
- Opere di emungimento e/o iniezione di fluidi o di scavi in sotterraneo, che potrebbero determinare l'insorgere di fenomeni di sollevamento e/o subsidenza del suolo o di sprofondamento della superficie topografica;
- alterazione della stabilità e del comportamento geomeccanico dei terreni.

Relativamente alla componente **acque**, devono essere considerati i seguenti impatti potenziali:

- variazioni delle caratteristiche idrografiche delle aree interferite direttamente e/o indirettamente dal cantiere;
- modifiche temporanee delle caratteristiche idrauliche dei corsi d'acqua superficiali;
- Possibili variazioni dello stato quali-quantitativo e/o delle caratteristiche chimico-fisiche dei corpi idrici superficiali e sotterranei;
- perturbazioni indotte dagli scavi per la realizzazione di opere sotterranee, dagli emungimenti e da ogni altro intervento necessario, sulle dinamiche delle acque sotterranee;
- Impatti causati da scavi e movimentazione di terre che potrebbero interagire con ecosistemi sensibili e/o dar luogo alla diffusione di sostanze nocive e/o pericolose per l'ambiente e la salute umana

Per quanto concerne le interferenze con aree contaminate o potenzialmente contaminate e relative attività di bonifica, si evidenzia che sia il progetto dell'infrastruttura sia la cantierizzazione sono stati redatti avendo cura di non interferire con le zone del sito inquinato di Assemini – Macchiareddu attualmente oggetto di operazioni di bonifica in corso da parte di ENI Rewind.

Relativamente al rischio di alterazione della stabilità e del comportamento geomeccanico dei terreni, si evidenzia che, nel caso in esame, data la morfologia sostanzialmente pianeggiante dei luoghi interessati dagli interventi e l'assenza di scavi in profondità o di realizzazione di importanti opere in sotterraneo, esso deve essere considerato irrilevante nelle fasi di cantiere.

Rimandando alle relazioni geotecniche di progetto per i dettagli, si evidenzia solo che la parte finale del tracciato (circa 150 m in continuità con il successivo lotto attualmente in fase di realizzazione) è caratterizzata da terreni con scarse caratteristiche geotecniche. Solo per tale breve tratto, pertanto, si è previsto il consolidamento del piano di posa dei rilevati con la tecnica del **jet-grouting**.

Per quanto riguarda rischi di alterazione delle caratteristiche idrografiche e idrauliche del territorio, si può affermare che quelli connessi alla fase di realizzazione delle opere saranno di bassa entità, e relegati alle fasi in cui si dovrà intervenire sul canale artificiale Imboi (per la realizzazione della deviazione del canale stesso) e sul Canale di Bonifica Acque Alte (per il ripristino della continuità idraulica).

Per questi interventi si dovrà quindi aver cura di programmare le attività in modo tale che non venga mai interrotta la funzionalità idraulica dei canali durante le lavorazioni.

Di contro, per un cantiere come quello in esame uno degli impatti più probabili/frequenti è costituito dalla possibilità che si verifichino fenomeni di dispersione accidentale di agenti inquinanti, con conseguenti variazioni dello stato quali-quantitativo e/o delle caratteristiche chimico-fisiche dei suoli e dei corpi idrici superficiali e sotterranei

Le cause più probabili di inquinamento possono essere individuate nello spargimento, sul suolo e nei corpi idrici naturali, delle acque di dilavamento provenienti dai piazzali e dalle piste utilizzate per il transito e la sosta degli automezzi e delle macchine di cantiere, o nel rilascio diretto di scarichi di acque nere o di rifiuti con elevato contenuto di metalli pesanti (Pb, Fe, Cd), o ancora negli sversamenti

PROGETTAZIONE ATI:

accidentali di sostanze inquinanti e/o tossiche che possono avvenire nel corso delle varie fasi di lavoro.

Inoltre, per quanto riguarda più specificamente le acque profonde, i rischi sono connessi, oltre alla possibile infiltrazione nel terreno di agenti inquinanti, ad alcune tipologie di lavorazione che avvengono in sotterraneo, come ad esempio la realizzazione di fondazioni profonde, pali, ecc.

Di seguito si descrivono pertanto gli accorgimenti previsti per prevenire/mitigare gli impatti sopra descritti.

Come visto in precedenza, negli ultimi 150 m c.ca di tracciato è previsto il **consolidamento del piano di posa dei rilevati con la tecnica del jet-grouting**.

Il Jet Grouting è una tecnica di consolidamento per migliorare meccanicamente un terreno di fondazione; la tecnica jet grouting prevede la disgregazione e il mescolamento del terreno con uno stabilizzante. Questo mescolamento avviene con l'iniezione nel terreno di un fluido cementizio legante ad altissima pressione da ugelli che si trovano sulle aste di trivellazione; Il jet grouting prevede dapprima una fase di disgregazione del terreno e poi successivamente di stabilizzazione e compattazione.



Figura 6.8: esempio di macchina per il jet grouting

Nelle fasi di esecuzione dell'intervento si possono pertanto verificare rischi di contaminazione dell'acqua. Al fine di prevenire i rischi di inquinamento indotti dall'impiego dei fanghi bentonitici saranno preferiti pertanto **fanghi del tipo biodegradabile**.

Inoltre, al fine di prevenire i rischi di inquinamento delle acque indotti dai consolidamenti con jet grouting dovranno essere impiegati additivi di protezione della miscela dal dilavamento di tipo idrorepellente (acceleranti di presa) in tutte quelle situazioni in cui possano manifestarsi significativi moti di filtrazione.

Dovrà inoltre essere predisposta un'accurata organizzazione dell'area di cantiere con:

- un rilievo accurato dei sottoservizi e manufatti interrati, esistenti nell'area di lavoro;
- a realizzazione di una vasca di contenimento intorno all'impianto fanghi;
- la realizzazione di fossi di guardia intorno all'area di lavoro e la predisposizione di apposite procedure di emergenza.

Per quanto riguarda le **acque superficiali**, come in precedenza anticipato, l'intervento di deviazione del Canale Imboi e quello sul Canale di Bonifica Acque Alte dovranno essere realizzati evitando l'interruzione della funzionalità delle aste idriche attuali se non per il tempo strettamente necessario all'esecuzione delle opere di riammaglio tra il vecchio e il nuovo manufatto, e in particolare tale

PROGETTAZIONE ATI:

operazione dovrà essere effettuata nei periodi di magra/secca del canale al fine di prevenire qualsiasi fenomeno di dispersione delle acque.

Per quanto riguarda il rischio di **alterazione della qualità delle acque**, il rischio di impatto può essere prevenuto/mitigato tramite l'adozione di buone pratiche di gestione del cantiere e adeguate tecnologie o accorgimenti realizzativi.

Sintetizzando, le principali origini delle acque reflue sono relative a:

- acque meteoriche di dilavamento dei piazzali del cantiere;
- lavaggio ruote dei mezzi che trasportano il materiale scavato ed il calcestruzzo;
- scarichi civili.

Di seguito si riportano le misure da adottare per ognuna delle voci sopra elencate.

Le acque meteoriche provenienti dalle aree esterne e che non interferiscono con l'area di cantiere, saranno raccolte lungo i limiti del cantiere mediante la realizzazione di fossi di guardia provvisori, e convogliate direttamente al recapito finale.

Per quanto riguarda lo smaltimento delle acque meteoriche all'interno dell'area di cantiere dovranno essere previste reti distinte in funzione delle caratteristiche delle aree di cantiere, che prevedano il recapito diretto nel collettore di scarico o in un pozzetto selezionatore da dove la quantità di "prima pioggia" sarà inviata nell'apposito impianto di trattamento.

Le acque meteoriche generate in seguito al dilavamento dei piazzali adibiti a manovra e/o parcheggio, stoccaggio materiali non inerti, stoccaggio rottami ferrosi, potrebbero risultare particolarmente contaminate da inquinanti quali sabbia, terriccio, oli minerali ed idrocarburi, solventi, tracce di metalli.

In conseguenza di ciò i piazzali di lavoro saranno dotati di reti di collettamento che destineranno le acque alle vasche di prima pioggia e successivamente agli impianti di depurazione.

Per evitare infiltrazioni in falda di liquidi inquinanti dovrà essere prevista l'impermeabilizzazione delle aree sensibili, quali le aree di stoccaggio degli oli esausti/liquidi pericolosi. Al fine di evitare il rischio di sversamento di combustibile dai serbatoi di stoccaggio questi saranno posizionati su apposite vasche di contenimento che siano in grado di contenere e arginare l'eventuale fuoriuscita di liquido.



Al fine di ridurre il consumo di risorsa idrica, le acque trattate dovranno essere preferibilmente riutilizzate per alcune specifiche funzioni all'interno del ciclo produttivo del cantiere (ad es. bagnatura periodica e/o pulizia di pneumatici e macchinari).

Nelle lavorazioni "lungo tratta" altri accorgimenti utili per prevenire i fenomeni di inquinamento delle acque sono costituiti da:

- la creazione di arginature provvisorie in corrispondenza delle lavorazioni che vengono effettuate in prossimità di corsi d'acqua o delle aree umide, al fine di limitare i rischi di sversamenti diretti di sostanze e acque contaminate;
- la disponibilità di kit antisversamento per il pronto intervento in caso di necessità nelle aree di lavorazione e/o sui mezzi di cantiere.



Per quanto riguarda i sistemi realizzativi delle opere in sotterraneo, di seguito si descrivono i principali accorgimenti che sono stati individuati per il caso in esame al fine di limitare i rischi di alterazione delle acque sotterranee:

PROGETTAZIONE ATI:

- Utilizzo di tecnologia CFA: i pali CFA sono pali trivellati gettati in opera, eseguiti a rotazione con l'utilizzo di una rotary montante apposita elica continua dotata di un'asta cava. L'impiego di tale tecnologia esecutiva consente lo scavo senza impiego di fanghi bentonitici a sostegno del foro. Si ha, inoltre, una riduzione del volume di scavo e la produzione di un terreno di risulta delle stesse caratteristiche ambientali di quello in sito, oltre ad una maggiore velocità di esecuzione e una riduzione di vibrazione e rumore in fase di cantiere.



Figura 6.9: immagini relative alla tecnologia CFA

- Impiego di additivi acceleranti per miscele cementizie: l'impiego di additivo liquido accelerante di indurimento a base di complessi organici ed inorganici, privi di cloruri, consente un rapido sviluppo delle resistenze, accelera l'indurimento della miscela, con conseguente riduzione dei tempi di esecuzione e dei rischi ambientali connessi alle lavorazioni.

#### 6.4.5. ANALISI DEGLI IMPATTI E DELLE MISURE IN FASE DI ESERCIZIO

Relativamente alla componente **geologia**, nel caso in esame devono essere tenuti presente i seguenti impatti potenziali:

- interferenze con aree contaminate o potenzialmente contaminate e relative attività di bonifica;
- alterazione della stabilità e del comportamento geomeccanico dei terreni e/o rischi connessi alla e subsidenza del suolo.

Relativamente alla componente **acque**, devono essere considerati i seguenti impatti potenziali:

- variazioni delle caratteristiche idrografiche delle aree interferite direttamente e/o indirettamente dall'opera in progetto;
- modifiche delle caratteristiche idrauliche dei corsi d'acqua superficiali e delle relative aree di espansione;
- Possibili variazioni dello stato quali-quantitativo e/o delle caratteristiche chimico-fisiche dei corpi idrici superficiali e sotterranei;
- Interferenze generate dai sistemi di raccolta, trattamento e allontanamento delle acque meteoriche, anche in relazione all'individuazione e caratterizzazione dei recapiti di smaltimento finale.

Per quanto concerne le **interferenze con aree contaminate o potenzialmente contaminate e relative attività di bonifica**, si evidenzia che il progetto è stato effettuato avendo cura di non interferire direttamente con le zone del sito inquinato di Assemmini – Macchiareddu attualmente oggetto di operazioni di bonifica in corso da parte di ENI Rewind. Tale risultato è frutto dell'attivazione,

PROGETTAZIONE ATI:

da parte di ANAS, di una serie di tavoli tecnici finalizzati al preventivo superamento delle problematiche d'interferenza presenti nel progetto preliminare.

Nel corso degli incontri sono state esaminate differenti ipotesi progettuali che l'ANAS S.p.A. si è impegnata a sviluppare ai fini del superamento delle difficoltà connesse all'interferenza del completamento infrastrutturale con le opere di bonifica in località Campus de S'Arena.

Relativamente al **rischio di alterazione della stabilità e del comportamento geomeccanico dei terreni**, come già indicato relativamente agli impatti in fase di cantiere, nel caso in esame, data la morfologia sostanzialmente pianeggiante dei luoghi interessati dagli interventi e l'assenza di elementi di criticità in atto (frane, dissesti, ecc.) esso deve essere considerato di bassa/nulla entità.

Solo nella parte finale del tracciato (circa 150 m in continuità con il successivo lotto attualmente in fase di realizzazione) si sono riscontrati terreni con scarse caratteristiche geotecniche, per le quali si è previsto il consolidamento del piano di posa dei rilevati con la tecnica del jet-grouting.

Per quanto riguarda il **regime delle acque superficiali e i connessi rischi di alterazione delle caratteristiche idrografiche e idrauliche**, le analisi condotte nell'ambito dello studio idraulico connesso al progetto non hanno evidenziato criticità significative conseguenti alla realizzazione dell'opera.

Per la verifica idraulica della compatibilità delle strutture stradali in progetto è stato implementato un modello numerico bidimensionale, utilizzando il codice di calcolo HEC-RAS nella versione 6.3.1.

Il modello implementato riguarda l'intera asta del canale Imboi e delle aree limitrofe soggette all'allagamento dello stesso.

Le analisi idrauliche effettuate mediante modellazione numerica bidimensionale sono state condotte in regime di moto vario e hanno permesso di analizzare il comportamento idraulico in piena del canale Imboi. In particolare, le simulazioni sono state condotte per determinare, in occasione di deflusso di piene significative, le possibili esondazioni e le interazioni con gli attraversamenti stradali nella configurazione ante e post Operam.

Le analisi hanno riguardato due differenti configurazioni, stato di fatto (ante Operam) e di progetto (post Operam), durante il transito della piena di riferimento per le analisi di compatibilità idraulica corrispondente all'evento con tempo di ritorno di 200 anni.

Dal punto di vista idraulico gli attraversamenti in progetto rispettano il franco idraulico secondo le NTC 2018. Tali attraversamenti non presentano opere fondazionali che impattano con il deflusso della corrente.

Nel nodo di raccordo tra la viabilità in progetto e quella esistente vi è una minima esondazione dovuta al restringimento del passaggio del canale al di sotto della fascia tubiera. Per ragioni tecniche si è scelto di adeguare il rilevato stradale in progetto alzando la livelletta e tenendo la strada più alta rispetto ai livelli di piena di progetto con un sufficiente franco di sicurezza. Si evidenzia che l'allagamento che lambisce il rilevato stradale in progetto in tali aree riporta velocità pressoché nulle.

Per quanto concerne il **regime delle acque profonde e le possibili perturbazioni indotte dalle opere in sottoterraneo sul regime della falda**, si evidenzia che il progetto non prevede la realizzazione di paratie in grado di costituire una barriera alla circolazione delle acque sotterranee. Le fondazioni delle opere d'arte maggiori saranno realizzate su pali non accostati, e quindi in non grado di configurare una barriera impermeabile.

Per tale ragione è da escludersi in linea generale un impatto diretto sulla circolazione sotterranea dell'acqua.

Di contro, per un cantiere come quello in esame uno degli impatti più probabili/frequenti è costituito dalla possibilità che si verifichino fenomeni di dispersione accidentale di agenti inquinanti, con conseguenti **variazioni dello stato quali-quantitativo e/o delle caratteristiche chimico-fisiche dei corpi idrici superficiali e sotterranei**.

PROGETTAZIONE ATI:

il rischio è essenzialmente dovuto allo scarico delle acque di dilavamento della piattaforma stradale e può assumere un rilievo significativo nel caso di sversamenti accidentali dovuti, ad esempio, a incidenti stradali.

Come già anticipato nella trattazione relativa all'uso del suolo, si ravvisa che il progetto prevede, diversamente dalla situazione attuale, un adeguato sistema di raccolta e canalizzazione delle acque di dilavamento della piattaforma stradale, che vengono convogliate in appositi ricettori evitando lo sversamento indiscriminato nel suolo.

PROGETTAZIONE ATI:

## 6.5. ARIA E CLIMA

### 6.5.1. CARATTERISTICHE

#### 6.5.1.1. Caratterizzazione meteorologica

Le caratteristiche dei bassi strati dell'atmosfera sull'area della bassa Sardegna risentono positivamente della mitigazione del mare, consentendo situazioni notturne meno critiche rispetto a quelle di altre zone del Paese più "continentali", dove la stabilità notturna appare ben più forte in tutte le stagioni.

D'altro canto la regione ha un tipico carattere mediterraneo, in cui la fisica dei bassi strati dell'atmosfera non è particolarmente favorevole a fenomeni di inquinamento primario dovuti a grande stabilità, ma soltanto a rari fenomeni estivi di calma di vento, alta pressione e stabilità in quota che possono favorire eventi acuti di inquinamento fotochimico.

Tenendo conto della sua localizzazione, si può senz'altro affermare che, pur trovandosi a latitudini dove le perturbazioni sinottiche arrivano meno di frequente, la circolazione orizzontale sulla zona di interesse è meno statica rispetto alle aree continentali, che, a causa della protezione della catena alpina, risentono di frequenti fenomeni di calma di vento e subsidenza.

Ciò è vero sia nel semestre freddo sia in quello caldo, anche a causa della mitigazione locale del mare e del fenomeno della brezza. Questo fa già capire come gli episodi acuti di inquinamento primario siano statisticamente meno gravi e frequenti su questa area, rispetto, ad esempio, all'area milanese, molto studiata dal punto di vista di questo fenomeno. Un altro fattore cui bisogna accennare è il valore elevato di soleggiamento e radiazione globale rilevato mediamente nell'area della bassa Sardegna in tutti i periodi dell'anno (ovviamente con un picco in estate), che rende più intensa la produzione di inquinanti secondari di origine fotochimica.

Tutto questo fa capire come, da un lato, gli episodi acuti di inquinamento primario siano statisticamente molto meno gravi e frequenti sul tratto di interesse rispetto ad altre aree del Paese. Allo stesso tempo, si può supporre anche che gli episodi di inquinamento secondario di origine fotochimica possano essere più acuti, come accade statisticamente in aree dal clima più tipicamente mediterraneo.

Le conclusioni più importanti che si devono trarre da questa analisi per la qualità dell'aria sulla zona di interesse sono le seguenti:

- statisticamente e da un punto di vista fisico-meteorologico, vi è una propensione medio-bassa verso fenomeni di inquinamento primario, in generale di moderata intensità.
- I valori abbastanza alti di soleggiamento e intensità di radiazione globale estivi, nonché i fenomeni di brezza, che favoriscono la formazione o la persistenza residua di inversioni in quota, consentono di dedurre che, statisticamente, lo stato fisico della bassa atmosfera nella zona della bassa Sardegna favorisce generalmente fenomeni di inquinamento secondario di origine fotochimica di elevata intensità nel semestre caldo.

#### 6.5.1.2. Zonizzazione e classificazione del territorio

L'area nella quale ricade l'infrastruttura di progetto è classificata come "Zona Industriale" ossia zona per la quale il Piano di qualità dell'aria ambiente indica l'obbligo di proseguire il monitoraggio relativamente agli inquinanti NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, Cd e BaP

### 6.5.1.3. Stato della qualità dell'aria

L'area di Assemmini è compresa nella zona industriale di Macchiareddu che ospita una serie di insediamenti industriali di diversa natura la cui produzione varia dall'energia elettrica, ai prodotti chimici, ai derivati del fluoro, ai mattoni refrattari, agli pneumatici.

Nell'area industriale sono presenti due stazioni di misura denominate CENAS6 e CENAS8. Nel centro urbano di Assemmini è attiva la stazione CENAS9 (Via Sicilia).

La stazione industriale CENAS8 e la stazione di fondo CENAS9 sono rappresentative dell'area e fanno parte della Rete di misura per la valutazione della qualità dell'aria.

Nel periodo 2018-2020 l'area industriale di Macchiareddu è stata oggetto di attività straordinarie di monitoraggio richieste dal Tavolo Tecnico Fluorsid, istituito dalla Presidenza della Regione e dagli Assessorati della Difesa dell'Ambiente e dell'Igiene e sanità e assistenza sociale, nel quale l'ARPAS è stata incaricata di svolgere un'attività straordinaria di monitoraggio nel territorio circostante i siti di pertinenza dello stabilimento della Fluorsid, al fine di verificare la presenza di eventuali contaminazioni nelle diverse matrici ambientali.

L'analisi dei dati delle Unità Mobili ubicate ad Elmas ed Assemmini, evidenzia nelle tre annualità andamenti costanti e regolari, senza nessuna violazione dei limiti normativi.

Le concentrazioni misurate sono generalmente moderate e coerenti con quelle delle stazioni fisse delle zone di riferimento.

Nelle due zone si evidenziano valori di ozono moderatamente più elevati e misure di biossido di azoto contenute rispetto ai corrispondenti siti fissi zonali.

Le concentrazioni di anidride solforosa sono decisamente più basse rispetto a quelle misurate nell'area industriale di Macchiareddu.

Nella zona di Elmas si osservano valori di PM10 più contenuti rispetto a quelli tipici dell'agglomerato di Cagliari, pienamente confrontabili con quelli dell'area di Assemmini.

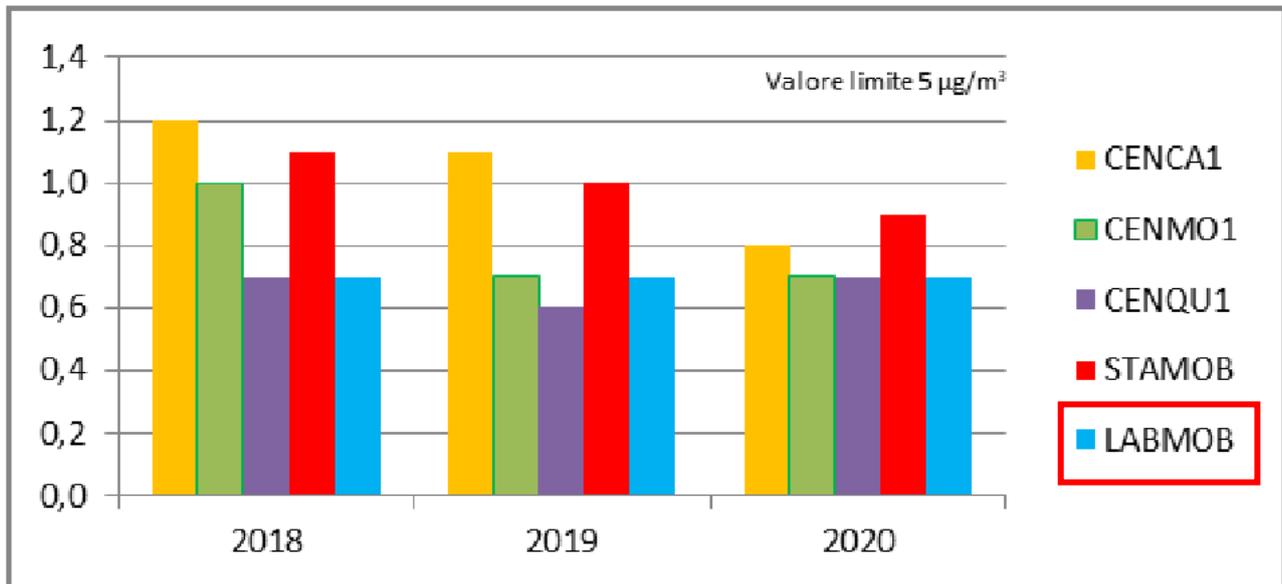


Figura 6.10 Andamento delle medie annuali di Benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – Agglomerato di Cagliari e area di Assemmini

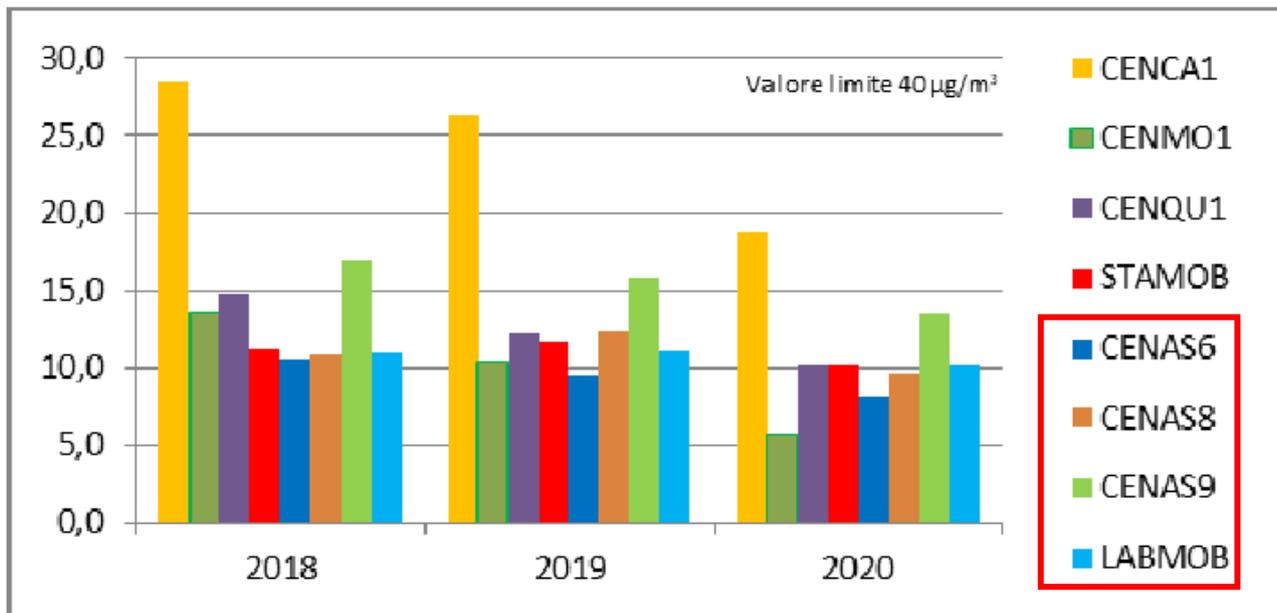


Figura 6.11 Andamento delle medie annuali di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) – Agglomerato di Cagliari e area di Assemini

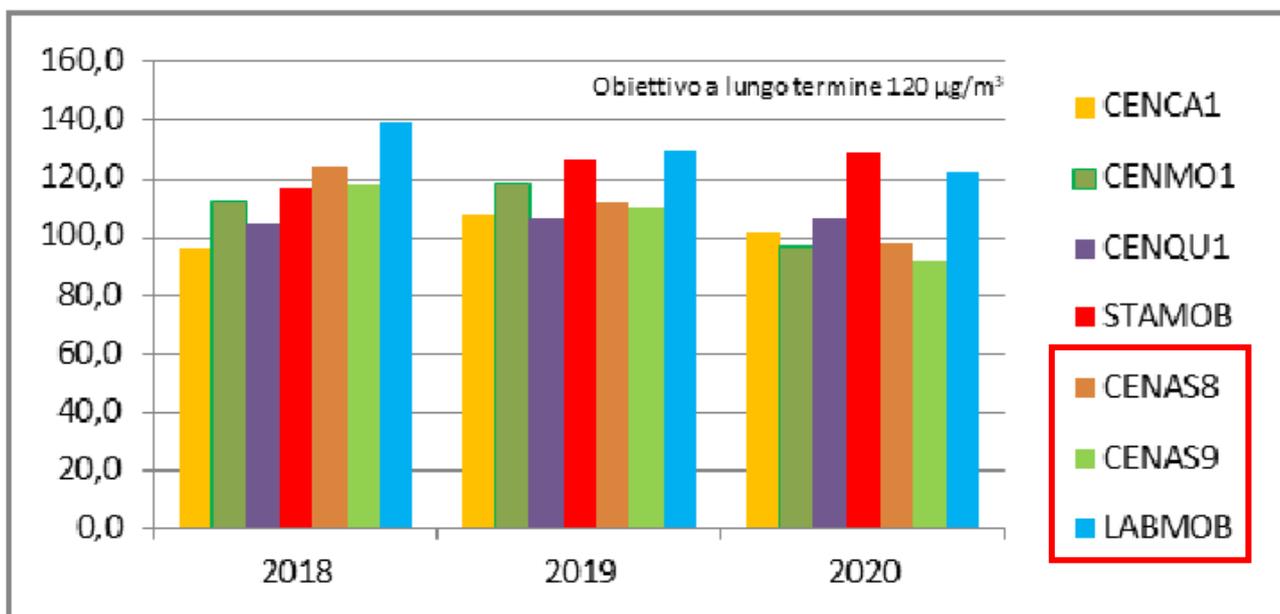


Figura 6.12 Andamento delle massime medie di 8 ore di O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>) – Agglomerato di Cagliari e area di Assemini

PROGETTAZIONE ATI:

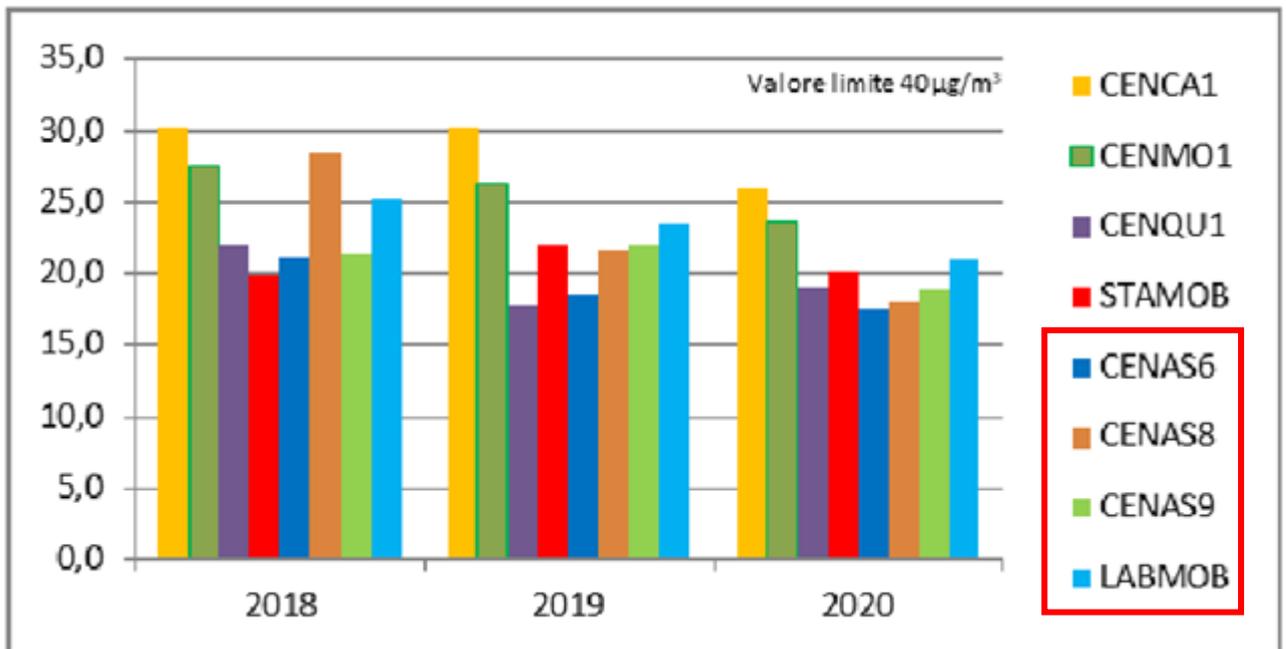


Figura 6.13 Andamento delle medie annuali di PM10 (µg/m³) – Agglomerato di Cagliari e area di Assemini

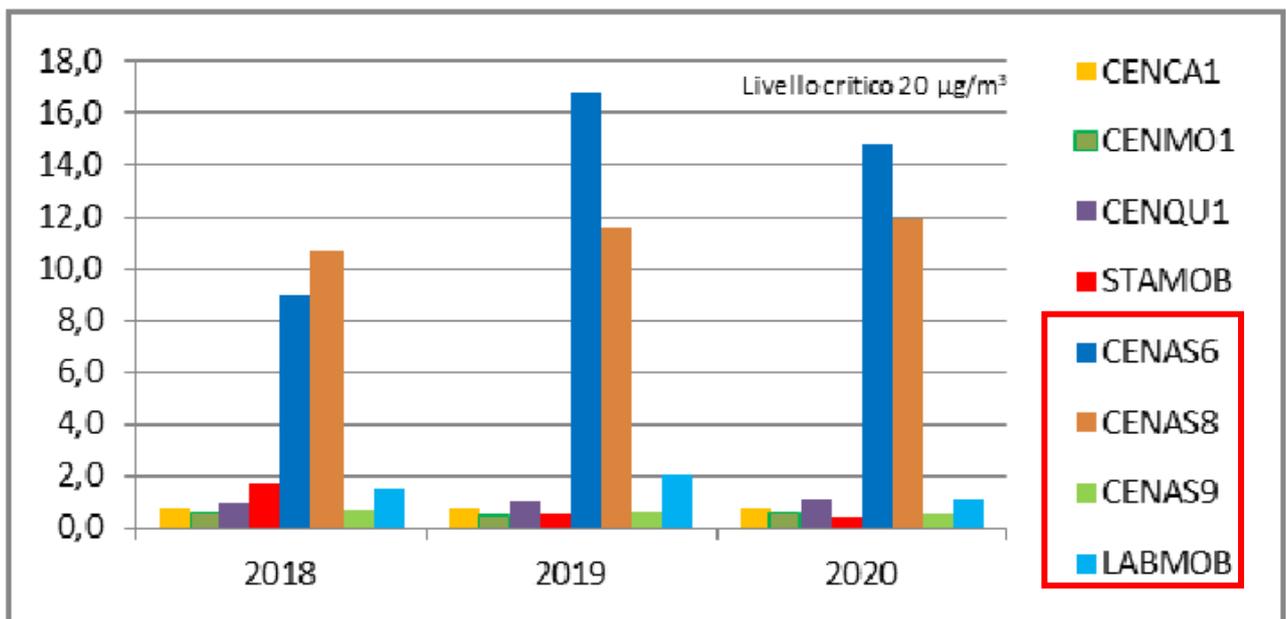


Figura 6.14 Andamento delle medie annuali di SO2 (µg/m³) – Agglomerato di Cagliari e area di Assemini

#### 6.5.1.4. Risultati delle simulazioni modellistiche

Il modello di simulazione CALINE ha permesso di determinare i livelli di concentrazione relativi ai principali inquinanti generati dalla sorgente stradale nello scenario ante operam per gli inquinanti:

- Biossido di Azoto NO<sub>2</sub>
- Monossido di Carbonio CO
- Particolato PM<sub>10</sub>

PROGETTAZIONE ATI:

- Particolato PM<sub>2.5</sub>

Gli inquinanti in esame sono stati relazionati a diversi intervalli di mediazione temporale in virtù dei diversi limiti imposti dalla normativa vigente. Nello specifico si considera la media annua per gli NO<sub>2</sub>, la media annua del PM<sub>10</sub>, e del PM<sub>2.5</sub>, la massima media sulle 8 ore consecutive per la CO.

Non essendo presenti ricettori residenziali e/o sensibili non sono state eseguite valutazioni puntuali delle concentrazioni degli inquinanti.

#### **Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)**

Dall'analisi delle curve derivanti dalla stima modellistica Figura 6.16 si osserva che le concentrazioni indotte dall'infrastruttura nello scenario post operam si attestano, a ridosso dell'infrastruttura, intorno a 20 µg/m<sup>3</sup>. Sommando i valori di fondo rappresentativi dell'area di studio, ottenuti mediando i valori delle centraline CENAS6 e CENAS8 per gli ultimi tre anni di rilevamenti, si ottiene un valore complessivo di circa 34 µg/m<sup>3</sup>. Tale valore è sicuramente sovrastimato in quanto il valore di fondo contempla anche l'inquinamento dell'attuale viabilità. Tuttavia considerando che il limite massimo annuo previsto dal D.Lgs. 155/2010 per l'NO<sub>2</sub> è pari a 40 µg/m<sup>3</sup> non si prevedono superamenti nello scenario post operam.

#### **Materiale particolato (PM10)**

Dall'analisi delle curve derivanti dalla stima modellistica Figura 6.17 si osserva che le concentrazioni indotte dall'infrastruttura nello scenario post operam si attestano, a ridosso dell'infrastruttura, intorno a 16 µg/m<sup>3</sup>. Sommando i valori di fondo rappresentativi dell'area di studio, ottenuti mediando i valori delle centraline CENAS6 e CENAS8 per gli ultimi tre anni di rilevamenti, si ottiene un valore complessivo di circa 37 µg/m<sup>3</sup>. Il limite massimo annuo previsto dal D.Lgs. 155/2010 per il PM10 è pari a 40 µg/m<sup>3</sup>, il valore ottenuto si avvicina al valore limite medio annuale pertanto sarà necessario prevedere un monitoraggio per la fase post operam, per capire quale sia effettivamente il contributo dell'infrastruttura.

#### **Materiale particolato (PM2.5)**

Dall'analisi delle curve derivanti dalla stima modellistica Figura 6.18 si osserva che le concentrazioni nello scenario post operam si attestano intorno a 12 µg/m<sup>3</sup>.

Non sono disponibili valori di fondo per questo inquinante, però in analogia al PM10 per il quale sono conosciuti i dati di fondo e risultano relativamente elevati, si prevede il monitoraggio di questo inquinante per la fase post operam.

Il limite massimo annuo previsto dal D.Lgs. 155/2010 per il PM2.5 è pari a 25 µg/m<sup>3</sup>.

#### **Monossido di Carbonio CO**

L'andamento del CO Figura 6.15 presenta una forte variabilità spaziale: in una strada isolata la sua concentrazione mostra di solito valori massimi nell'intorno dell'asse stradale e decresce molto rapidamente allontanandosi da esso, fino a diventare trascurabile a una distanza di alcune decine di metri.

Dall'analisi delle curve derivanti dalla stima modellistica si osserva che le concentrazioni nello scenario post operam si attestano, a ridosso dell'infrastruttura intorno a 0,9 mg/m<sup>3</sup>. Non vi sono dati di fondo derivanti da centraline ubicate nell'area, tuttavia il valore di concentrazione molto bassa ottenuto consente di affermare che il valore totale annuo rientra nei valori previsti dalla normativa pari a 10 mg/m<sup>3</sup>.

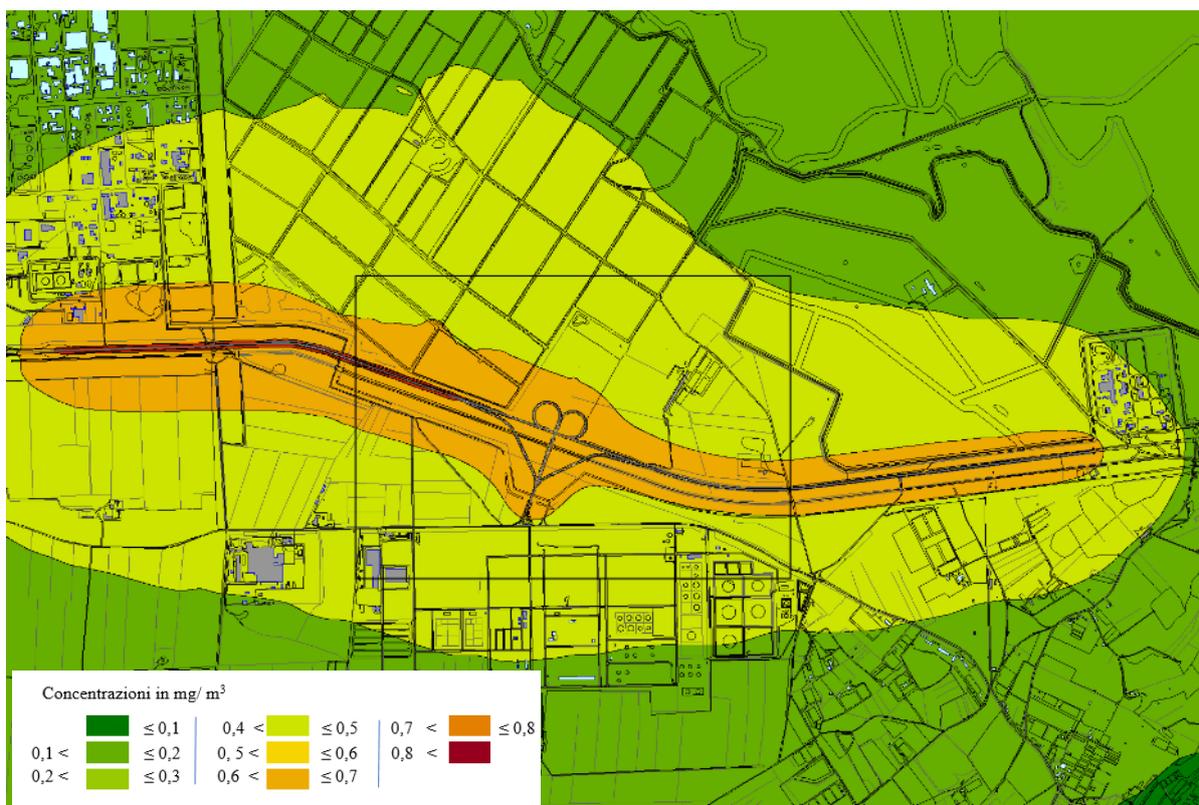


Figura 6.15 Mappa delle concentrazioni di CO

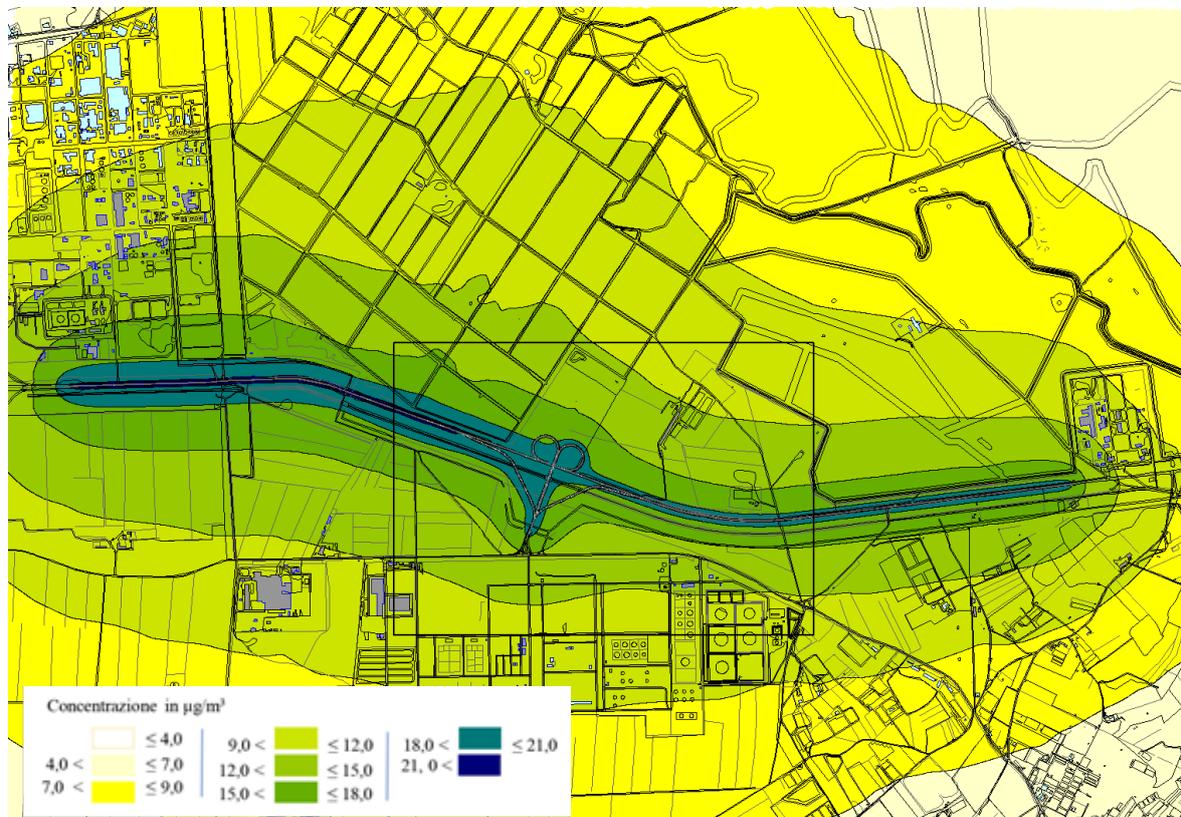
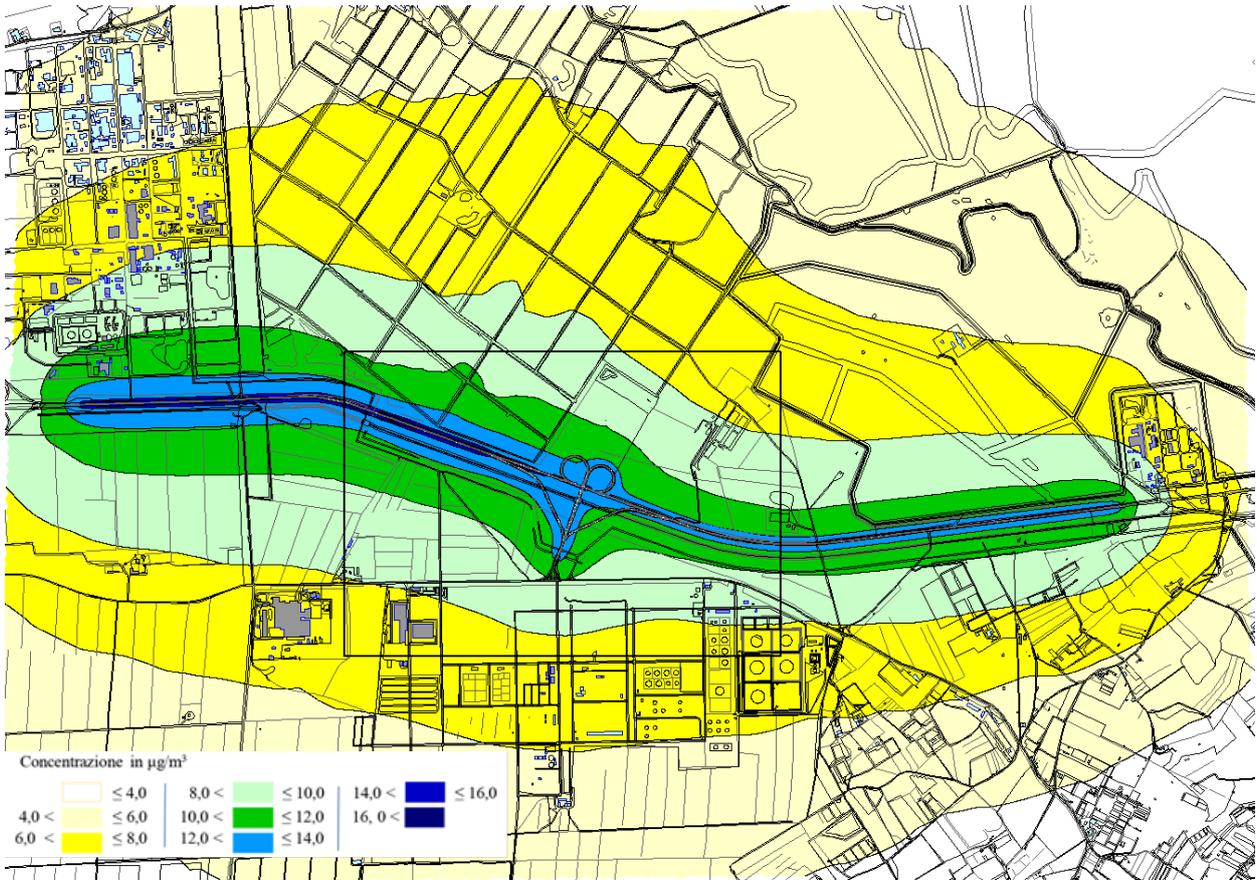
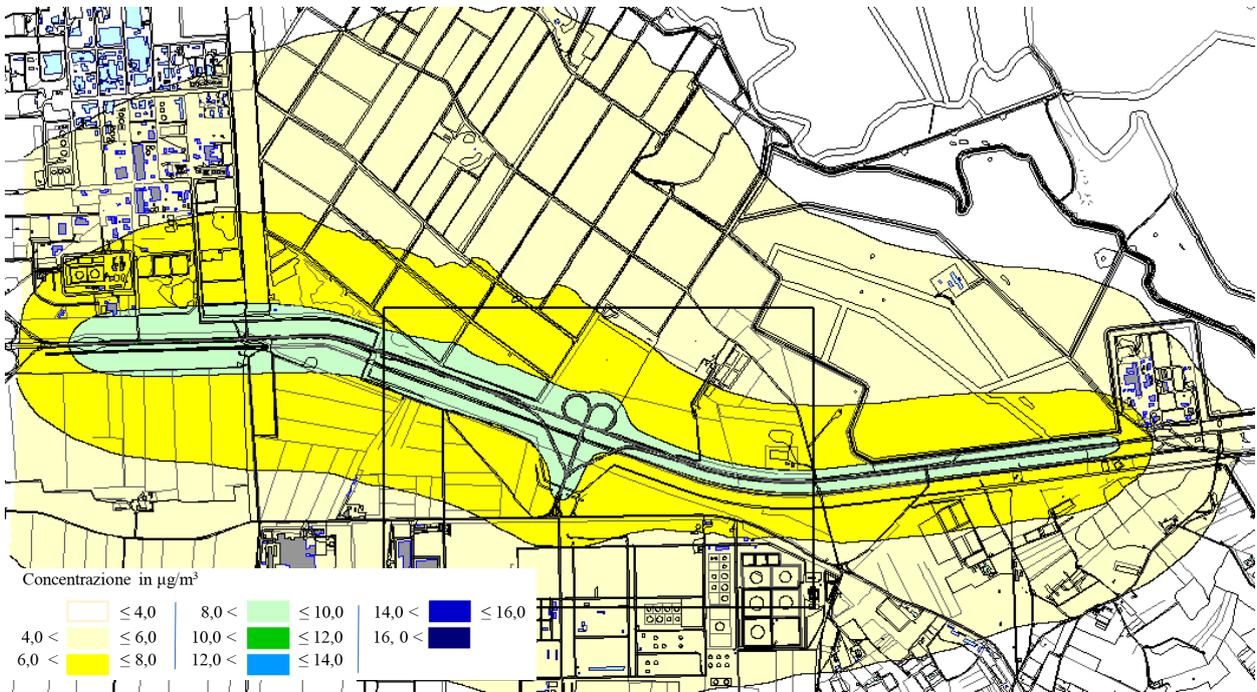


Figura 6.16 Mappa delle concentrazioni di NO<sub>2</sub>

PROGETTAZIONE ATI:



**Figura 6.17** Mappa delle concentrazioni di PM10



**Figura 6.18** Mappa delle concentrazioni di PM2.5

PROGETTAZIONE ATI:

### 6.5.2. ANALISI DEGLI IMPATTI E DELLE MISURE IN FASE DI CANTIERE

L'impatto dei cantieri è determinato dalla stima della concentrazione degli indicatori tipici, ossia:

- polveri: PM10 (polveri inalabili, le cui particelle sono caratterizzate da un diametro inferiore ai 10 µm). Le polveri sono generate sia dalla combustione incompleta all'interno dei motori, che da impurità dei combustibili, che dal sollevamento da parte delle ruote degli automezzi e da parte di attività di movimentazione di inerti;
- inquinanti gassosi generati dalle emissioni dei motori a combustione interna dei mezzi di trasporto e dei mezzi di cantiere in genere (in particolare NO<sub>x</sub> e NO<sub>2</sub>).

#### 6.5.2.1. Individuazione delle aree di cantiere e attività più impattanti

Le aree di cantiere definite nel piano di cantierizzazione sono:

ID	Descrizione	Lavorazioni	Superficie (mq)	Sorgenti emissive areali
CO01	Cantiere operativo	Attraversamento fascio tubiero	30.783	Carico e scarico del materiale polverulento
				Emissione di sostanze inquinanti ad opera dei mezzi di cantiere
CB01	Cantiere base		31.480	Carico e scarico del materiale polverulento
				Emissione di sostanze inquinanti ad opera dei mezzi di cantiere
AS01	Area stoccaggio		27.337	Carico e scarico del materiale polverulento
				Erosione del vento sui cumuli di materiale depositato
				Emissione di sostanze inquinanti ad opera dei mezzi di cantiere
CO02	Cantiere operativo	Sottopasso dorsale CASIC	8.974	
CO04	Cantiere operativo	Svincolo Capoterra - CASIC	21.421	Carico e scarico del materiale polverulento
				Emissione di sostanze inquinanti ad opera dei mezzi di cantiere
CO05	Cantiere operativo	Scavalco fascio tubiero	9.300	Carico e scarico del materiale polverulento
				Emissione di sostanze inquinanti ad opera dei mezzi di cantiere

Le attività più significative in termini di emissioni sono costituite da:

- Attività di movimento terra (scavi e realizzazione rilevati),
- Movimentazione dei materiali all'interno dei cantieri,
- Traffico indotto dal transito degli automezzi sulle piste di cantiere.

La dimensione dell'impatto legato al transito indotto sulla viabilità esistente risulta essere direttamente correlato all'entità dei flussi orari degli autocarri e pertanto risulta stimabile in relazione sia ai fabbisogni dei cantieri stessi che al materiale trasportato verso l'esterno.

#### 6.5.2.2. Sima degli impatti

L'area attualmente non presenta ricettori sensibili (residenziali, scuole, ospedali, cimiteri) pertanto la stima degli impatti è stata effettuando utilizzando il metodo speditivo proposto dalle "Linee Guida di ARPA Toscana per la valutazione delle polveri provenienti da attività di produzione, trasporto, risollevarimento, carico o stoccaggio di materiali polverulenti".

Si è pertanto proceduto al calcolo delle emissioni di PM10 utilizzando le formule presenti nel documento di riferimento EPA "Compilation of Air Pollutant Emission Factors" dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente Statunitense (rif. <http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>), il quale, nella sezione

PROGETTAZIONE ATI:

AP 42-Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Vol-1: Stationary Point and Area Sources, presenta le seguenti potenziali fonti di emissione:

- Chapter 13 – Miscellaneous Sources:
  - Site Preparation: scotico delle aree di cantiere (EPA, AP-42 13.2.3);
  - Unpaved Roads: transito dei mezzi nell'ambito dell'area di cantiere e sulla viabilità non asfaltata di accesso al cantiere (EPA, AP-42 13.2.2);
  - Aggregate Handling: movimentazione delle terre (EPA AP-42 13.2.4);
  - Industrial Wind Erosion Industry: erosione delle aree di stoccaggio (EPA AP-42 13.2.5);
- Chapter 11 – Mineral Products Industry - Western Surface Coal Mining
  - Bulldozing/Scraper (EPA AP-42 11.9.2/11.9.3).

Per la stima delle emissioni complessive si è fatto ricorso ad un approccio basato su un indicatore che caratterizza l'attività della sorgente (A in eq.1) e su un fattore di emissione specifico per il tipo di sorgente (Ei in eq.1). Il fattore di emissione Ei dipende non solo dal tipo di sorgente considerata, ma anche dalle tecnologie adottate per il contenimento/controllo delle emissioni. La relazione tra l'emissione e l'attività della sorgente è di tipo lineare:

$$Q(E)_i = A * E_i \quad (\text{eq.1})$$

dove:

- Q(E)i: emissione dell'inquinante i (ton/anno);
- A: indicatore dell'attività (ad es. consumo di combustibile, volume terreno movimentato, veicolo-chilometri viaggiati);
- Ei: fattore di emissione dell'inquinante i (ad es. g/ton prodotta, kg/kg di solvente, g/abitante).

Per valutare se l'emissione oraria stimata nella precedente tabella sia compatibile con i limiti della qualità dell'aria si fa riferimento a quanto riportato nei paragrafi "Valori di soglia di emissione per il PM10" delle suddette Linee Guida ARPAT".

Come spiegato, la proporzionalità tra concentrazioni ed emissioni, che si verifica in un certo intervallo di condizioni meteorologiche ed emissive molto ampio, permette di valutare quali emissioni corrispondono a concentrazioni paragonabili ai valori limite per la qualità dell'aria. Attraverso queste si possono quindi determinare delle emissioni di riferimento al di sotto delle quali non sussistono presumibilmente rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria.

Per il PM10, quindi, sono stati individuati alcuni valori di soglia delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente ed al variare della durata annua delle attività che producono tale emissione. Queste soglie, funzione quindi della durata delle lavorazioni e della distanza dal cantiere, sono riportate nella successiva tabella:

Intervallo di distanza (m)	Giorni di emissione all'anno					
	>300	300 ÷ 250	250 ÷ 200	200 ÷ 150	150 ÷ 100	<100
0 ÷ 50	145	152	158	167	180	208
50 ÷ 100	312	321	347	378	449	628
100 ÷ 150	608	663	720	836	1038	1492
>150	830	908	986	1145	1422	2044

**Figura 6.19 Soglie assolute di emissione di PM10 al variare della distanza dalla sorgente e al variare del numero di giorni di emissione (i valori sono espressi in g/h)**

Dalla tabella riportata sopra si osserva come le emissioni complessive del cantiere in esame, nello scenario calcolato, ricadano nell'intervallo emissivo secondo il quale gli unici ricettori che potrebbero potenzialmente non essere in linea con le indicazioni normative vigenti, potrebbero risultare essere

quelli molto vicini alle aree di lavorazione, quelli cioè ad una distanza ampiamente inferiore a 50 metri. Si evidenzia, inoltre, come il dato complessivo, pari a circa 47 gr/ora, sia molto inferiore del valore minimo indicato pari a 145 gr/ora per cantieri di lunga durata, Tale osservazione porta a dedurre come l'impatto prodotto sia in definitiva trascurabile soprattutto in considerazione della totale assenza di ricettori a ridosso delle aree di cantiere.

### 6.5.3. ANALISI DEGLI IMPATTI E DELLE MISURE IN FASE DI ESERCIZIO

Seguendo la stessa metodologia applicata per la stima dell'impatto sulla qualità dell'aria per lo stato attuale sono stati quantificati gli impatti dello scenario di progetto riferito all'anno 2028.

Per quanto riguarda lo scenario futuro, si sono considerati invariati i fattori di emissioni, rispetto allo stato attuale, evitando pertanto, in via cautelativa, di tenere conto della diminuzione delle emissioni inquinanti derivati dal futuro inserimento nel parco veicolare attuale di automobili elettriche, ibride o perlomeno con emissioni inquinanti di maggiore efficienza.

I dati di traffico inseriti nella simulazione dello scenario attuale derivano dallo studio trasportistico che prevede come ipotesi la velocizzazione della provinciale e l'inibizione dell'attuale SS195 in attraversamento delle saline al traffico pesante. I dati di traffico sono riportati nel successivo paragrafo relativo al rumore. Questo scenario di progetto, dal punto di vista di valutazione dell'impatto, risulta essere il più conservativo, in quanto prevede la configurazione più onerosa dal punto di vista del traffico sulla strada in progetto, ed è quello prescelto, in accordo con ANAS, per le valutazioni modellistiche.

Non essendo presenti ricettori residenziali e/o sensibili non sono state eseguite valutazioni puntuali delle concentrazioni degli inquinanti.

#### **Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)**

Dall'analisi delle curve derivanti dalla stima modellistica Figura 6.16 si osserva che le concentrazioni indotte dall'infrastruttura nello scenario post operam si attestano, a ridosso dell'infrastruttura, intorno a 20 µg/m<sup>3</sup>. Sommando i valori di fondo rappresentativi dell'area di studio, ottenuti mediando i valori delle centraline CENAS6 e CENAS8 per gli ultimi tre anni di rilevamenti, si ottiene un valore complessivo di circa 34 µg/m<sup>3</sup>. Tale valore è sicuramente sovrastimato in quanto il valore di fondo contempla anche l'inquinamento dell'attuale viabilità. Tuttavia considerando che il limite massimo annuo previsto dal D.Lgs. 155/2010 per l'NO<sub>2</sub> è pari a 40 µg/m<sup>3</sup> non si prevedono superamenti nello scenario post operam.

#### **Materiale particolato (PM10)**

Dall'analisi delle curve derivanti dalla stima modellistica Figura 6.17 si osserva che le concentrazioni indotte dall'infrastruttura nello scenario post operam si attestano, a ridosso dell'infrastruttura, intorno a 16 µg/m<sup>3</sup>. Sommando i valori di fondo rappresentativi dell'area di studio, ottenuti mediando i valori delle centraline CENAS6 e CENAS8 per gli ultimi tre anni di rilevamenti, si ottiene un valore complessivo di circa 37 µg/m<sup>3</sup>. Il limite massimo annuo previsto dal D.Lgs. 155/2010 per il PM10 è pari a 40 µg/m<sup>3</sup>, il valore ottenuto si avvicina al valore limite medio annuale pertanto sarà necessario prevedere un monitoraggio per la fase post operam, per capire quale sia effettivamente il contributo dell'infrastruttura.

#### **Materiale particolato (PM2.5)**

Dall'analisi delle curve derivanti dalla stima modellistica Figura 6.18 si osserva che le concentrazioni nello scenario post operam si attestano intorno a 12 µg/m<sup>3</sup>.

Non sono disponibili valori di fondo per questo inquinante, però in analogia al PM10 per il quale sono conosciuti i dati di fondo e risultano relativamente elevati, si prevede il monitoraggio di questo inquinante per la fase post operam.

Il limite massimo annuo previsto dal D.Lgs. 155/2010 per il PM2.5 è pari a 25 µg/m<sup>3</sup>.

#### **Monossido di Carbonio CO**

Dall'analisi delle curve derivanti dalla stima modellistica si osserva che le concentrazioni nello scenario post operam si attestano, a ridosso dell'infrastruttura intorno a 0,9 mg/m<sup>3</sup>. Non vi sono dati di fondo derivanti da centraline ubicate nell'area, tuttavia il valore di concentrazione molto bassa

ottenuto consente di affermare che il valore totale annuo rientra nei valori previsti dalla normativa pari a  $10 \text{ mg/m}^3$ .

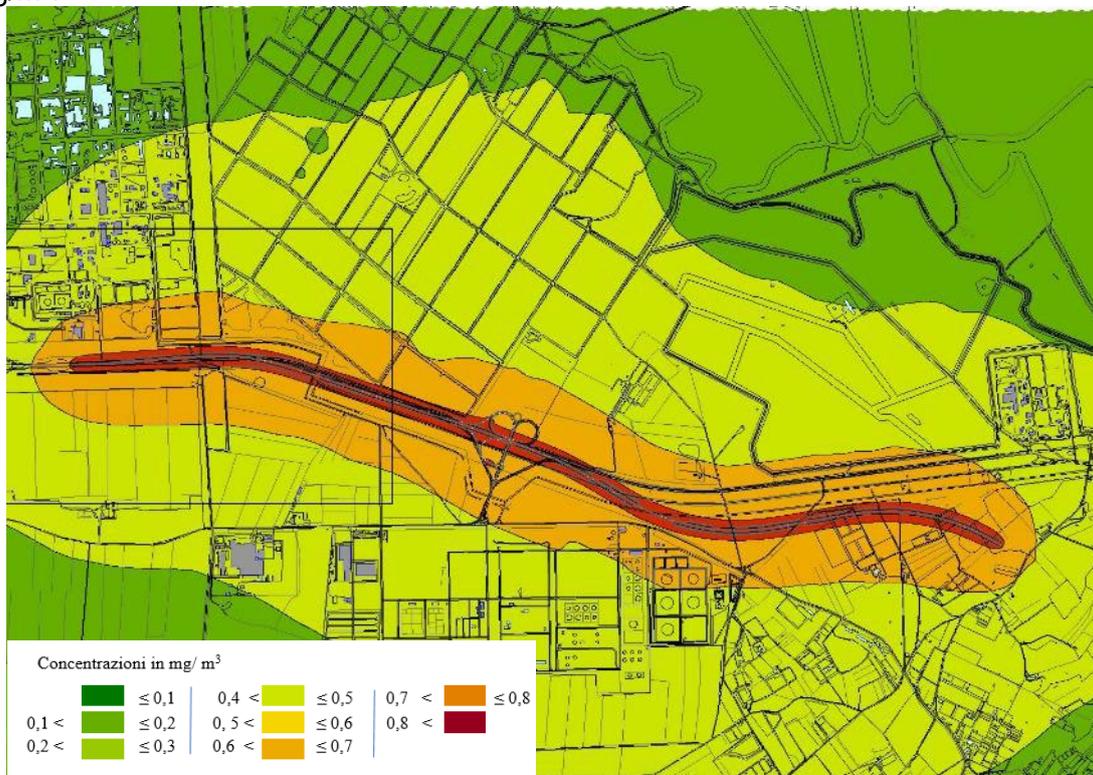


Figura 6.20 Mappa delle concentrazioni di CO

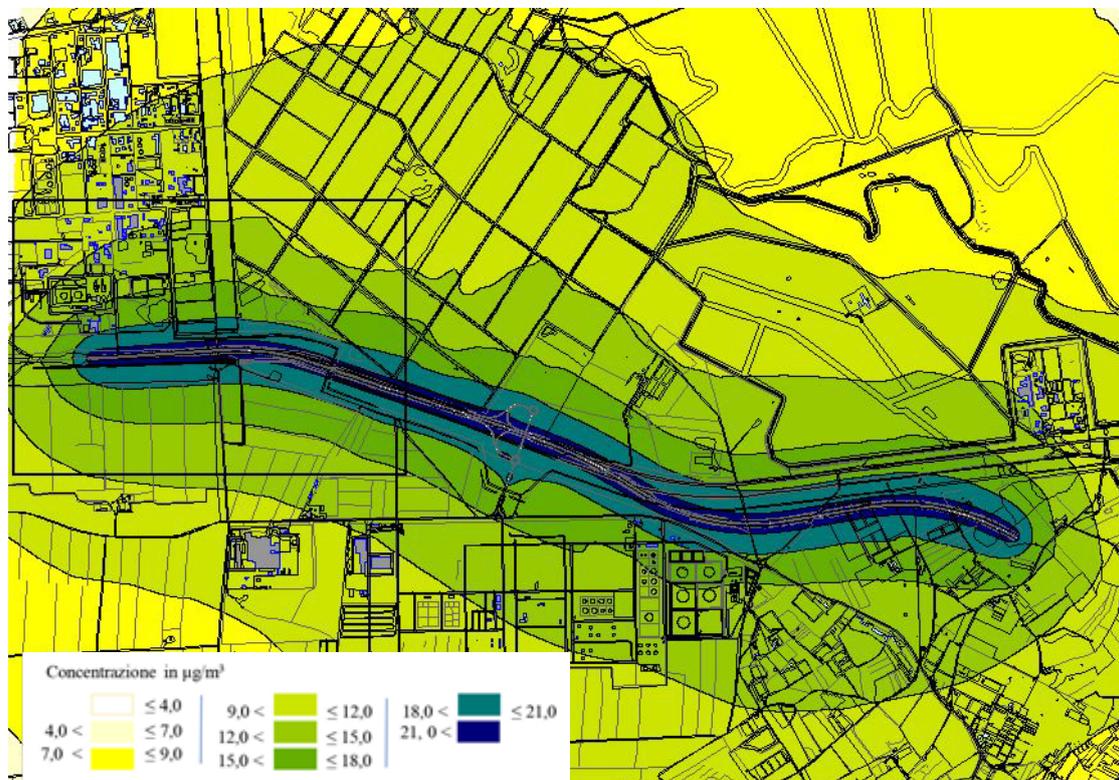
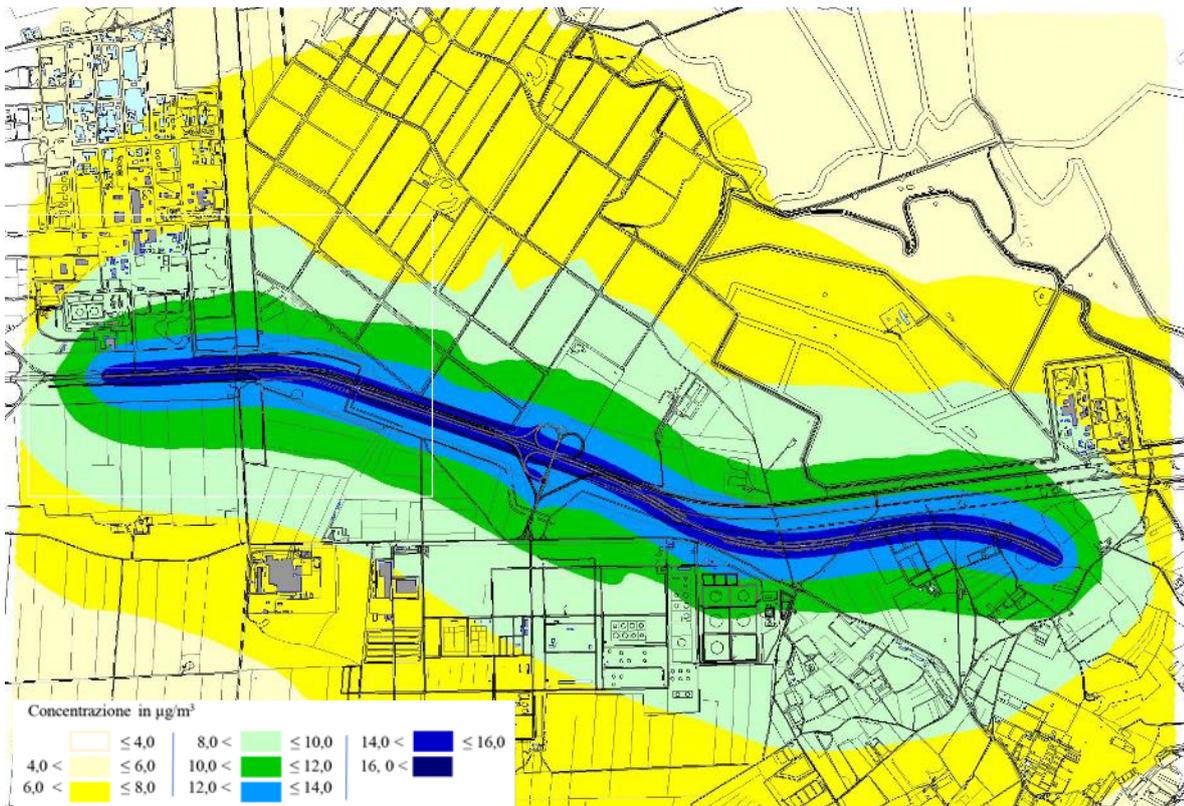
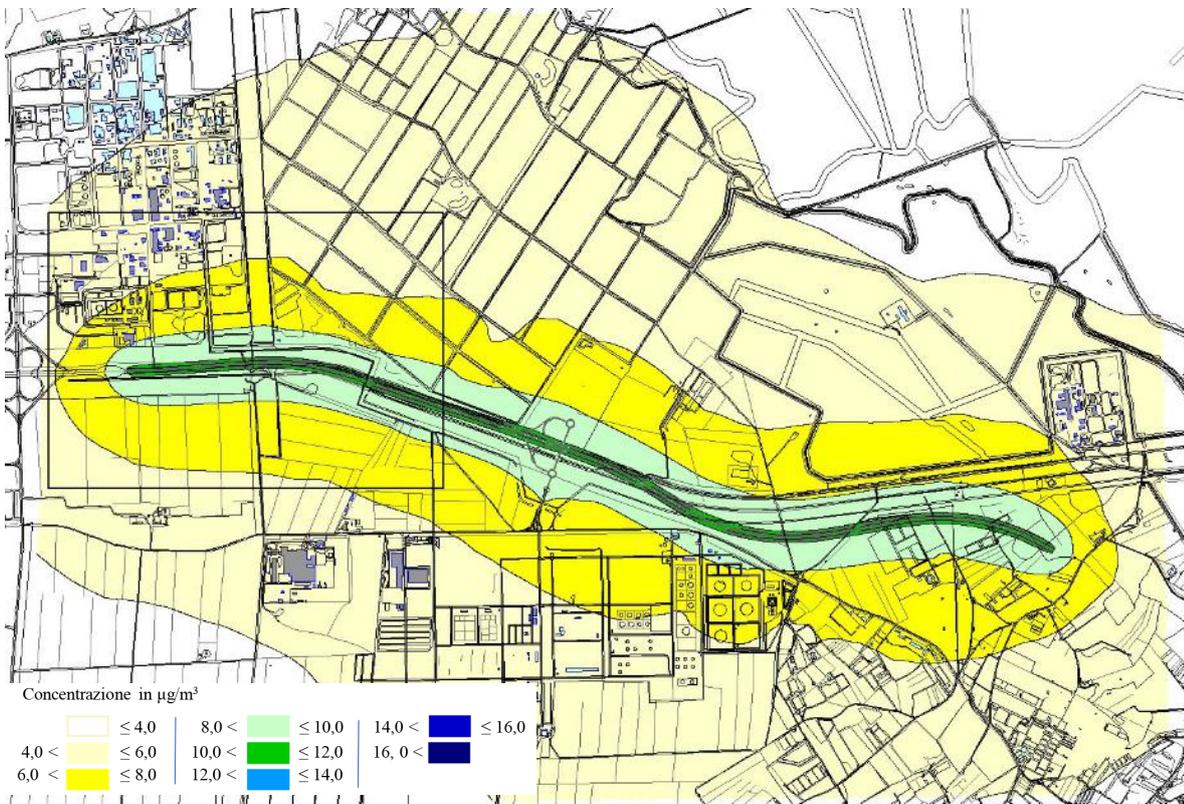


Figura 6.21 Mappa delle concentrazioni di NO<sub>2</sub>

PROGETTAZIONE ATI:



**Figura 6.22** Mappa delle concentrazioni di PM10



**Figura 6.23** Mappa delle concentrazioni di PM2.5

PROGETTAZIONE ATI:



idrografico che dal Campidano di Cagliari si estende fino al Sarcidano, a buona parte dell'Iglesiente e al Sulcis, occupando complessivamente una superficie di circa 2.332 kmq.

Sui 2700 ettari dello stagno di Santa Gilla si estendono le saline più longeve della Sardegna, sorte dall'impresa dell'Ing. Conti Vecchi che, alla fine degli anni '20, realizzò un ambizioso progetto per bonificare lo stagno impiantandovi una colossale salina e contribuendo così allo sviluppo economico e sociale di questa zona depressa ai margini della città. Negli anni '80, a seguito della crisi energetica e industriale, il complesso venne assegnato ex lege a Eni che, nel tempo, ha avviato un progetto di riqualificazione industriale e di bonifica dell'area.

Attualmente tutta l'area compresa approssimativamente tra il Rio Santa Lucia e la vasta zona umida dello Stagno di Cagliari risulta fortemente condizionata dagli insediamenti industriali che fanno capo al comprensorio di Macchiareddu - Assemini.

Più a ovest si riconosce la conoide alluvionale recente e antica del Rio Santa Lucia, legata alle attività di deposizione colluvio-alluvionale del corso d'acqua, in corrispondenza dell'apertura dell'incisione valliva montana sulla piana. La piana e la conoide del Rio Santa Lucia occupa una stretta fascia di territorio posta a cavallo dell'attuale tracciato fluviale e limitata esternamente dalle non sempre evidenti scarpate che individuano il terrazzamento sulle alluvioni antiche.

La piana è storicamente soggetta ad un intenso sfruttamento agricolo che, negli ultimi decenni, è stato parzialmente eroso dalla forte espansione urbanistica, che progressivamente ha occupato diverse aree di interesse agricolo.

Dal punto di vista insediativo l'intero ambito è ovviamente dominato dalla presenza del Capoluogo, una città che conta circa 150mila abitanti e che costituisce il fulcro di un'area metropolitana di circa mezzo milione di abitanti.

I primi insediamenti umani riconducibili all'attuale Capoluogo risalgono al neolitico (6000-3000 A.C.), ma la formazione urbana di *Karales* sulla sponda orientale della Laguna di Santa Gilla è databile al VI secolo a.C.

Il nucleo abitato diventa un'autentica città grazie ai dominatori fenicio-punici, che ne sfruttano la favorevole posizione geografica al centro del Mediterraneo, per renderla un trafficato porto commerciale. Dopo la Prima Guerra Punica (III secolo A. C.), Cagliari passa sotto il dominio di Roma, della quale ancora oggi conserva importanti reperti e testimonianze, come l'Anfiteatro Romano e la Villa di Tigellio. Con il diffondersi del Cristianesimo la città patisce una fase di declino sotto i Vandali e di nuova rinascita con il ritorno dell'Impero Bizantino, periodo questo caratterizzato dalla nascita dei Giudicati (IX-X secolo D.C), sorta di autonomie locali che permettono alle popolazioni dell'Isola una relativa indipendenza e autodeterminazione. Il centro abitato si diffuse in diversi poli, di cui il principale divenne Santa Igia, sul luogo della città punica.

Nel XIII secolo d.c., in concomitanza con il declino del Giudicato Cagliaritano, si insediano in città i Pisani, che fortificano la parte alta della città isolandola attraverso un sistema di bastioni e fortificazioni ancora oggi ben visibili nei quartieri di Castello, Stampace, Marina e Villanova.

Nel 1324 gli Aragonesi, unitisi più tardi alla corona Catalana, danno vita al Governo Spagnolo, amministrazione che genererà un forte malcontento della popolazione. Solo nel 1717 con il trattato di Utrecht la situazione cambia. Dopo un inconsistente dominio austriaco, Cagliari e la Sardegna passano ai Savoia, i quali avviano un'epoca di grandi interventi urbanistici che gradualmente emancipano la città dalla condizione di città fortificata a favore di un più razionale sviluppo.

Dopo la Seconda Guerra Mondiale Cagliari vive una nuova vita: attorno al nucleo urbano di epoca storica comincia a nascere una nuova città che in soli 20 anni, dal 1951 al 1971, vede raddoppiare il numero delle abitazioni, attirando la popolazione delle aree circostanti e gettando così le basi della odierna area metropolitana e della vicina area industriale in cui si inserisce l'intervento in progetto.

Il sistema insediativo di area vasta è caratterizzato dall'alta densità del tessuto edificato e dall'elevata complessità funzionale e relazionale del campo urbano, dalla presenza di infrastrutture portuali, commerciali e industriali e di servizi rari e superiori di rango regionale.

PROGETTAZIONE ATI:

Dal punto di vista demografico, nell'area vasta la densità di popolazione è generalmente ben al di sopra della media regionale. I comuni più popolosi, oltre a Cagliari, sono Quartu Sant'Elena e Selargius, mentre quelli con maggiore densità abitativa risultano essere Selargius, Cagliari e Monserrato.

I dati relativi ai tassi di variazione della popolazione residente evidenziano una omogeneità delle dinamiche demografiche all'interno dell'ambito, con un aumento sensibile e costante dagli anni '50 fino a fine '900 e progressivo rallentamento negli anni successivi.

Il sistema produttivo dell'Ambito del Golfo di Cagliari fonda la propria economia principalmente sul settore terziario (servizi superiori) ed industriale, nonché sul commercio.

La funzione industriale è demandata ad una sorta di anello esterno che comprende le aree industriali di Sarroch, Capoterra, Assemini, Uta, Elmas e che si dirama lungo le principali arterie di comunicazione ed accessibilità (la SS 554 e la SS 131, nonché la SS 128, SS 195 e la SS 387). La realizzazione del porto canale, del parco scientifico e tecnologico con il polo universitario di Cagliari, l'ampliamento dell'aeroporto rafforzano la specializzazione industriale dell'area.

Il settore agricolo si concentra principalmente nel retroterra, dove si riconoscono i sistemi agricoli del basso Campidano.

Si è comunque in presenza di una forte rappresentatività del settore di servizi, concentrati prevalentemente nel capoluogo regionale.

Le strutture ricettive e di servizio al turismo sono concentrate particolarmente nell'ambito costiero di Quartu Sant'Elena, Sinnai e Cagliari.

I principali e più significativi elementi ambientali e naturalistici nell'area in cui si inserisce il progetto sono costituiti dalla vasta zona umida dello Stagno di Cagliari e dalla Laguna di Santa Gilla, localizzata presso l'estremità più meridionale della piana del Campidano.

Dal punto di vista geologico-ambientale, quest'area identifica un sistema complesso di transizione e di interfaccia, sia fisico che funzionale, tra il dominio continentale delle colmate detritiche e alluvionali plioceniche e quaternarie della fossa tettonica campidanese e il settore marino del Golfo degli Angeli. In tale ambito spiccano i siti di importanza comunitaria dello Stagno di Cagliari, delle Saline di Macchiareddu e della Laguna di Santa Gilla.

#### 6.6.2. PERCORSI PANORAMICI E AMBITI DI PERCEZIONE SIGNIFICATIVI

Per l'analisi dell'ambito dal punto di vista percettivo occorre fare riferimento alla particolare morfologia dei luoghi. Come già indicato nelle premesse, l'ambito in cui si inserisce l'intervento è caratterizzato dalla presenza della dorsale geologico-strutturale dei colli della città di Cagliari, impostata secondo le direttrici tettoniche campidanesi nord ovest-sud est e definita dalle colline mioceniche.

Il rilievo in questione, caratterizzato da una morfologia collinare, con rilievi e pendenze molto contenute, costituisce l'emergenza che separa le zone umide dello Stagno di Cagliari e di Santa Gilla a ovest e la depressione stagnale di Molentargius ad est, entrambe marcatamente pianeggianti.

Soltanto nella fascia più a ovest, in direzione di Capoterra, si individuano i rilievi più accentuali afferenti alla fascia pedemontana detritico-alluvionale, legata morfologicamente e geneticamente alla evoluzione dei corridoi fluviali che solcano i rilievi orientali del Massiccio del Sulcis. Sono qui individuabili:

- il sistema orografico di Monte Cravellu e Punta Truba Manna che racchiude modesti rilievi granitici (con quote intorno ai 400-500 metri s.l.m.,)
- i rilievi andesitici di Monte Arrubiu, Punta Marturedda e Monte Mereu che costituiscono modeste dorsali collinari allineate in direzione NW-SE (che raggiungono la quota massima di 262 m s.l.m. in corrispondenza di Monte Arrubiu);

Da quanto sopra indicato risulta evidente come il tracciato in progetto insista su una vasta area totalmente pianeggiante, nella quale la percezione visiva è essenzialmente relegata ai punti di vista radenti al suolo.

I potenziali punti “panoramici” più significativi individuabili nell’area sono pertanto costituiti dai modesti rilievi collinari di Cagliari ad est, posti a circa 8 km dall’asse in progetto e che hanno nel Castello di S. Michele uno dei punti più elevati (100 m s.l.m.), e dalla fascia pedecollinare posta a ovest a ridosso di Capoterra, sita a circa 4/5 km dal tracciato, con rilievi



Figura 6.25: rappresentazione morfologica dell’ambito: vista da est verso ovest, in direzione dei rilievi presso Capoterra/Sarroch



Figura 6.26: Vista da Cagliari (Castello di S.Michele) in direzione dello Stagno e della zona umida di S. Gilla

In ragione di quanto sopra illustrato, è evidente che il potenziale di impatto percettivo nel corridoio di progetto è sostanzialmente limitato ai soli punti di vista siti internamente alla vasta area pianeggiante

PROGETTAZIONE ATI:

di Macchiareddu/Assemini e alle relative zone umide, non essendo sostanzialmente ravvisabili con percettivi significativi sui rilievi circostanti a quote più elevate, dai quali poter osservare la nuova infrastruttura.

### 6.6.1. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura 6.27 - L'infrastruttura attuale a inizio intervento

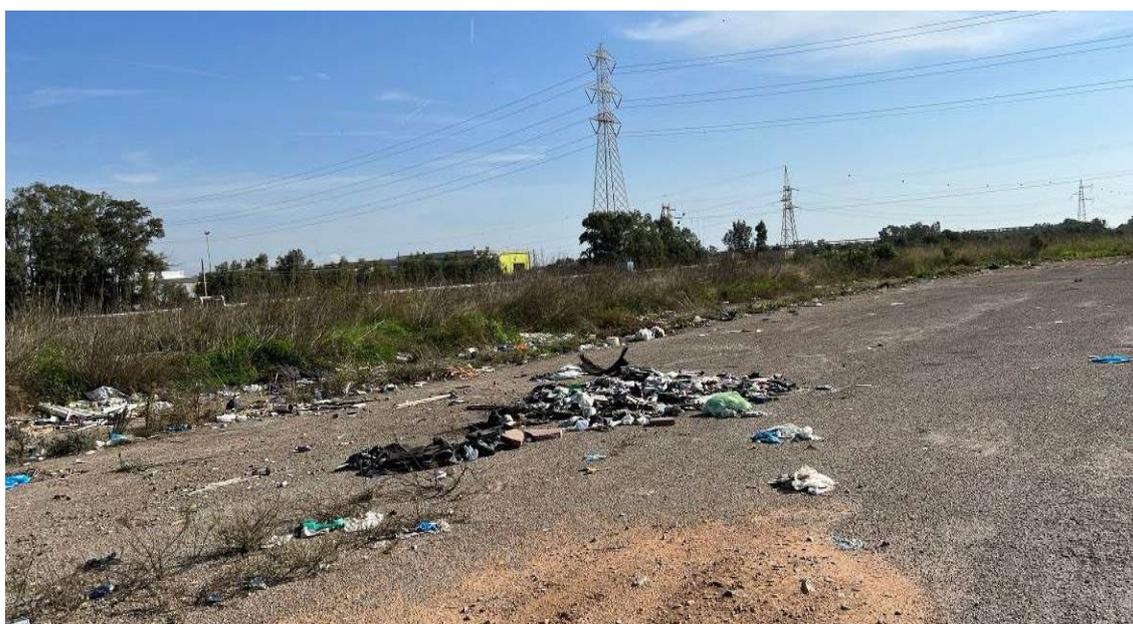


Figura 6.28 - Fenomeni di degrado nella piazzola a inizio intervento

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 6.29 Eucalipteti presso il primo tratto di progetto



Figura 6.30 Fenomeni di degrado lungo la viabilità secondaria a servizio degli impianti

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 6.31 Fasci tubieri a servizio degli impianti



Figura 6.32 Vista del sito di interesse comunitario comprendente la Salina di Macchiareddu (sullo sfondo, a destra)

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 6.33 Vista del sito di interesse comunitario comprendente la Salina di Macchiareddu dalla strada consortile



Figura 6.34 Campi eolici a nord-ovest dell'area di intervento

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 6.35 Vista del canale Emboi



Figura 6.36 Una vista presso l'area individuata per il cantiere base

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 6.37 Vista dell'area di svincolo



Figura 6.38 Impianti industriali nell'area a ovest del progetto

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 6.39 - Vista del tratto che precede lo scavalco del fascio tubiero



Figura 6.40 - Una vista del tratto iniziale del progetto

PROGETTAZIONE ATI:

### 6.6.2. ANALISI DEGLI IMPATTI E MISURE IN FASE DI CANTIERE

Per quanto riguarda gli aspetti paesaggistici e percettivi, gli impatti più significativi che si possono determinare nella fase di cantiere riguardano essenzialmente le alterazioni del territorio dovute a:

- l'insediamento delle aree di cantiere;
- la realizzazione delle piste provvisorie di cantiere per l'accesso alle aree di lavorazione;
- la realizzazione delle opere in progetto, che possono interessare porzioni di territorio più ampie di quelle strettamente di pertinenza dell'infrastruttura in esercizio.

La suddetta alterazione può avere a sua volta un carattere:

- temporaneo, qualora gli effetti risultino reversibili al termine dei lavori (ad esempio nel caso di aree agricole che, al termine dei lavori, vengono restituite all'uso originario);
- permanente, quando gli effetti si protraggono anche nelle fasi di esercizio, ad esempio per la distruzione di beni, di elementi significativi o caratteristici (fabbricati, muretti, ecc.), di colture pregiate (frutteti/uliveti), o di elementi naturali (vegetazione e habitat).

Il vantaggio degli impatti prodotti dalla fase di cantiere è che questi possono essere più facilmente prevenuti in quanto la localizzazione delle aree e delle piste, entro ragionevoli limiti tecnici, presenta condizionamenti e vincoli minori rispetto a quella del tracciato stradale.

Nel caso specifico pertanto si evidenzia che la perimetrazione delle aree di cantiere è stata effettuata tenendo conto dei contesti ed evitando il più possibile l'incidenza diretta con elementi di pregio o significativi del territorio.

Per quanto riguarda le piste di cantiere si utilizzeranno le infrastrutture già esistenti sul territorio, evitando l'apertura di nuove. L'utilizzo degli assi secondari esistenti costituirà anche occasione per la rimozione di alcuni fenomeni di degrado attualmente presenti (discariche incontrollate di materiali e rifiuti).

Al termine dei lavori si prevede la completa dismissione di tutte le aree di cantiere e la loro restituzione all'uso originario. Inizialmente gli interventi dovranno prevedere la rimozione di tutte le superfici impermeabilizzate o pavimentate che si è reso necessario realizzare, nonché la pulizia delle aree.

Una volta effettuate queste operazioni, sono state definite due diverse tipologie di recupero:

- **Mc01.1 - Recupero dell'uso agricolo**, che si attua in tutte le aree precedentemente adibite allo stesso scopo e che prevede l'aratura ed erpicatura superficiale al fine di creare le precondizioni per il ripristino della fertilità del suolo, e il riporto del terreno vegetale di scotico precedentemente accantonato
- **Mc01.2 - Ripristino**, che viene previsto in corrispondenza delle aree attualmente incolte. Per queste aree si prevede una sistemazione finale con inerbimento al fine di ricostruire la coltura erbacea preesistente all'intervento.

### 6.6.1. ANALISI DEGLI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO

Di seguito si riporta una disamina degli impatti potenzialmente indotti dalla realizzazione del nuovo asse viario con specifico riferimento agli aspetti paesaggistici e percettivi.

#### **Alterazioni morfologiche del territorio**

L'impatto in esame concerne tutte le azioni progettuali che possono determinare, ad opera terminata, una alterazione significativa della morfologia dei luoghi preesistenti all'intervento, e sono a titolo di esempio ascrivibili alle attività di scavo/riporto di materiale con riferimento a:

- realizzazione di trincee profonde;
- tratti in galleria artificiale;
- incisioni su tratti a mezzacosta;
- rilevati di altezza elevata.

Le caratteristiche intrinseche delle aree attraversate, essenzialmente pianeggianti, e del progetto portano inevitabilmente a ritenere tale tipologia di impatto poco significativa ed esclusivamente riferibile alla realizzazione di rilevati di altezza significativa sul piano campagna.

**Modificazioni dell'assetto percettivo, scenico o panoramico**

L'analisi ha evidenziato come i potenziali punti "panoramici" più significativi individuabili nell'area sono costituiti dai modesti rilievi collinari di Cagliari ad est, posti a circa 8 km dall'asse in progetto e che hanno nel Castello di S. Michele uno dei punti più elevati (100 m s.l.m.), e dalla fascia pedecollinare posta a ovest a ridosso di Capoterra, sita a circa 4/5 km dal tracciato, con rilievi più marcati che raggiungono quote ben più elevate (oltre 500 m slm.).

La notevole distanza del progetto dai potenziali punti panoramici fa sì che da essi risulti piuttosto difficile la "lettura" del nuovo asse infrastrutturale nel contesto paesaggistico.

Ne consegue che il potenziale di impatto percettivo nel corridoio di progetto è sostanzialmente limitato ai soli punti di vista siti internamente alla vasta area pianeggiante di Macchiareddu/Assemini e alle relative zone umide. In tale contesto l'effetto più rilevante è dovuto alla presenza dei rilevati stradali, che costituiscono una "barriera" visiva in grado di occultare parzialmente la visione del paesaggio da parte di un osservatore posto sul piano campagna.



Figura 6.41: Vista in prossimità dell'area di progetto in direzione di Cagliari (sullo sfondo)



Figura 6.42: Vista in prossimità dell'area di progetto in direzione di Capoterra (sullo sfondo i rilievi montani)

PROGETTAZIONE ATI:

### **Alterazioni della copertura vegetale**

L'impatto in esame riguarda genericamente modificazioni della compagine vegetale dovute ad abbattimento di alberi, eliminazioni di formazioni ripariali e di altri elementi vegetali naturali caratteristici del territorio.

L'impatto in esame risulta estremamente contenuto in quanto la fascia interessata dall'insediamento della nuova infrastruttura è sostanzialmente priva di elementi vegetali naturali di pregio o caratteristici. Soltanto attorno alle prog. 9+260 – 9+625 – 9+930 ci sarà un parziale interessamento di esemplari di eucalipto posti in filare lungo i confini delle proprietà.

Si evidenzia che non sono interessati dall'intervento alberi monumentali.

### **Modificazioni dell'assetto fondiario, agricolo e colturale e dei caratteri strutturali del territorio agricolo**

Il tracciato individuato determina impatti contenuti sul sistema agricolo-fondiario, in quanto interviene in massima parte su aree incolte o su ambiti pertinenziali della maglia infrastrutturale esistente, e infine su seminativi costituiti da colture cerealicole caratterizzate da appezzamenti estesi, che disegnano una maglia fondiaria ampia e poco parcellizzata.

Nell'ambito dell'analisi paesaggistica si è osservato come tale contesto non presenti elementi caratterizzanti o tipici, quali siepi, muri a secco, ecc., che costituiscono l'ossatura identitaria di un paesaggio agrario, a parte qualche filare di eucalipti nel tratto più a sud.

### **Creazione di aree intercluse e reliquati**

La presente tipologia di impatto si verifica nei casi in cui la presenza fisica dell'intervento determina, sia per la morfologia stessa dell'intervento sia per l'interazione con altri vincoli del territorio, la delimitazione di aree che risultano inutilizzabili per isolamento, inaccessibilità o frammentazione.

Tali aree, se non adeguatamente sistemate, possono nel tempo degradarsi e costituire così un fattore di detrazione della qualità del territorio e del paesaggio.

Analoghe considerazioni possono essere effettuate per i tratti stradali preesistenti che verranno dismessi in esito alla realizzazione della nuova infrastruttura.

#### **6.6.1. MISURE IN FASE DI ESERCIZIO**

Le misure individuate in merito alla componente paesaggio sono le seguenti.

#### **MS01– Inerbimenti di scarpate mediante idrosemina**

Si tratta di un intervento di carattere diffuso e di uso comune nella realizzazione di infrastrutture stradali. Prevede che tutte le scarpate di rilevati e trincee che vengono a determinarsi per effetto dell'intervento siano comunque soggette ad inerbimento mediante idrosemina, utilizzando una miscela di sementi adatta al contesto ecologico locale. Tale azione, oltre a migliorare l'impatto percettivo dell'intervento eliminando le superfici denudate, consente anche di proteggere le scarpate dagli effetti erosivi degli agenti atmosferici.

I semi selezionati saranno adatti alle condizioni locali e rispetteranno una certa variabilità di specie per aumentare le possibilità di colonizzare stabilmente il sito d'intervento.

Per la migliore riuscita dell'intervento è necessario che sulla scarpata venga steso uno strato di terreno vegetale di c.ca 30 cm, preferibilmente riutilizzando il terreno vegetale di scotico appositamente accantonato, al fine di minimizzare il consumo di suolo.

#### **MB01 - Ripristino fascia ripariale e invito faunistico**

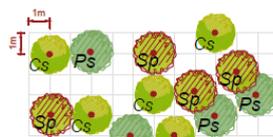
Al fine di garantire il permanere delle condizioni di permeabilità del territorio rispetto all'attraversamento faunistico, sono stati previsti opportuni interventi finalizzati a creare inviti all'attraversamento in corrispondenza di tombini idraulici previsti da progetto e idonei a tale utilizzo per dimensioni, forma e assenza di ostacoli (ad es. salti di quota). Tali interventi contribuiscono anche al migliore inserimento dell'opera nel paesaggio grazie alla messa a dimora di essenze arbustive

PROGETTAZIONE ATI:

quali *Salix purpurea* (salice rosso), *Cornus sanguinea* (sanguinella), *Prunus spinosa* (prungolo selvatico).

L'intervento è localizzato in corrispondenza del "Canale di Bonifica Acque Alte", soggetto a tutela, alla progr. 9+750 c.ca.

### MB02 - SOTTOPASSO/INVITO FAUNISTICO Impianto di vegetazione di invito per la fauna



Essenze arbustive:

- SALIX PURPUREA
- CORNUS SANGUINEA
- PRUNUS SPINOSA

Figura 6.43: sesto d'impianto mitigazione MPB02

### MP1 - Filare arboreo

Si tratta di un intervento che viene utilizzato in casi in cui si ritiene necessario mascheramento percettivo e una ridotta occupazione di suolo (una fascia di 4 m circa), ad esempio in corrispondenza di muri di sostegno.

Si prevede l'utilizzo di specie di *Quercus Ilex* (Leccio) e *Quercus Suber* (Sughera) disposte su filare rettilineo. Di seguito si riportano gli ambiti di applicazione:

MP1 - FILARI ARBOREI					
cod	da prog	a prog	L	mq	lato
MP1.01	8+740	8+800	60	240	sx
MP1.02	9+295	9+650	365	1.460	dx



Essenze arboree:

- QUERCUS ILEX
- QUERCUS SUBER

Figura 6.44: sesto d'impianto mitigazione MP01

### MP1b - Filare arbustivo

Si tratta di un intervento che viene utilizzato in corrispondenza dello svincolo e dell'impianto fotovoltaico, al fine di ridurre l'impatto percettivo per le viste da altezza terra.

Si prevede l'utilizzo di arbusti in filare costituiti da *Myrtus communis* (mirto), *Crataegus monogyna* (biancospino) e *Rosmarinus officinalis* (rosmarino)

Di seguito si riportano gli ambiti di applicazione:

PROGETTAZIONE ATI:

MP1b - FILARI ARBUSTIVI					
cod	da prog	a prog	L	mq	lato
MP1b.01	7+610	7+760	150	240	sx
MP1b.02	7+500	7+538	38	153	dx
MP1b.03	Imp. fotovoltaico		424	1.696	sx

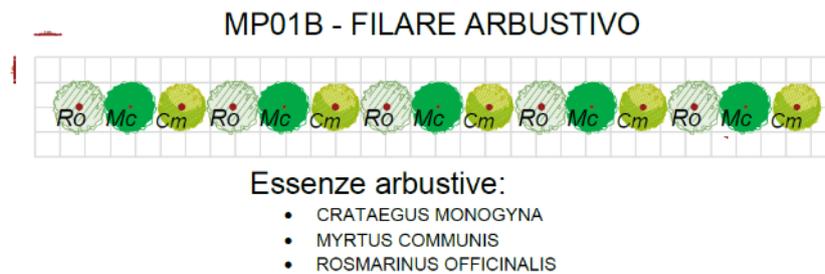


Figura 6.45: sesto d'impianto mitigazione MP01b

### MP2 - Filare arboreo-arbustivo

Simile al precedente, viene previsto nei casi in cui si ritiene opportuno un mascheramento percettivo più consistente e di maggiore ampiezza (circa 5-6 m.)

Nel caso in esame, inoltre, tale intervento viene anche utilizzato per creare uno schermo tra la nuova infrastruttura e l'area protetta costituita dal sito di interesse comunitario ITB040023 - Stagno di Cagliari, saline di Macchiareddu, laguna di S.ta Gilla tra le progr. 6+750 e 7+350 c.ca, anche al fine di proteggere l'avifauna.

Agli arbusti in filare costituiti da *Myrtus communis* (mirto), *Crataegus monogyna* (biancospino) e *Rosmarinus officinalis* (rosmarino) si affianca un filare arboreo che alterna esemplari di *Quercus Ilex* (Leccio) e *Quercus Suber* (Sughera).

Di seguito si riportano gli ambiti di applicazione:

MP2 - FILARI ARBOREO-ARBUSTIVI					
cod	da prog	a prog	L	mq	lato
MP2.01	6+830	7+350	520	2.600	sx
MP2.02	8+330	8+420	190	950	sx
MP2.03	8+440	8+550	110	550	dx
MP2.04	9+650	9+925	275	1.375	dx

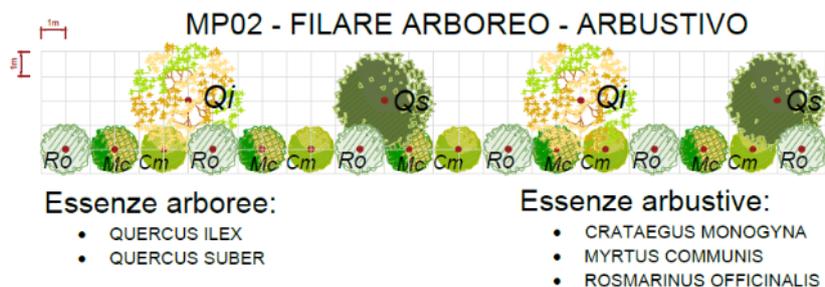


Figura 6.46: sesto d'impianto mitigazione MP02

PROGETTAZIONE ATI:

### MP3 - Sistemazione ornamentale di aree intercluse

Questa tipologia di intervento è destinata principalmente al recupero paesaggistico delle aree intercluse che si vengono a creare per effetto della realizzazione della nuova infrastruttura e per l'adeguamento di quelle esistenti.

Si tratta di interventi ornamentali che prevedono l'introduzione di macchie arboree e arbustive ad impianto casuale, che solo nel caso delle aree di svincolo vengono organizzate secondo geometrie che vanno a ricalcare quelle degli svincoli stessi. Non si ritiene comunque opportuno prevedere impianti geometrici in quanto troppo "artificiali" in relazione al contesto, che è prevalentemente agricolo-extraurbano.

Per evitare un effetto di monotonia l'intervento si attua attraverso 2 diversi tipologici che utilizzano specie arboree e arbustive differenti:

- Tipologico a: utilizzato per interventi a carattere più naturalistico e di filtro tra l'infrastruttura e le aree naturali: *Quercus Suber* (Sughera); *Olea oleaster* (olivastro); *Pyrus spinosa* (perastro) *Juniperus oxycedrus* (ginepro coccolone).
- Tipologico c: utilizzato in prossimità delle aree agricole: *Quercus Suber* (Sughera); *Ceratonia siliqua* (Carrubo); *Myrtus communis* (mirto); *Pistacia lentiscus* (lentisco).

Di seguito si riportano gli ambiti di applicazione:

MP3 - Sistemazione ornamentale di aree intercluse				
cod	da prog	a prog	mq	Lato - tipo
MP3.01	6+530	6+830	21.413	Sx - a
MP3.02	6+830	7+275	6.611	Sx - a
MP3.03	8+560	8+850	5.310	Sx - c
MP3.04	9+260	9+625	3.940	Sx - c

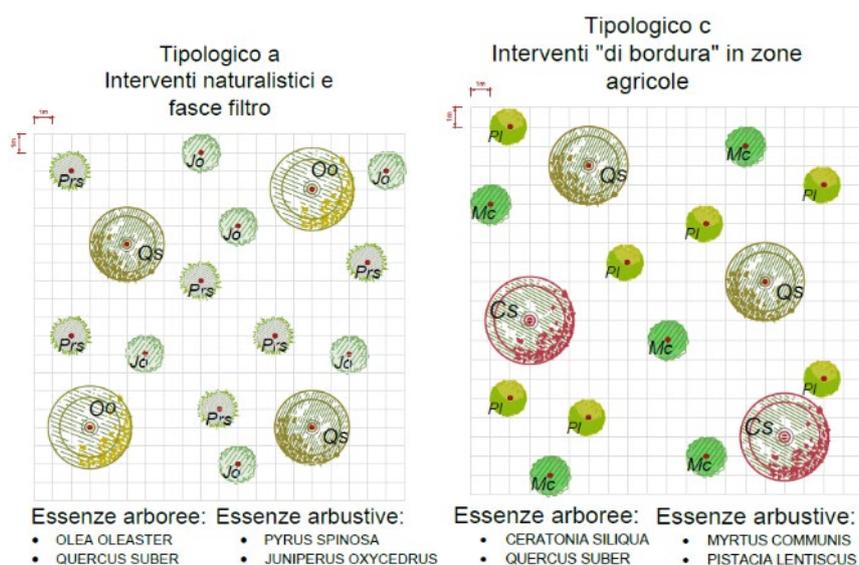


Figura 6.47: sestì d'impianto mitigazione MP03

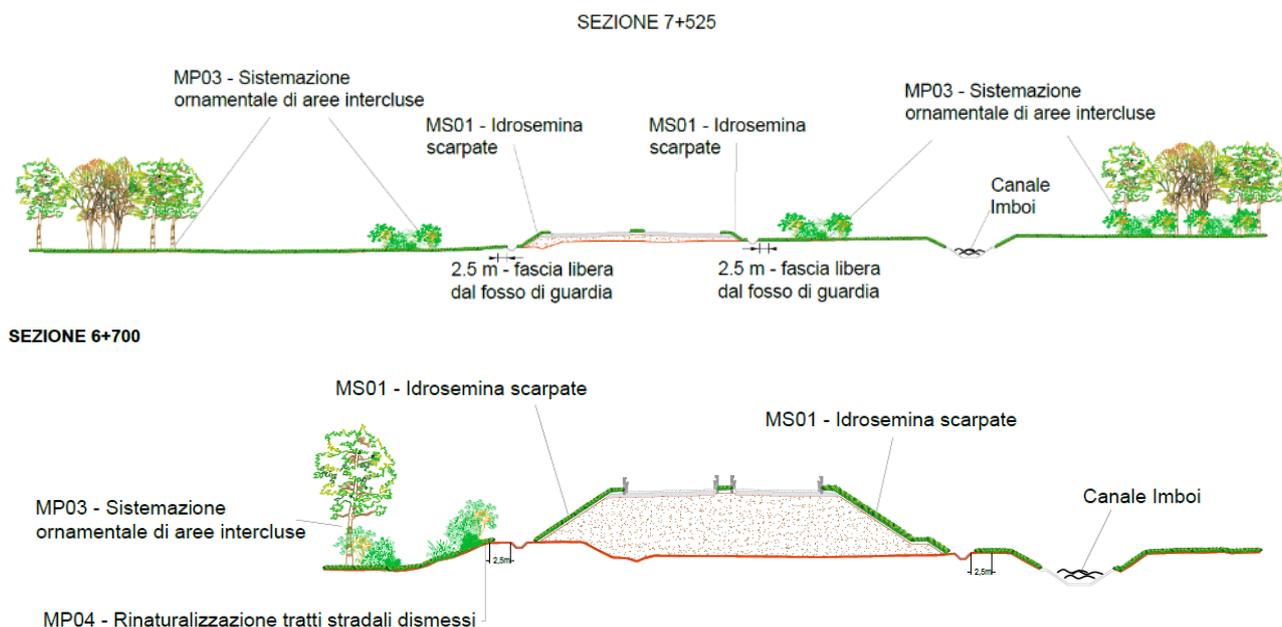


Figura 6.48: Esempio di applicazione dei tipologici delle opere a verde

#### MP4 - Rinaturalizzazione dei tratti stradali in dismissione

L'intervento si attua prioritariamente attraverso la demolizione della sovrastruttura stradale preesistente ed il ripristino della condizione di naturalità del suolo attraverso il riporto di terra vegetale e l'inerbimento delle superfici rimodellate.

Di seguito si riportano gli ambiti di applicazione:

MP4 - Rinaturalizzazione dei tratti stradali in dismissione			
cod	da prog	a prog	mq
MP4.01	5+500	6+050	3.742
MP4.02	6+275	6+490	2.160
MP4.03	6+535	6+750	1.549
MP4.04	7+325	7+425	450
MP4.05	Svincolo		895
MP4.06	Svincolo		3.150
MP4.07	Svincolo		1.000
MP4.08	8+000	8+100	500
MP4.09	9+125	9+240	250

#### MP5 - Rivestimento muri con paramento in pietra naturale e/o studio cromatico delle opere d'arte

Le opere d'arte maggiori presentano generalmente un potenziale di impatto percettivo elevato in quanto, a differenza delle opere su scarpata, non possono essere ricoperte con una coltre erbosa. Al fine di limitare l'intrusione visiva dei muri in cls delle opere di scavalco dei fasci tubieri, queste strutture saranno dotate di un rivestimento in grado di simulare il più possibile un paramento in pietra naturale.

PROGETTAZIONE ATI:

Al contempo, le superfici in cls saranno trattate al fine di ottenere un colore più coerente con il contesto.

Nell'ambito dello studio è stata effettuata un'analisi dei cromatismi prevalenti nell'area dove si inserisce il progetto, allo scopo di fornire utili contributi per la definizione architettonica delle opere d'arte connesse alla realizzazione del progetto.

L'analisi è riportata negli elaborati della relazione paesaggistica, nel quale il paesaggio è analizzato nelle sue caratteristiche cromatiche e vengono elaborate alcune alternative nella scelta cromatica e delle texture delle opere d'arte, come illustrato nella figura seguente.

Sulla base dell'analisi del contesto di riferimento, si ritiene che per la realizzazione degli interventi il riferimento cromatico debba essere quello indicato come "concept cromatismi terre e rocce", utilizzando un colore in grado di richiamare quello più tenue del granito locale.

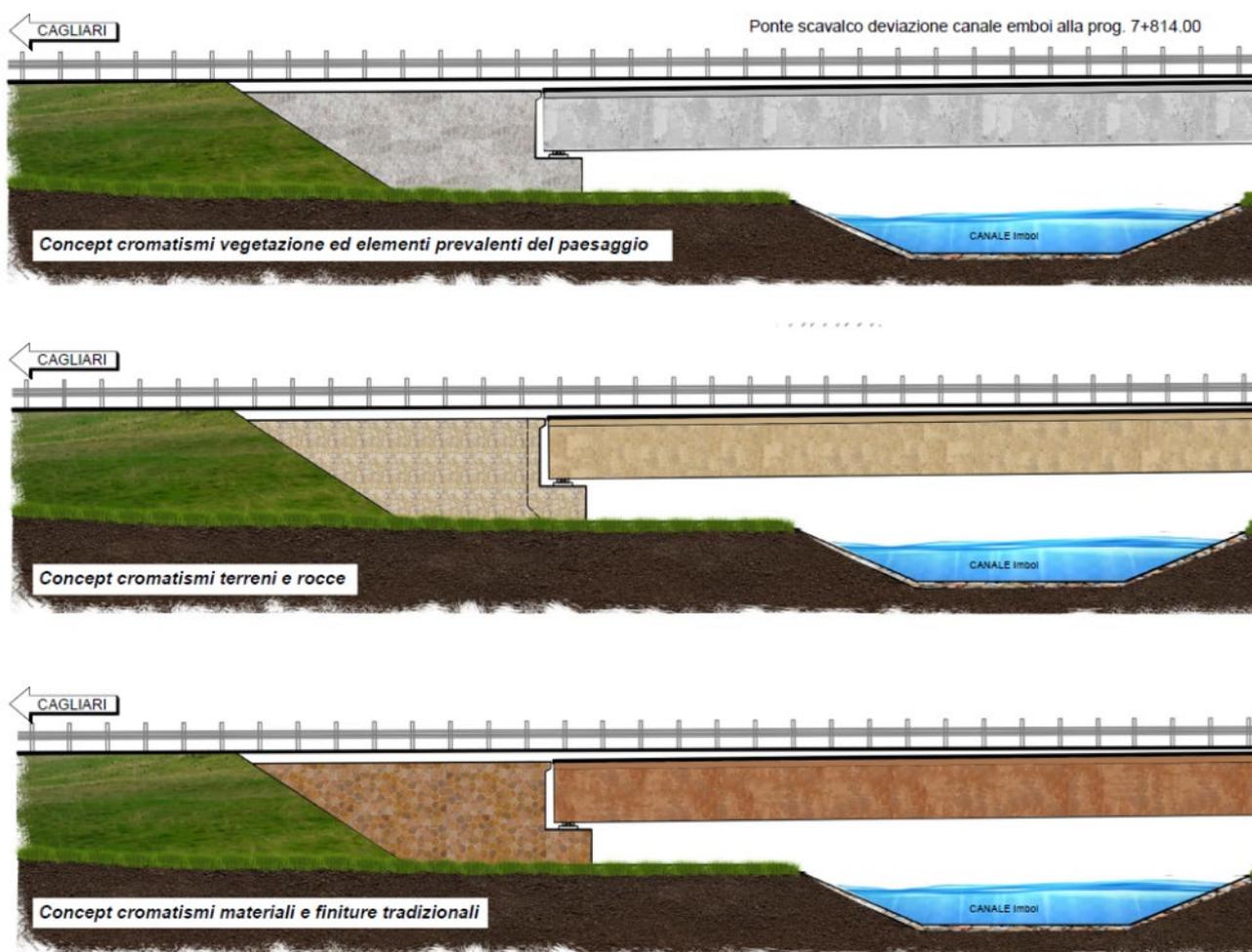


Figura 6.49: Esempio di studio cromatico/texture delle opere d'arte maggiori

***MP6 - Ripristino della continuità dei fondi agricoli e in prossimità dei tratturi***

Ove necessario, sono stati previsti interventi di ricucitura della continuità dei fondi agricoli per consentire il permanere delle condizioni d'uso del territorio preesistenti alla realizzazione dell'infrastruttura.

Tali interventi consistono essenzialmente nel mantenimento della funzionalità dei collegamenti attuali attraverso la ricucitura della viabilità locale, come ad esempio alla progr. 9+200 c.ca.

PROGETTAZIONE ATI:

## 7. ANALISI DELLO STATO DELL'AMBIENTE: AGENTI FISICI

### 7.1. RUMORE

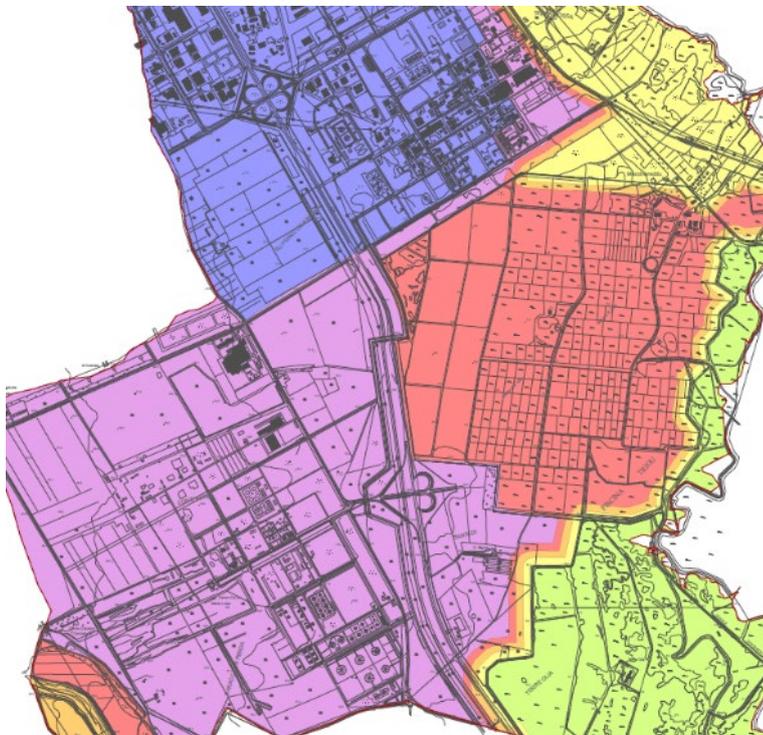
#### 7.1.1. CARATTERISTICHE

Secondo il quadro normativo di riferimento in materia di inquinamento acustico, il rumore stradale è oggetto di specifico regolamento specificato dal DPR 142 del 30.03.2004, ai sensi della L.447/95, che stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore. Questo individua per ciascuna categoria di strada, a seconda se l'asse stradale è esistente o di nuova realizzazione, specifiche fasce di pertinenza acustica e i relativi limiti acustici, espressi in  $Leq(A)$ , nel periodo diurno e notturno in funzione della tipologia di ricettore (sensibili, residenziali, etc.).

Per quanto riguarda l'ante operam, la strada esistente è classificata come Ca i cui limiti sono quelli della tab. 2 dell'allegato 1 al DPR142/2004, ovvero, rispettivamente 70-60 nel periodo diurno e notturno per una fascia di 100 metri (fascia A) e di 65-55 per una successiva fascia di 150 metri (fascia B)

Per quanto riguarda il post operam, poiché si tratta del progetto di una strada di cat. B per un'estensione inferiore a 5 km, la strada è classificata come variante ad una esistente (art. 1 lett.h del DPR 142/2004) e i limiti sono quelli della tab. 2 dell'allegato 1 al DPR142/2004. Tali limiti sono rispettivamente 70-60 nel periodo diurno e notturno per una fascia di 100 metri (fascia A) e di 65-55 per una successiva fascia di 150 metri (fascia B). Secondo il DPCM 14/11/1997, oltre la fascia di pertinenza, l'infrastruttura stradale concorre ai limiti di immissione acustica individuati dal Piano di Classificazione Acustica del Comune territorialmente competente.

L'infrastruttura di progetto ricade nei territori dei comuni di Assemini e Capoterra, entrambi dotati di classificazione acustica del territorio. Nelle immagini sottostanti sono riportate le suddivisioni in classi dei territori comunali per quanto riguarda l'area di intervento.

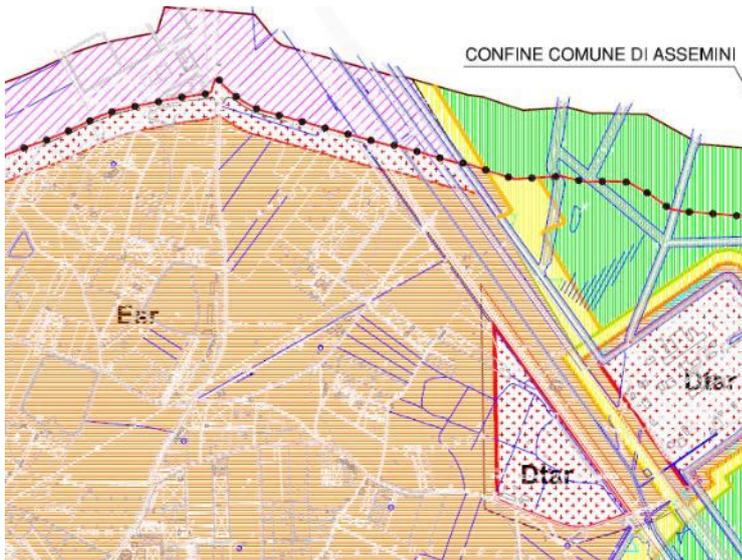


#### Comune di Assemini

##### Zonizzazione

- Classe I: aree particolarmente protette
- Classe II: aree destinate ad uso prevalentemente residenziale
- Classe III: aree di tipo misto
- Classe IV: aree di intensa attività umana
- Classe V: aree prevalentemente industriali
- Classe VI: aree esclusivamente industriali

PROGETTAZIONE ATI:



**Comune di Capoterra**

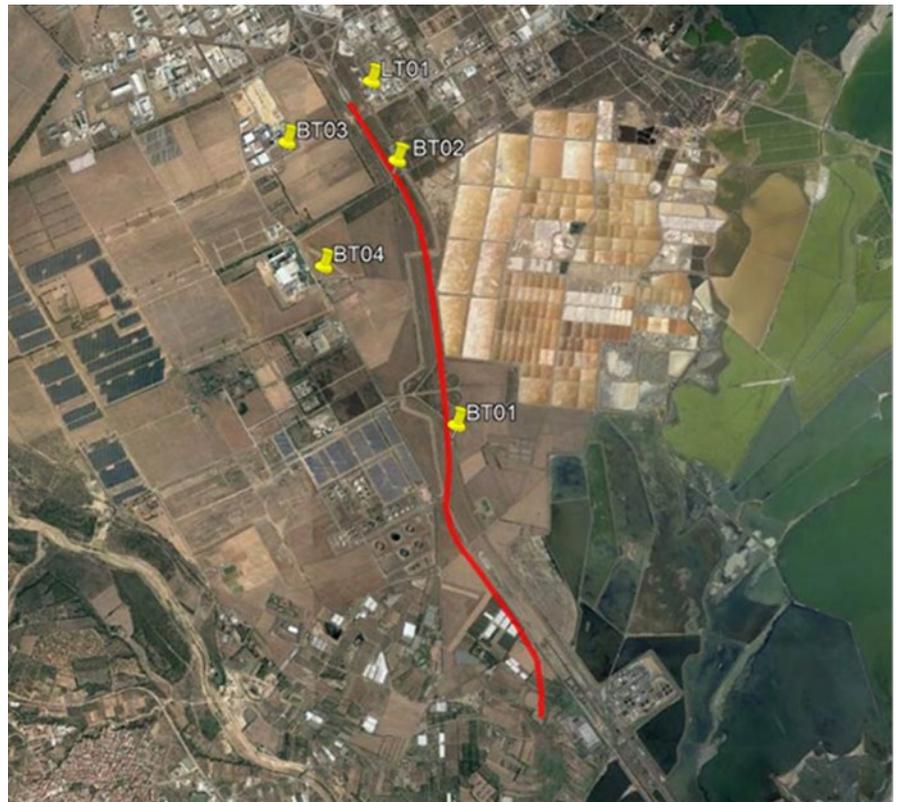
CL.	DEFINIZIONE	RETINO
I	aree particolarmente protette	
II	aree ad uso prevalentemente residenziale	
III	aree di tipo misto	
IV	aree di intensa attività umana	
V	aree prevalentemente industriali	
VI	aree esclusivamente industriali	

**Figura 7.1 Stralcio zonizzazioni acustiche vigenti**

L'area è stata oggetto di monitoraggio acustico ante operam effettuato nei giorni 3 - 4 febbraio 2022.

Il monitoraggio acustico è stato articolato su cinque postazioni, quattro per rilievi di tipo spot e una per un rilievo di 24 ore.

Per ciascuna postazione è stata realizzata una scheda anagrafica con le coordinate relative al posizionamento del fonometro, con una foto satellitare per l'inquadratura del ricettore considerato e con una documentazione fotografica del rilievo. I dati fonometrici sono stati quindi organizzati sulla base del tipo di rilievo effettuato.



**Figura 7.2 Ubicazione punti di misura**

I punti di misura sono stati scelti in modo tale da coprire il tracciato, tenendo conto delle zone di inizio e fine tratta, delle zone di svincolo, della viabilità interferita, della topografia intorno ai ricettori scelti.

Il clima acustico dell'area è caratterizzato principalmente dal traffico veicolare lungo la Strada Consortile Macchiareddu.

La scelta del ricettore presso cui effettuare la misura di 24 ore ha tenuto infine conto sia della sorgente attuale, sia dell'infrastruttura di progetto, che in quel tratto sarà ampliata in sede.

I rilievi spot sono stati quattro, uno per ognuna delle quattro postazioni di misura. Ogni postazione è stata monitorata tramite un rilievo con tempo di misura uguale a 30'.

PROGETTAZIONE ATI:

La sintesi dei rilievi fonometrici è riportata di seguito:

Punto di misura e descrizione	Foto
<p><b>Punto LT01</b> - 39°13'35.04"N 8°59'41.90"E – Comune di Assemini - Classe VI Fonometro posizionato presso Colorificio Ri.Mar. Coop.Srl.</p>	
<p><b>Punto BT01</b> - 39°12'9.18"N 9° 0'9.02"E – Comune di Assemini - Classe V Fonometro posizionato a lato della Strada Consortile Macchiareddu.</p>	
<p><b>Punto BT02</b> - 39°13'15.30"N 8°59'50.10"E – Comune di Assemini - Classe VI Fonometro posizionato a lato della Strada Consortile Macchiareddu.</p>	
<p><b>Punto BT03</b> - 39°13'19.73"N 8°59'14.97"E – Comune di Assemini - Classe VI Fonometro posizionato a circa 630 metri dall'infrastruttura Strada Consortile Macchiareddu.</p>	
<p><b>Punto BT04</b> - 39°12'48.75"N 8°59'26.69"E – Comune di Assemini - Classe V Fonometro posizionato a circa 820 metri dall'infrastruttura Strada Consortile Macchiareddu</p>	

Nell'area è stata portata a termine contemporaneamente alla campagna di misure, una estesa indagine per verificare la presenza di ricettori abitativi nell'area.

L'indagine non ha portato risultati, perché non esistono ricettori abitativi presenti in un raggio di 250 metri dall'asse stradale.

Sono stati comunque censiti due ricettori: uno produttivo, il colorificio Rimar, dove è stata effettuata la misura di 24 ore ed uno abitativo, seppure distante oltre 330 metri dall'asse stradale, un edificio abitativo inserito in una tenuta agricola biologica, l'azienda agricola "Is campus" di Capoterra.

Nell'area di intervento si riconoscono inoltre le seguenti categorie di aree di interesse naturalistico:

- Il sito di interesse comunitario ITB040023 - Stagno di Cagliari, saline di Macchiareddu, laguna di S.ta Gilla;
- La zona di protezione speciale ITB044003 - Stagno di Cagliari
- La Riserva naturale regionale di S. Gilla;
- L'Oasi permanente di protezione faunistica di S. Gilla.
- Nessuna delle aree suddette è direttamente interferita dall'asse in progetto; si riconosce una vicinanza con L'Oasi permanente di protezione faunistica di S. Gilla tra le progr. 8+700 e 10+000 c.ca e con il sito Il sito di interesse comunitario ITB040023 - Stagno di Cagliari, saline di Macchiareddu, laguna di S.ta Gilla tra le progr. 6+750 e 7+350 c.ca.

La campagna di rilievo fonometrico ha restituito i seguenti risultati:

PROGETTAZIONE ATI:

### 7.1.1.1. Misura da 24 ore LT01

Confronto con i limiti di immissione

Periodo	Ubicazione	L <sub>immiss</sub> (dBA)	Classe acustica	Limiti (dBA)
Diurno	Assemini	55.5	VI	70
Notturmo		48.5		70

Tabella 7.1 Livelli sonori di emissione nel periodo di riferimento (arrotondati a 0.5 dBA)

### 7.1.1.2. Misure a breve termine

Confronto con i limiti di immissione diurni

Ricettore	Ubicazione	L <sub>immiss</sub> (dBA)	Classe acustica	Limiti (dBA)
BT01	Assemini	70.0	V	70
BT02	Assemini	70.0	VI	70
BT03	Assemini	38.0	VI	70
BT04	Assemini	49.5	V	70

Tabella 7.2 Livelli sonori di immissione nel periodo di riferimento (arrotondati a 0.5 dBA)

Confronto con i limiti di immissione notturni

Ricettore	Ubicazione	L <sub>immiss</sub> (dBA)	Classe acustica	Limiti (dBA)
BT03	Assemini	42.5	VI	70
BT04	Assemini	46.0	V	60

Tabella 7.3 Livelli sonori di immissione nel periodo di riferimento (arrotondati a 0.5 dBA)

La determinazione dei livelli sonori indotti dalla infrastruttura in esame, nello stato attuale, è stata effettuata con l'ausilio del modello previsionale di calcolo SoundPLAN 8.2 sviluppato dalla soc. Braunstein + Bernt GmbH.

Nel caso specifico si è utilizzato come standard di riferimento la norma NMPB per la modellizzazione da traffico stradale.

Il modello previsionale è stato predisposto sulla base dei seguenti dati:

- modello tridimensionale del tracciato in progetto;
- dati raccolti nel censimento degli edifici;
- identificazione e collocazione spaziale dei ricettori;
- flussi del traffico veicolare medio divisi nel periodo diurno e notturno, diversificati in mezzi pesanti e leggeri e relativa velocità media di percorrenza per gli scenari ante operam
- limiti acustici relativi alle fasce di pertinenza acustica in funzione della classificazione delle infrastrutture;

I dati a disposizione sono stati elaborati al fine di:

PROGETTAZIONE ATI:

- realizzare un modello vettoriale tridimensionale del territorio "DGM Digital Ground Model" esteso a tutto l'ambito di studio;
- realizzare un modello vettoriale tridimensionale dell'edificato, che comprende tutti i fabbricati indipendentemente dalla loro destinazione d'uso;
- definire gli effetti meteorologici sulla propagazione del rumore;
- definire i coefficienti di assorbimento per il terreno e gli edifici;
- definire i dati di traffico di progetto da assegnare alle linee di emissione.

La calibrazione del modello è stata realizzata tramite la misura di rumore di 24 ore effettuata, così come previsto dalla Norma UNI 11143-1:2005 – Appendice E [Calibrazione di un modello di calcolo]. La misura è stata confrontata con i risultati delle simulazioni inserendo all'interno del modello di simulazione, nelle medesime posizioni del microfono, controllando poi la congruità tra i risultati delle misure e quelli delle simulazioni. Lo scarto tra i livelli sonori calcolati e quelli misurati risulta minore di 2 dB(A), pertanto il modello di calcolo è da ritenersi calibrato.

### 7.1.2. ANALISI DEGLI IMPATTI E DELLE MISURE IN FASE DI CANTIERE

Per le attività di cantiere, le sorgenti di emissione acustica sono rappresentate dai macchinari e dalle attrezzature utilizzate in cantiere.

L'entità dell'impatto è funzione della tipologia di macchinari utilizzati, delle relative potenze sonore, del numero di macchinari e della loro contemporaneità, delle fasi di lavoro e delle percentuali di utilizzo.

Muovendo da tali considerazioni e sulla scorta del quadro conoscitivo riportato precedentemente, si è proceduto all'individuazione delle situazioni ritenute più significative sotto il profilo del potenziale impatto acustico, anche in ragione dei seguenti criteri:

- Tipologia delle attività e delle lavorazioni previste;
- Durata e contemporaneità delle lavorazioni;
- Prossimità a ricettori residenziali e/o sensibili;
- Classe acustica, se presente, nella quale ricadono le aree di cantiere e le zone ad esse contermini.

L'analisi acustica degli aspetti di cantiere è stata analizzata mediante il software di simulazione SoundPLAN 8.2 sulla base di un input progettuale dedotto dagli elaborati tecnici di cantierizzazione, cioè:

- Relazione di cantierizzazione;
- Programma dei lavori;
- Tavole di progetto (comprendenti tracciati planimetrici, profili altimetrici ed elaborati di cantierizzazione).

Dagli elaborati tecnici sono state ricavate le informazioni necessarie a realizzare il modello di simulazione:

- localizzazione delle diverse aree di cantiere, distinguendo i cantieri fissi dai cantieri lungo linea;
- caratterizzazione delle differenti tipologie e numero dei macchinari ed attività previste;
- caratterizzazione delle sorgenti sonore per ogni tipologia di lavorazione;
- assegnazione della durata giornaliera delle attività e della percentuale di utilizzo (CU) dei singoli macchinari utilizzati;
- calcolo della potenza sonora  $L_w(A)$  associata a ciascun cantiere;
- verifica dei parametri normativi del caso;
- previsione di interventi di mitigazione laddove risultato necessario.

Le macchine di cantiere sono state considerate come sorgenti puntiformi a cui è stata assegnata una determinata potenza sonora e una quota sul piano campagna, che rappresenta la quota di emissione. La caratterizzazione acustica dei macchinari viene estrapolata da misure dirette sui macchinari e/o dal database interno del modello di simulazione e/o da fonti documentali pubbliche. A questo

proposito in particolare si fa riferimento alla caratterizzazione delle sorgenti di cantiere del C.P.T. Il C.P.T. (Comitato Paritetico Territoriale per la Prevenzione Infortuni, l'Igiene e l'Ambiente di Lavoro di Torino e Provincia) è un ente senza scopo di lucro, costituito nel 1970 con accordo tra il Collegio dei Costruttori Edili (ANCE) della provincia di Torino, le associazioni artigiane di categoria (CNA-Costruzioni, CASA e Unione Artigiana) e le organizzazioni sindacali dei lavoratori edili (FeNeAL-UIL, FILCA-CISL, FILLEA-CGIL). Il C.P.T. mette a disposizione per bande di ottava dati di "Pressione sonora" e/o "Potenza acustica" di un congruo numero di macchinari di cantiere, suddivisi per tipologia e/o marca e/o modello specifico.

Le simulazioni hanno restituito i livelli di rumore in formato numerico, strumento di valutazione con il quale è stato possibile dimensionare in maniera opportuna, laddove necessario, gli interventi di mitigazione di cantiere.

Di seguito si illustrano gli output del modello di simulazione sia per i cantieri fissi, che per i cantieri lungo linea.

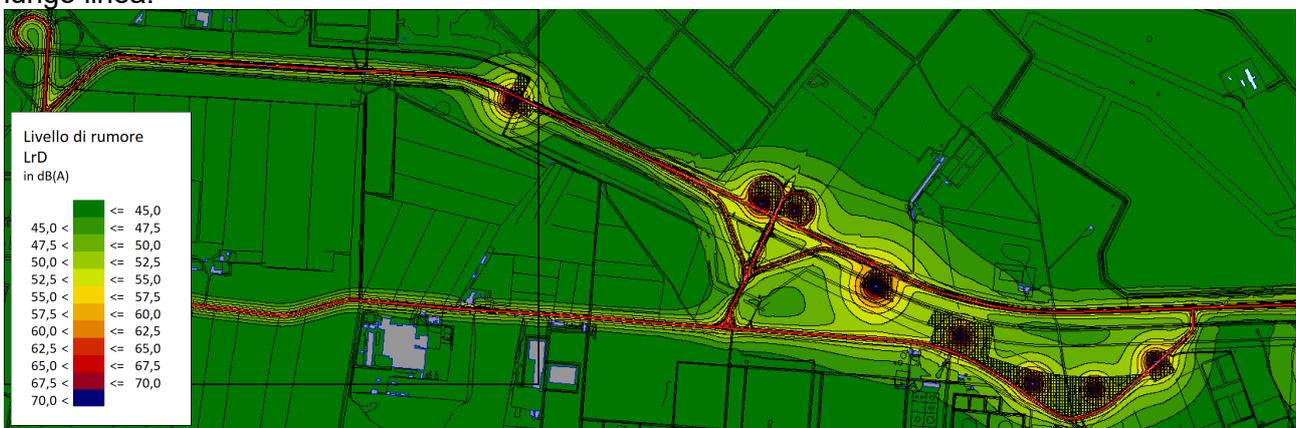


Figura 7.3 Mappa della rumorosità - Corso d'opera

#### 7.1.2.1. Cantieri fissi

Per quanto riguarda i cantieri fissi, si sono effettuate le simulazioni modellistiche per le 2 aree localizzate lungo il tracciato.

Dalle simulazioni effettuate si osserva che i livelli di rumore fuori dall'area di cantiere si attesta intorno ai 57 dB(A), ben al di sotto dei limiti di zonizzazione acustica che prevede, per l'area ove saranno ubicati i cantieri, la classe V, con limite diurno di 70 dB(A). Come già osservato in precedenza, non sono presenti ricettori abitativi nell'area.

Per tutti i cantieri fissi sarà comunque necessario prevedere delle azioni di buona gestione dei cantieri in modo da ridurre al massimo l'impatto sul territorio ad opera delle lavorazioni indagate.

#### 7.1.2.2. Cantieri lungo linea

Per quanto riguarda i cantieri lungo linea, sono stati analizzati i valori di output numerici restituiti dal modello. Si osserva che tutte le lavorazioni rientrano dentro i limiti previsti dalla zonizzazione acustica. Intorno ai cantieri operativi non sono presenti ricettori abitativi, gli edifici presenti sono tutti produttivi/industriali.

#### 7.1.2.3. Impatto sulla avifauna

Considerata la vicinanza del sito Natura 2000 "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu e laguna di Santa Gillia" alle aree di cantiere, si considera necessaria una valutazione dell'impatto da rumore sulle specie ornitiche presenti.

Il rumore viene trasmesso dalla fonte attraverso un mezzo (terreno e/o aria) ad un recettore, che in questo caso è rappresentato dalla fauna presente.

PROGETTAZIONE ATI:

Il rumore agisce da deterrente sull'utilizzazione del territorio da parte della fauna selvatica in relazione a diversi meccanismi. Per le specie che utilizzano le vocalizzazioni durante la fase riproduttiva esso agisce come "incremento di soglia" diminuendo la distanza di percezione del canto territoriale.

Per alcune specie l'aumento del rumore rende un sito meno controllabile, quindi meno sicuro, per la protezione dai predatori mentre per altre specie "rumori particolari" potrebbero agire interferendo con le frequenze di emissione, con significati specie-specifici.

Dalla bibliografia specifica di settore, si desume che la perdita dei siti di nidificazione dell'ornitofauna più sensibile avviene superata la soglia dei 60 dBA, ma già con una soglia di soli 40 dBA il fenomeno è apprezzabile sulle specie più sensibili. La distanza planimetrica di esaurimento di tale criticità è stata derivata utilizzando i valori desunti dalla letteratura per mezzi quali quelli impiegati incrementati di significativi livelli al fine di proporre un modello molto prudentiale.

L'effetto del rumore risulta assai diverso se opera su tipiche specie di bosco piuttosto che di prateria, ambienti ove la dispersione del rumore avviene con modalità diverse. Queste ultime risultano più tolleranti in quanto l'adattamento ad ambienti aperti consente loro di "soportare" meglio le variazioni di rumore alle quali sono più abituate. Nel bosco l'impatto risulta dimezzato rispetto alle zone aperte, tuttavia le specie che vi nidificano sono molto più sensibili in quanto più "isolate" acusticamente rispetto alle specie di aree aperte. L'ornitofauna presente nella salina può pertanto essere paragonata a quella di prateria, quindi meno sensibile.

### 7.1.3. ANALISI DEGLI IMPATTI E DELLE MISURE IN FASE DI ESERCIZIO

Seguendo la stessa metodologia applicata per la stima dei limiti acustici allo stato attuale, per la stima dei livelli di immissione acustica allo scenario di progetto, al fine di caratterizzare l'impatto potenziale relativo alla compromissione del clima acustico, è stata effettuata una simulazione previsionale, utilizzando il modello previsionale SoundPLAN 8.2, in funzione del traffico previsto al 2028 nello scenario di progetto.

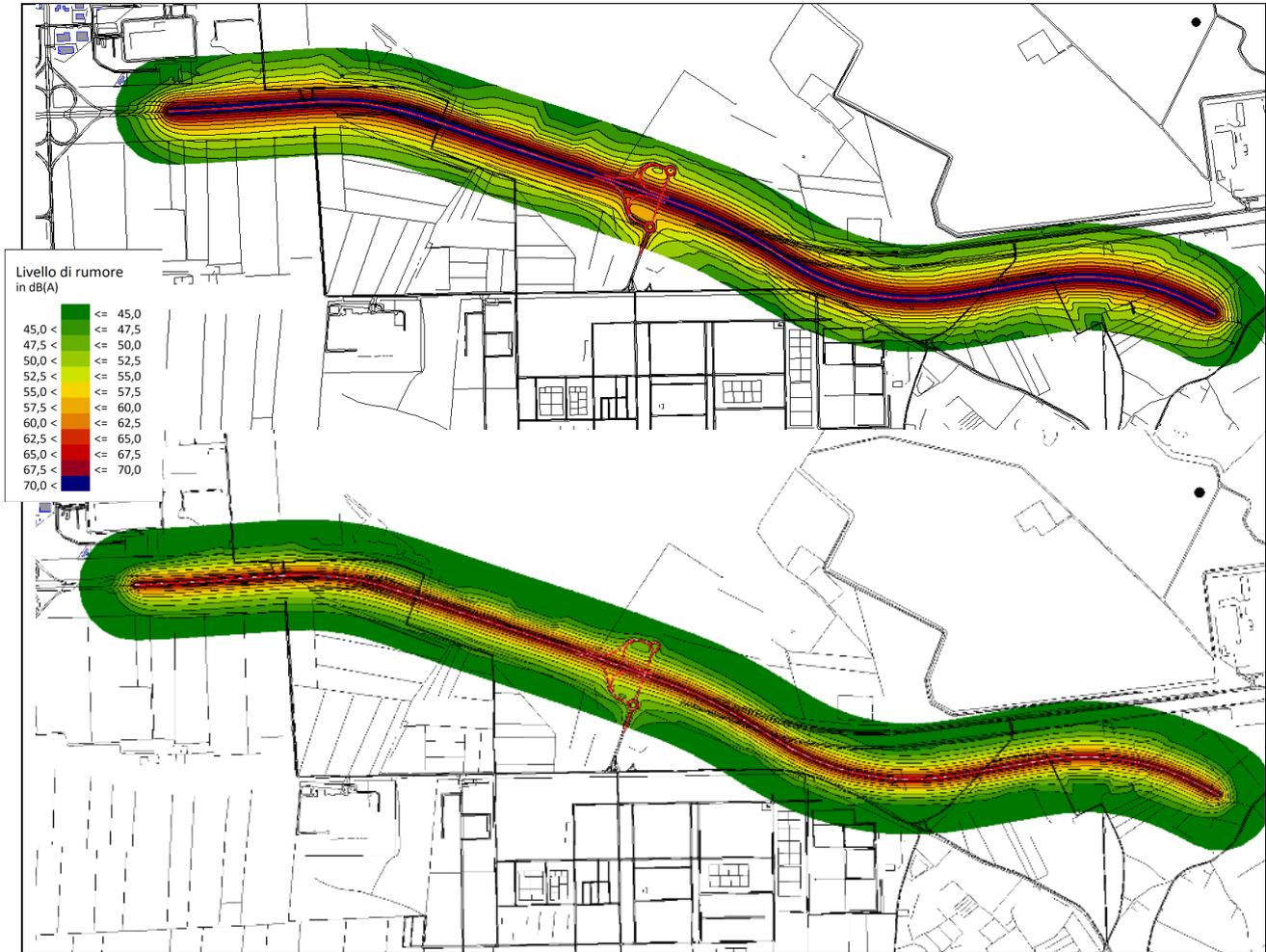
Per quanto riguarda i flussi di traffico relativi all'asse stradale di progetto, all'interno dell'ambito di studio si è fatto riferimento ai dati determinati dallo studio trasportistico previsionale in termini di TGM, distinti tra veicoli leggeri e pesanti nei due periodi temporali di riferimento (diurno 06-22 e notturno 22-06).

Per individuare l'ampiezza della fascia caratterizzante i limiti massimi acustici, si è reso necessario rapportare i flussi al periodo diurno e notturno (06-22 e 22-06) in termini di traffico orario.

Attualmente non sono presenti ricettori entro la fascia di pertinenza acustica pertanto l'impatto acustico indotto dall'infrastruttura è perfettamente compatibile con l'ambiente circostante.

Estendendo l'analisi al vicino Sito Natura 2000 "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu e laguna di Santa Gillia" ed in particolare alla fauna presente si osserva come i livelli calcolati, inferiori a 45 dB(A), siano considerevolmente al di sotto del target di 60 dB(A) che si considera come soglia di disturbo della ornitofauna.

Il vero beneficio, dal punto di vista acustico, indotto dalla realizzazione dell'infrastruttura "Opera connessa Nord" sarà quantificabile su area più vasta quando si ricollegherà al lotto denominato "Opera connessa SUD" in fase di costruzione, sottraendo il traffico alla SS 195 e alle località turistiche della costa.



**Figura 7.4 Mappe della rumorosità post operam- Tempo di riferimento diurno e notturno**

PROGETTAZIONE ATI:

## 7.2. VIBRAZIONI

L'opera in progetto non si caratterizza per attività di scavo e sbancamento rilevanti, né per l'esecuzione di scavi in sotterraneo. Non sono altresì previste fasi costruttive in grado di determinare l'insorgere di fenomeni vibrazionali particolarmente significativi o inusuali in relazione alle normali pratiche realizzative connesse alla realizzazione di un'infrastruttura stradale.

Oltre a ciò, si deve rilevare anche la sostanziale assenza di ricettori (edifici – attività antropiche) nelle immediate vicinanze delle aree interessate dalle lavorazioni, il che determinerebbe la non necessità di approfondire gli impatti relativi alle vibrazioni pur in presenza di agenti significativi.

Per tali ragioni nell'ambito del presente studio non si è ritenuto necessario indagare l'agente fisico in argomento.

PROGETTAZIONE ATI:

### 7.3. RADIAZIONI OTTICHE

La radiazione luminosa in generale può comportare problemi di:

- **inquinamento luminoso**, inteso come ogni alterazione dei livelli di illuminazione naturale e in particolare come ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperde al di fuori delle aree cui essa è funzionalmente dedicata ed in particolare oltre il piano dell’orizzonte (o verso la volta celeste),
- **inquinamento ottico** (o luce intrusiva), inteso come ogni forma di irradiazione artificiale diretta su superfici e/o cose cui non è funzionalmente dedicata o per le quali non è richiesta alcuna illuminazione.

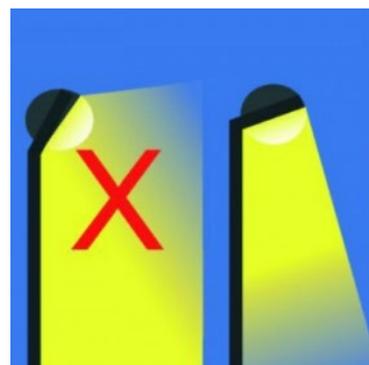
Il corridoio in cui si inserisce il progetto presenta un livello di illuminazione notturna piuttosto ridotto per l’assenza di nuclei urbanizzati significativi. Gli unici elementi di rilievo sono costituiti dai grandi complessi che fanno capo alle attività industriali presenti, i quali sono dotati di dispositivi di illuminazione notturna legati soprattutto ad esigenze di sicurezza/controllo.

L’attuale strada consortile in adeguamento non è dotata di illuminazione notturna.

In tale contesto l’introduzione di nuovi elementi in grado di generare inquinamento luminoso può influire negativamente su mammiferi, rettili, anfibi e uccelli, ad esempio alterando i cicli biologici o “confondendoli” durante le normali attività di spostamento, caccia o migrazione e talora alterando, come nel caso di alcuni anfibi, i cicli riproduttivi.

Il progetto non comporterà un incremento significativo dell’inquinamento luminoso nell’area, in quanto è prevista esclusivamente l’illuminazione delle aree di svincolo a metà e a fine lotto (innesto sul lotto in corso di realizzazione), confinando il fenomeno ad ambiti circoscritti

Al fine di limitare ulteriormente l’inquinamento luminoso e il conseguente disturbo nei confronti della fauna notturna in tali aree, il progetto prevede l’adozione di un sistema di illuminazione con apparecchi illuminanti “full-cutoff”, aventi il fascio luminoso concentrato verso il basso.



PROGETTAZIONE ATI: