

**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 SPECIALISTICHE</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>		

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE  
MOTIVAZIONI DELL'INTERVENTO E SCENARIO DI BASE  
RELAZIONE SULLE MOTIVAZIONI DELL'INTERVENTO E SCENARIO DI BASE**

<b>CODICE PROGETTO</b>	<b>NOME FILE</b>	<b>REVISIONE</b>	<b>SCALA</b>
PROGETTO                      LIV.      ANNO <b>DPCA0150</b> <b>D</b> <b>23</b>	T00IA02AMBRE01_A		
	<b>CODICE ELAB.</b> T 0 0 I A 0 2 A M B R E 0 1	<b>A</b>	-
<b>D</b>			
<b>C</b>			
<b>B</b>			
<b>A</b>	Emissione	Giugno '23	Verardi
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO
		VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

<b>1. <u>INQUADRAMENTO GENERALE</u></b> .....	<b>4</b>
1.1. IL PROGETTO: INQUADRAMENTO GENERALE .....	4
1.2. INQUADRAMENTO NORMATIVO E PROCEDURALE .....	7
1.3. ITER PROGETTUALE/APPROVATIVO PREGRESSO.....	7
1.4. ITER APPROVATIVO ATTUALE .....	11
1.5. STRUTTURA E ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO.....	12
<b>2. <u>QUADRO DI CONFORMITÀ E DI COERENZA DELL'OPERA</u></b> .....	<b>13</b>
2.1. PROGRAMMAZIONE DI LIVELLO NAZIONALE.....	13
2.2. PIANIFICAZIONE DI LIVELLO REGIONALE .....	14
2.2.1. <i>Generalità</i> .....	14
2.2.2. <i>Il Piano Paesaggistico Regionale</i> .....	14
2.3. IL PIANO REGIONALE DEI TRASPORTI .....	16
2.3.1. <i>Obiettivi e strategie</i> .....	17
2.3.2. <i>Il progetto del sistema stradale</i> .....	17
2.4. PIANIFICAZIONE DI LIVELLO PROVINCIALE.....	19
2.4.1. <i>il Piano Strategico della Città Metropolitana di Cagliari</i> .....	19
2.4.2. <i>Relazioni con l'intervento in progetto</i> .....	20
2.4.3. <i>Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) della Città Metropolitana di Cagliari</i> .....	21
2.5. PIANIFICAZIONE DI LIVELLO LOCALE.....	21
2.5.1. <i>Il Piano Regolatore dell'Area di sviluppo industriale di Cagliari</i> .....	21
2.5.2. <i>PUC Comune di Assemini</i> .....	23
2.5.3. <i>PUC Comune di Capoterra</i> .....	23
2.1. ALTRI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE.....	25
2.1.1. <i>Il Piano di assetto idrogeologico</i> .....	25
<b>3. <u>QUADRO DEI VINCOLI, TUTELE E CONDIZIONAMENTI</u></b> .....	<b>33</b>
3.1. PREMESSA .....	33
3.2. ASSETTO AMBIENTALE (ARTT. 17-18 PPR).....	33
3.2.1. <i>Componenti del paesaggio con valenza ambientale (art. 21 PPR)</i> .....	34
3.2.2. <i>Aree di interesse naturalistico istituzionalmente tutelate (art. 33 PPR)</i> .....	34
3.2.3. <i>Aree Recupero ambientale (artt. 41 - 43 PPR)</i> .....	35
3.3. ASSETTO STORICO CULTURALE (ART. 47 PPR).....	35
3.4. PRESCRIZIONI PER IL SISTEMA DELLE INFRASTRUTTURE (ART. 103 PPR).....	36

PROGETTAZIONE ATI:

3.5.	LA DISCIPLINA RELATIVA AI SITI INQUINATI .....	37
<b>4.</b>	<b><u>ANALISI DELLO STATO DELL'AMBIENTE: FATTORI AMBIENTALI</u></b> .....	<b>40</b>
4.1.	POPOLAZIONE E SALUTE UMANA .....	40
4.1.1.	<i>Premessa metodologica generale</i> .....	40
4.1.2.	<i>il Piano Nazionale della Prevenzione 2020-2025</i> .....	41
4.1.3.	<i>Piano Regionale della Prevenzione 2020-2025</i> .....	47
4.1.4.	<i>Principali indicatori della salute nella regione Sardegna</i> .....	48
4.1.1.	<i>Principali indicatori della salute nella Città Metropolitana di Cagliari: morbilità, incidentalità e mortalità</i> .....	50
4.1.1.	<i>Stato della qualità dell'aria nell'area di studio</i> .....	51
4.1.2.	<i>Clima acustico nell'area di studio</i> .....	53
4.1.3.	<i>Caratterizzazione ambientale aree interferenti con siti oggetto di bonifica</i> .....	53
4.2.	BIODIVERSITÀ.....	54
4.2.1.	<i>Clima e fitoclima</i> .....	54
4.2.2.	<i>Geologia, pedologia e idrografia</i> .....	56
4.2.3.	<i>Vegetazione e uso del suolo</i> .....	59
4.2.4.	<i>Comunità vegetali, habitat e specie floristiche rinvenute nell'area di intervento</i> .....	61
4.2.5.	<i>La carta della vegetazione reale</i> .....	64
4.2.6.	<i>Uso del suolo</i> .....	64
4.2.7.	<i>La carta delle unità ecosistemiche e delle reti ecologiche</i> .....	67
4.2.8.	<i>Fauna</i> .....	72
4.3.	SUOLO, USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE .....	74
4.3.1.	<i>Generalità e fonti dei dati</i> .....	74
4.3.2.	<i>Unità delle terre</i> .....	75
4.3.3.	<i>Capacità dell'uso del suolo</i> .....	81
4.3.4.	<i>Uso del suolo attuale</i> .....	83
4.3.5.	<i>Patrimonio agroalimentare</i> .....	86
4.4.	GEOLOGIA E ACQUE.....	88
4.4.1.	<i>Inquadramento geomorfologico</i> .....	88
4.4.2.	<i>Assetto geologico</i> .....	91
4.4.3.	<i>Tettonica</i> .....	96
4.4.4.	<i>Geotecnica</i> .....	96
4.4.5.	<i>Sismica</i> .....	97
4.4.6.	<i>Caratteristiche idrogeologiche nell'area di progetto</i> .....	101
4.4.7.	<i>Acque superficiali</i> .....	102

PROGETTAZIONE ATI:

4.4.8.	<i>I rischi di inquinamento connessi alla presenza del sito inquinato di Assemini</i>	107
4.6.	ARIA E CLIMA	113
4.6.1.	<i>Climatologia e meteorologia</i>	113
4.6.2.	<i>Zonizzazione e classificazione del territorio per qualità dell'aria</i>	125
4.6.3.	<i>Stato della qualità dell'aria</i>	128
4.6.4.	<i>Fondo ambientale</i>	137
4.6.5.	<i>Modellizzazione della qualità dell'aria</i>	138
4.7.	PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE	145
4.7.1.	<i>Aspetti generali</i>	145
4.7.2.	<i>Cenni storici</i>	146
4.7.3.	<i>Il Sistema Insediativo</i>	147
4.7.4.	<i>Il Sistema ecologico e naturalistico</i>	148
4.7.1.	<i>Elementi/ambiti a valenza simbolica</i>	148
4.7.2.	<i>Percorsi panoramici, ambiti di percezione significativi e caratteristiche di intervisibilità dell'opera</i>	149
4.7.1.	<i>Analisi dei cromatismi e dei materiali</i>	151
4.7.2.	<i>Caratteristiche specifiche dei beni tutelati lungo il corridoio di progetto</i>	154
4.7.3.	<i>Documentazione fotografica</i>	157
4.7.4.	<i>Criticità e indirizzi individuati nel PPR</i>	164
<b>5.</b>	<b><u>ANALISI DELLO STATO DELL'AMBIENTE: AGENTI FISICI</u></b>	<b>167</b>
5.1.	RUMORE	167
5.1.1.	<i>Metodologia</i>	167
5.1.2.	<i>La classificazione acustica dell'area di studio</i>	168
5.1.3.	<i>Caratterizzazione acustica ante operam</i>	171
5.1.4.	<i>Strumentazione di misura</i>	172
5.1.5.	<i>Risultati delle misure fonometriche</i>	173
5.1.6.	<i>Ricerca dei ricettori</i>	174
5.1.7.	<i>Simulazioni acustiche</i>	174
5.1.8.	<i>Taratura del Modello</i>	176
5.1.9.	<i>Risultati delle simulazioni</i>	177
5.2.	VIBRAZIONI	178
5.3.	RADIAZIONI OTTICHE	179

## 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.

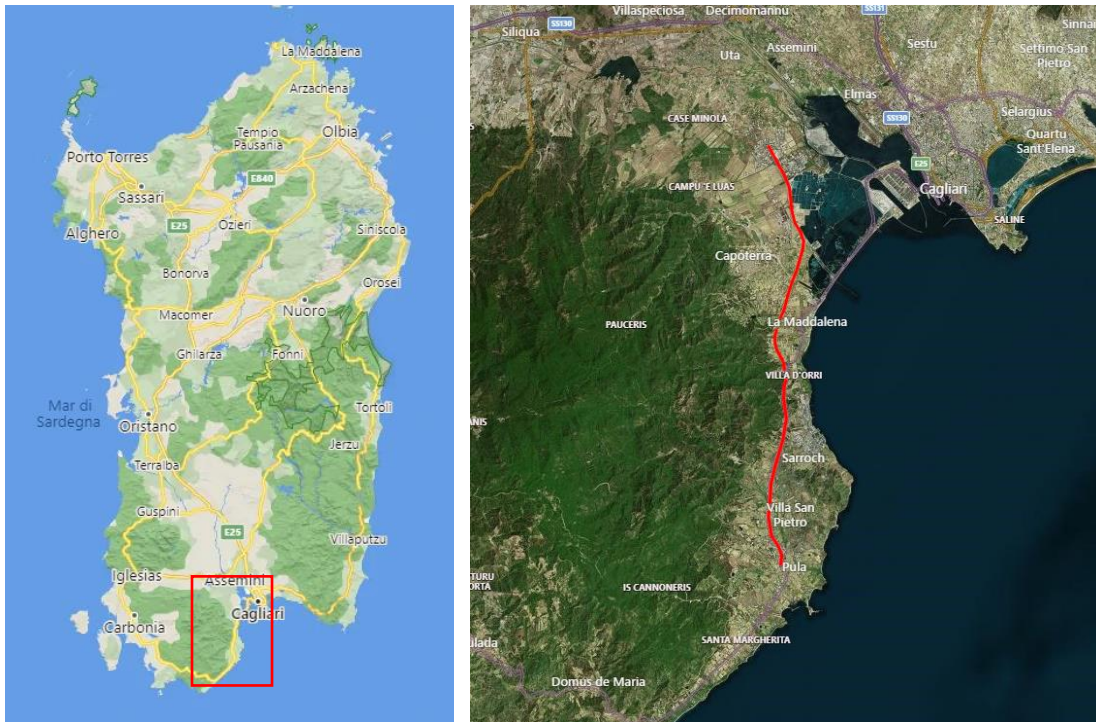


Figura 1.1: Inquadramento territoriale dell'area di intervento e dell'itinerario Cagliari - Pula

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

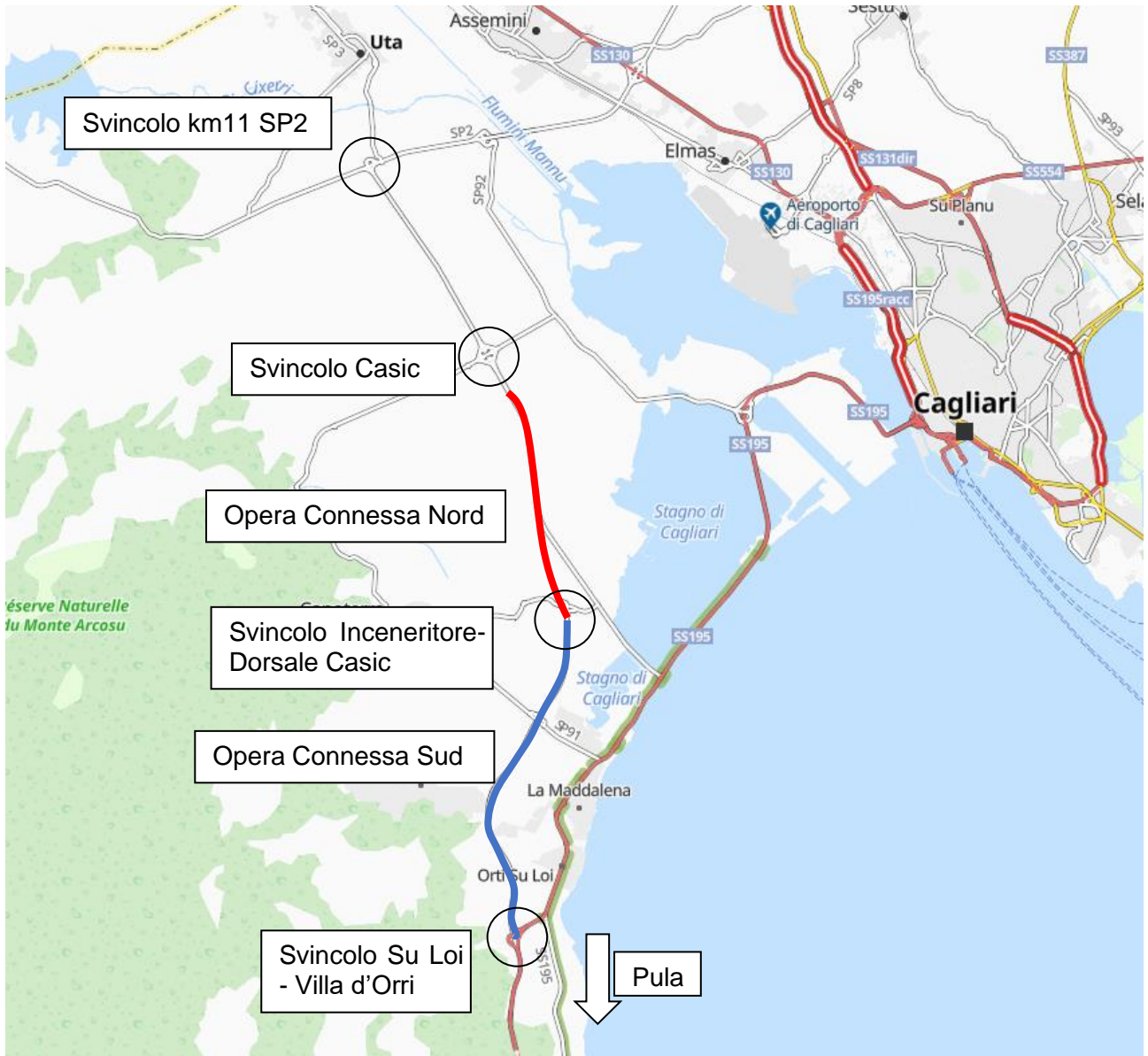
Il tracciato complessivo tra Cagliari e Pula si sviluppa su una lunghezza complessiva di circa 30 km, tra le città di Cagliari e Pula, e attraversa il territorio dei comuni di Cagliari, Assemmini, Capoterra, Sarroch, Villa San Pietro e Pula.

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.

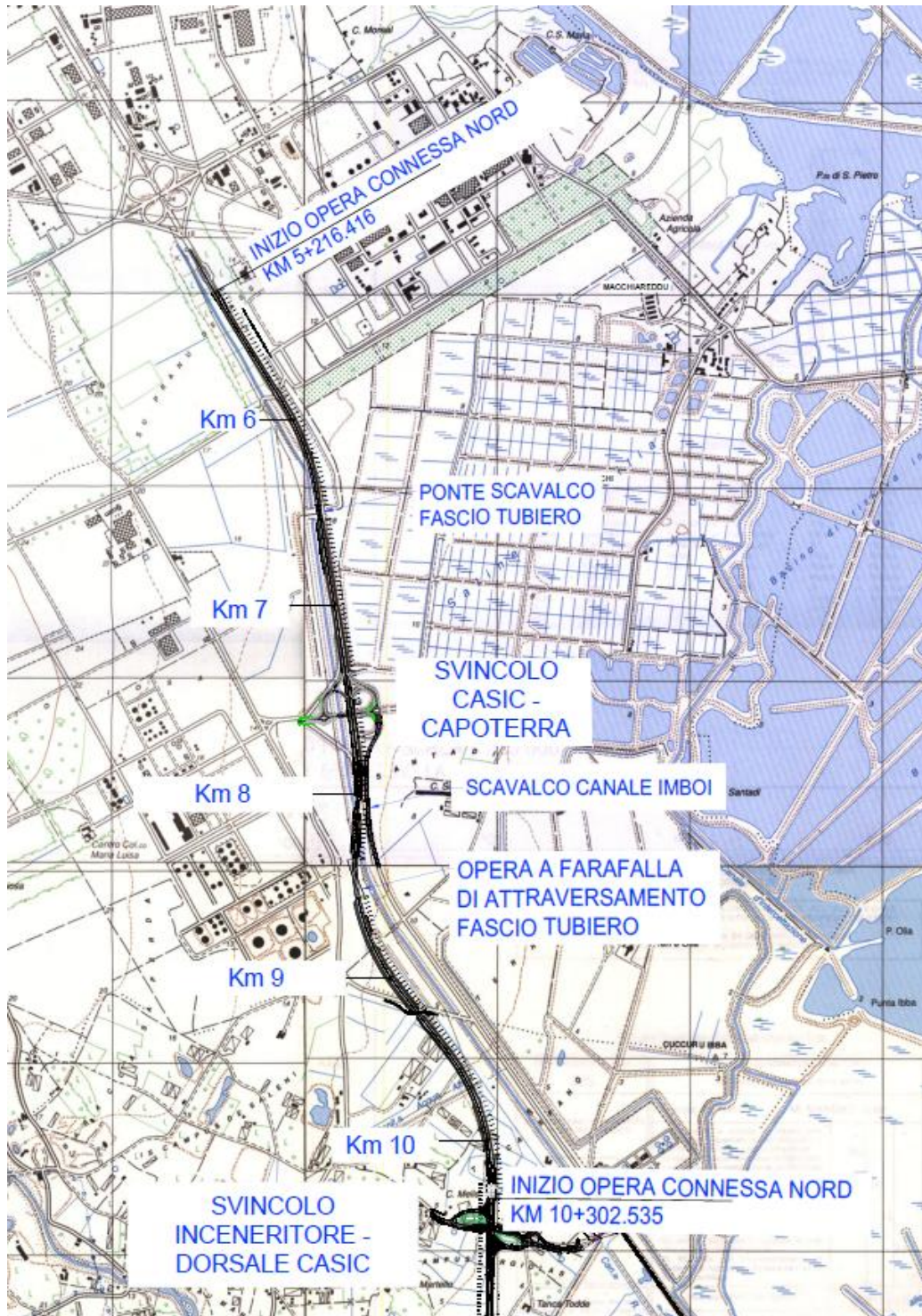
PROGETTAZIONE ATI:



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. INQUADRAMENTO NORMATIVO E PROCEDURALE

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 10. Secondo quanto disposto dall'articolo 6, comma 7, lettera a, il progetto pertanto è sottoposta a procedura di VIA di competenza statale.

## 1.3. 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.

PROGETTAZIONE ATI:



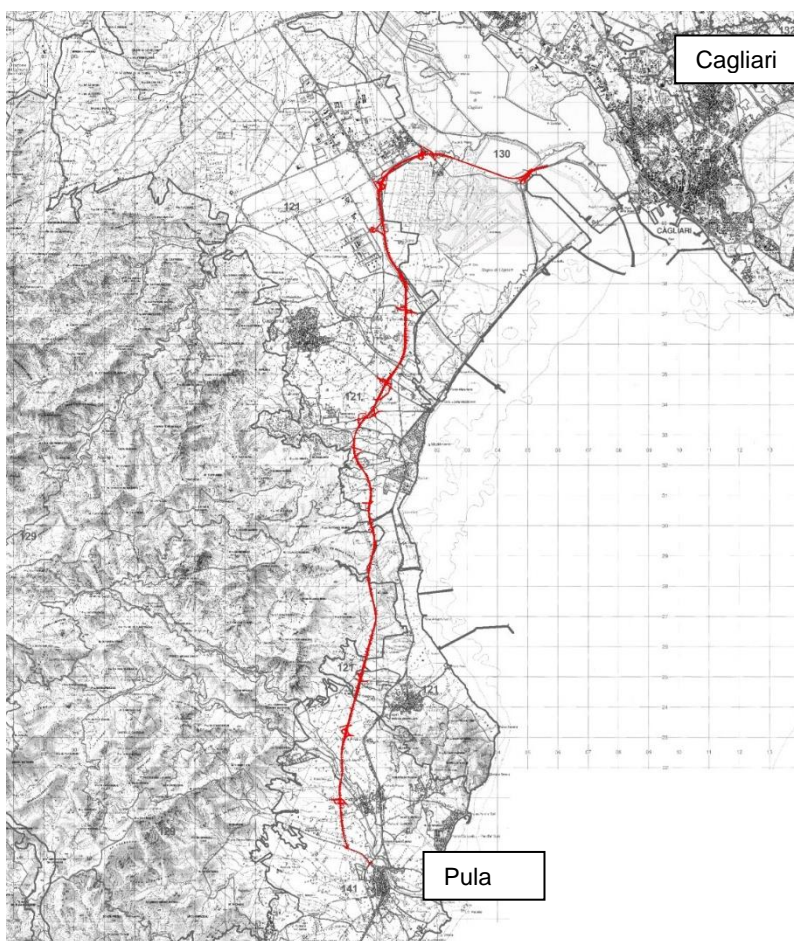


Figura 1.2: il tracciato del 2004 oggetto di procedura di VIA

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 stralciarli dall'intervento. Con parere del 30/03/2007 (Prot. DSA-DAC-2007-0000259) 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 Assemmini 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;

PROGETTAZIONE ATI:

- 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.

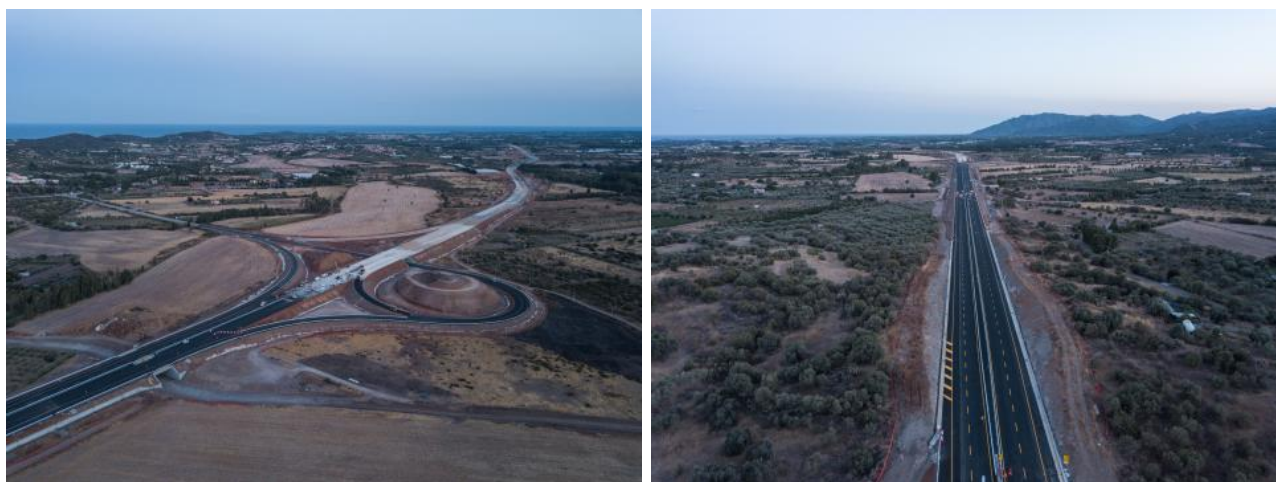


Figura 1.4: Tratti della Cagliari – Pula realizzati o in fase di realizzazione (Fonte: ANAS)

PROGETTAZIONE ATI:

Il progetto definitivo dell'Opera Connessa Nord, redatto inizialmente dai tecnici della Regione Sardegna (successivamente denominato Variante 0 – RAS) ed aggiornato da parte di Anas, prevede l'adeguamento in sede a 4 corsie, per una lunghezza di circa 5 km, dell'attuale strada consortile ("Dorsale consortile") attualmente di proprietà del Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari ("CACIP") nell'area industriale di Macchiareddu (Cagliari).

Il tratto di interesse dell'OCN si sviluppa per tutta la lunghezza all'interno dell'area industriale CACIP di Macchiareddu (nei comuni di Capoterra e di Assemini) e ricade interamente all'interno del SIN Sulcis- Iglesiente-Guspinese, la cui perimetrazione attuale è stata approvata dal MATTM con decreto del 27.07.2016.

L'Opera Connessa Nord prosegue in continuità con l'esistente Dorsale Consortile, a partire dallo svincolo a quadrifoglio presente presso la località Macchiareddu, passa per l'esistente svincolo "Casic – Capoterra" e si va ad innestare allo svincolo "Inceneritore Casic – Dorsale Consortile", che collega l'intervento in argomento con l'Opera Connessa Sud e il Lotto 1 del progetto "S.S.195 Sulcitana – Tratto Cagliari-Pula", in fase di realizzazione.

Il tracciato, così come previsto dal progetto definitivo originario, si sviluppava in parte sovrapponendosi alle aree denominate "Area oleodotto" e "Is Campus", entrambe interessate da interventi di bonifica. Il Progetto Operativo di Bonifica ("POB") dell'Area Is Campus è stato approvato, con prescrizioni, con Determina Ministeriale prot. 230/STA del 19.05.2015. Per quanto riguarda l'Area Oleodotto, invece, il MATTM ha richiesto l'attivazione interventi di messa in sicurezza d'emergenza ("MISE"), nella CdS del 27.03.2007.

La società Syndial (oggi diventata ENI Rewind S.p.A.) ha attivato interventi di prevenzione (MIPRE), ad oggi in esercizio.

Il MATTM, ai sensi dell'art. 34 comma 8 della Legge n. 164 del 2014 (trattasi di comma recentemente abrogato dall'art. 52 comma 2 della Legge n. 120 del 2020 e di fatto sostituito con quanto disciplinato dall'art. 242-ter comma 4 del D.Lgs. 152/06 di pari tenore), ha evidenziato, durante l'incontro del 05.11.2018 tenutosi alla presenza di rappresentanti di MATTM, RAS, Città Metropolitana di Cagliari, Anas S.p.A., Syndial che *"dovrà pertanto essere presentata una variante al tracciato stradale che vada ad eliminare e/o limitare il più possibile le interferenze con il progetto di bonifica della falda di competenza dell'Azienda Syndial S.p.A., eventualmente raccordandosi con i rappresentanti del C.A.C.I.P che hanno evidenziato la disponibilità di suoli di loro proprietà in adiacenza al tracciato attuale"*.

A seguito della riunione del 05.11.2018, è stato predisposto un tavolo tecnico-operativo tra RAS (Assessorato ai Lavori Pubblici), Città Metropolitana di Cagliari, ANAS S.p.A., Syndial e CACIP (incontri svolti da novembre 2018 a giugno 2019) allo scopo di valutare specifiche soluzioni finalizzate al superamento delle interferenze fra il tracciato dell'OCN redatto dalla RAS (Tracciato 0) e le aree sottoposte ad interventi di MISE/MIPRE/bonifica (Is Campus e Oleodotto).

A conclusione dei tavoli tecnici, nel corso della riunione del 28.10.2019, i rappresentanti del MATTM hanno chiesto di trasmettere la valutazione di interferenza dell'opera con l'eventuale completamento ed esecuzione degli interventi di messa in sicurezza e bonifica dei suoli e delle acque sotterranee, e l'analisi di rischio per la valutazione dell'assenza di rischi sanitario per gli operatori e i fruitori delle aree oggetto di intervento.

Anas, al fine di ottemperare alle richieste della normativa vigente e a quanto emerso dai citati incontri tecnici, ha studiato diverse alternative di tracciato definendo infine quella che si ritiene avere minore interferenza con le aree in bonifica (cosiddetta Variante 2\_rev). Inoltre ha elaborato l'analisi di rischio per la valutazione dell'assenza di rischi sanitari per gli operatori e i fruitori delle aree oggetto di intervento. Al fine di integrare i dati ambientali pregressi trasmessi da Syndial ed avere dati aggiornati utili per l'elaborazione dell'analisi di rischio, nel mese di novembre 2020 sono state effettuate da Anas altre indagini ambientali.

Inoltre, sempre in ottemperanza al citato art. 34 comma 8 della Legge n. 164 del 2014, Anas ha concordato con ARPAS il piano di indagini ambientali funzionale alla caratterizzazione dei terreni interessati dal tracciato previsto dal progetto dell'OCN tenendo conto della Variante 2\_rev. Il piano,

PROGETTAZIONE ATI:

discusso con ARPAS nell'incontro tecnico del 17.12.2019 e successivamente concordato con la stesura del relativo protocollo trasmesso da ARPAS (prot. 785/2021 del 11.01.2021), è stato eseguito nel mese di gennaio 2021.

Le indagini hanno previsto l'esecuzione di n. 17 pozzetti esplorativi (TR01÷TR17) con prelievo di campioni di terreno da sottoporre ad analisi di laboratorio.

In aggiunta a quanto sopra, nel mese di novembre 2020, sono stati eseguiti dalla società Tecno IN S.p.A. anche n. 4 sondaggi geognostici/ambientali (SA01÷SA04), con lo scopo di raccogliere ulteriori informazioni utili per l'elaborazione dell'analisi di rischio, per un totale complessivo di n.34 campioni ambientali.

Nel complesso sono stati riscontrati solo due superamenti dei limiti della colonna A (D.L.152/06, All. 5, Tlt. V, Tab 1), per i campioni TR15 C1 e TR16 C1

#### 1.4. 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.

PROGETTAZIONE ATI:

### 1.5. STRUTTURA E ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO

Il presente 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, riportato nella presente relazione ai cap. 1 e 2;
- La Conformità delle possibili soluzioni progettuali rispetto a normativa, vincoli e tutele, riportato nella presente relazione ai cap. 3;
- L'analisi dello stato dell'ambiente (Scenario di base), riportato nella presente relazione al cap. 4;
- La descrizione della soluzione progettuale scelta per la realizzazione dell'opera, riportata nella *relazione descrittiva delle alternative e della soluzione di progetto*;
- L'analisi della compatibilità dell'opera e degli impatti in fase di cantiere e di esercizio, riportata nella *relazione di analisi degli impatti e individuazione delle azioni*;
- La descrizione delle mitigazioni e compensazioni ambientali, riportata nella *relazione di analisi degli impatti e individuazione delle azioni* e nel capitolo progettuale inerente agli *interventi di inserimento paesaggistico e ambientale*;
- Il Progetto di monitoraggio ambientale (PMA), riportato nell'apposito capitolo progettuale.
- La Sintesi non tecnica redatta secondo le "Linee guida per la predisposizione della Sintesi non Tecnica del SIA (art. 22, comma 4 e Allegato VII alla Parte Seconda del D.lgs. 152/2006)" Rev.1 del 30.01.2018, predisposta ai fini della consultazione e della partecipazione, che riassume i contenuti del SIA con un linguaggio comprensibile per tutti i soggetti potenzialmente interessati.

Si evidenzia che, nella redazione dello studio, ci si è avvalsi della collaborazione dei seguenti specialisti:

- Prof. Bruno Paura per gli aspetti inerenti alla biodiversità e relazioni con i siti Natura 2000;
- Arch. Alessandra Ronchi (n. INTECA: 5521) per gli aspetti connessi a: aria, clima, rumore e vibrazioni.

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

### 2.1. 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 nel perseguimento dei seguenti obiettivi:

- *Sostenibilità*: ridurre il consumo delle risorse naturali e del frazionamento del territorio, migliore inserimento ambientale ed integrazione paesaggistica, compatibilità con l'assetto idrogeologico, maggior consenso sociale, minori tempi e costi di realizzazione;
- *Funzionalità*: miglioramento della capacità di trasporto, innalzamento degli standard tecnici di sicurezza, maggior confort di guida, nuove tecnologie;
- *Valorizzazione*: consolidamento del rapporto tra strada e territorio, sviluppo socio-economico, estensione del ciclo di vita delle infrastrutture.

I livelli di priorità sono stati definiti attraverso la definizione di un Indice di Redditività Trasportistica, correlato agli elementi che compongono l'analisi costi benefici, che consente una valutazione applicabile a tutti gli interventi del Contratto di Programma, sia in termini di valutazione assoluta di ogni singola opera che comparativi tra tutte le opere del Contratto.

La metodologia per il calcolo dell'indicatore di redditività si basa principalmente sulle seguenti attività:

- Definizione della tipologia di intervento infrastrutturale e degli elementi caratterizzanti in termini di estensione, localizzazione, caratteristiche geometriche e funzionali dell'asse oggetto di intervento (sezione, velocità, capacità, pendenza, tortuosità, etc.);
- Stima del valore totale dell'investimento;
- Identificazione dei Traffici Giornalieri Medi (TGM) attuali insistenti sull'infrastruttura. Per gli interventi in adeguamento sono stati considerati i traffici relativi all'asse in esercizio nella tratta soggetta all'intervento, nel caso di interventi in variante i traffici sull'infrastruttura sottesa all'intervento;
- Stima dei Traffici Giornalieri Medi (TGM) attesi a seguito dell'intervento;
- Identificazione degli incidenti, dei feriti e dei morti eventualmente presenti sulla tratta soggetta ad intervento infrastrutturale;
- Stima della riduzione dell'incidentalità per effetto della realizzazione dell'intervento e relativa valorizzazione economica effettuata sulla base dello Studio di Valutazione dei Costi Sociali dell'incidentalità stradale pubblicato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti;
- Definizione dei risparmi di tempo annui ottenuti dall'entrata in esercizio dell'infrastruttura e relativa valorizzazione economica;
- Valutazione del rapporto Costi / Benefici in termini di valore totale dell'investimento infrastrutturale e benefici connessi alla riduzione dei tempi di percorrenza e dell'incidentalità per la vita utile dell'infrastruttura;
- Attribuzione della priorità all'intervento infrastrutturale in funzione del rapporto Costi / Benefici.

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.*

## 2.2. PIANIFICAZIONE DI LIVELLO REGIONALE

### 2.2.1. GENERALITÀ

La legge fondamentale per la pianificazione urbanistica nella regione Sardegna è la Legge Regionale 22 dicembre 1989, n. 45 – "Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale" e s.m.i, la quale, nelle more dell'approvazione del nuovo testo di legge in itinere, definisce i seguenti strumenti e livelli della pianificazione territoriale:

- a livello regionale:
  - i piani territoriali paesistici;
  - le direttive ed i vincoli, gli schemi di assetto territoriale. direttive ed i vincoli possono trovare espressione coordinata in piani o schemi di assetto relativi a determinati settori d'intervento e/ o a determinate zone del territorio regionale. Il sistema di tali atti e piani costituisce il quadro regionale di coordinamento territoriale.
- a livello provinciale:
  - piani urbanistici provinciali o sub-provinciali.
- a livello comunale:
  - i piani urbanistici comunali;
  - i piani urbanistici intercomunali.

A tal fine i soggetti della pianificazione definiti dalla Legge:

- a. pianificano l'uso delle risorse territoriali e regolamentano gli interventi di modificazione delle destinazioni d'uso del territorio;
- b. coordinano la pianificazione dell'uso del territorio con gli indirizzi, gli obiettivi e gli atti della programmazione economica nazionale e regionale;
- c. assicurano la più rigorosa tutela delle risorse territoriali, con particolare riguardo alla salvaguardia del patrimonio naturale, ambientale, artistico e culturale, ai fini della loro valorizzazione;
- d. verificano periodicamente e adeguano i piani e i programmi pubblici concernenti l'uso e la tutela del territorio ai diversi livelli.

### 2.2.2. IL PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE

Il Piano Paesaggistico Regionale, approvato nel 2006, è lo strumento principale di governo del territorio della regione Sardegna, con il fine di:

PROGETTAZIONE ATI:

- preservare, tutelare, valorizzare e tramandare alle generazioni future l'identità ambientale, storica, culturale e insediativa del territorio sardo;
- proteggere e tutelare il paesaggio culturale e naturale con la relativa biodiversità;
- assicurare la salvaguardia del territorio e promuoverne forme di sviluppo sostenibile.

Le scelte di fondo del PPR, già indicate dalle Linee Guida, vengono tradotte in indirizzi progettuali di governo del territorio, quali:

- la priorità accordata alla **preservazione delle risorse e dei paesaggi "intatti"**, non ancora irrimediabilmente devastati o mutilati dalle trasformazioni antropiche, in quanto cespite irriproducibile per ogni autentico sviluppo;
- il riconoscimento del ruolo centrale che l'**eredità naturale e culturale** è chiamata a svolgere nell'organizzazione complessiva del territorio, connotandolo nell'insieme come uno straordinario "paesaggio culturale";
- l'orientamento a perseguire **nuove forme di sviluppo turistico** ed in particolare una nuova cultura dell'ospitalità, basata sulla rivalorizzazione dei valori urbani consolidati e sottratta alle ipoteche dello sfruttamento immobiliare ed agli effetti devastanti della proliferazione delle seconde case e dei villaggi turistici isolati.

Il PPR è lo strumento centrale di un simile governo pubblico del territorio. Esso, in sintesi, si propone di tutelare il paesaggio, con la duplice finalità di conservarne gli elementi di qualità e di testimonianza mettendone in evidenza il valore sostanziale e di promuovere il suo miglioramento attraverso restauri, ricostruzioni, riorganizzazioni, ristrutturazioni anche profonde là dove appare degradato e compromesso.

Il piano si articola attraverso:

- una sezione conoscitiva – descrittiva, che illustra le caratteristiche delle componenti del paesaggio con valenza ambientale e storica;
- la definizione di 27 ambiti di paesaggio, individuati a seguito di analisi tra le interrelazioni degli assetti ambientale, storico culturale e insediativo, per i quali sono state elaborate apposite schede suddivise per sezioni che ricalcano il processo che intercorre dalla identificazione alle previsioni: descrizione, struttura, elementi, relazioni, indirizzi progettuali, aspetti demografici ed economici;
- La cartografia di piano, che descrive gli elementi dell'assetto insediativo, le componenti di paesaggio, i beni paesaggistici e i beni identitari presenti nel territorio;
- una sezione normativa, che sancisce, attraverso le Norme Tecniche di Attuazione, le modalità di tutela delle diverse componenti del territorio e del paesaggio così come riportate sugli elaborati cartografici.

L'area di intervento ricade nell'**Ambito di Paesaggio n.1 – Golfo di Cagliari**.

Per quanto riguarda le interazioni tra l'opera in progetto e il sistema delle tutele derivanti dal PPR, si rimanda al cap. 3 - Quadro dei vincoli, tutele e condizionamenti.



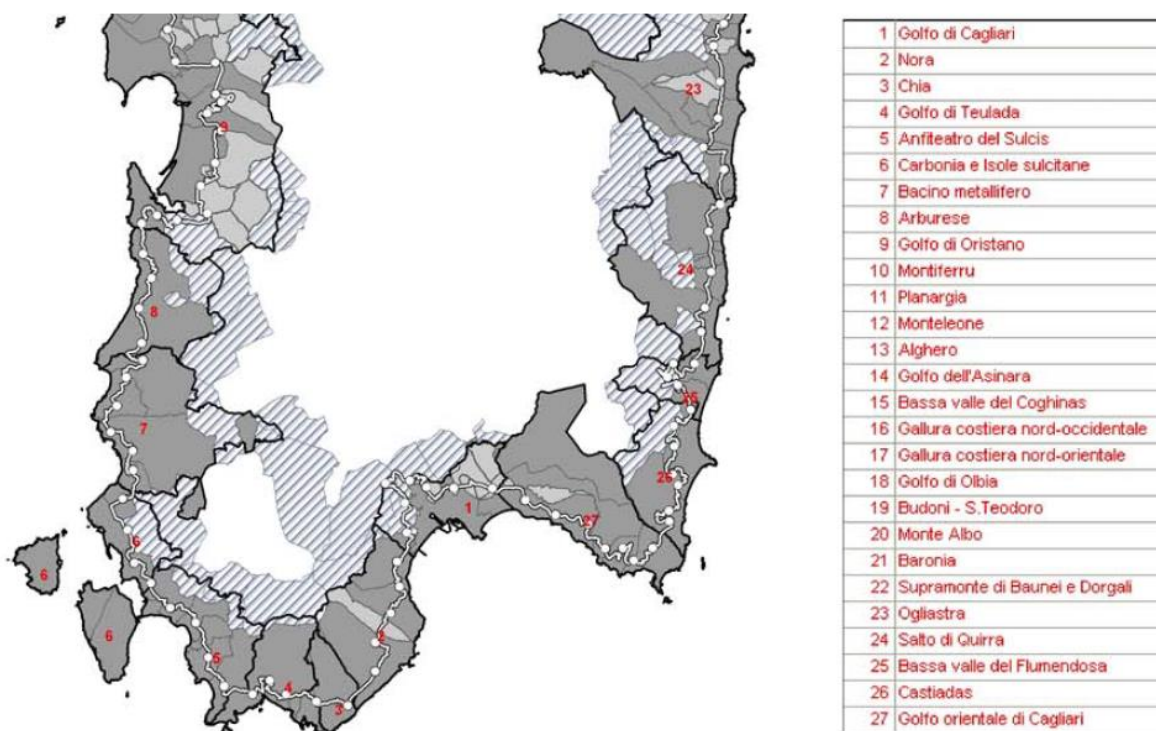


Figura 2.1: PPR della Sardegna – Ambiti di paesaggio area Sud.

### 2.3. 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.

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, con particolare attenzione a:

- le politiche di sviluppo economico, sociale ed ambientale;
- l'internazionalizzazione e la valorizzazione dell'insularità;
- la rottura dell'isolamento delle aree interne e l'accessibilità diffusa;
- la mobilità sostenibile nei centri urbani e nelle aree a forte concentrazione turistica.

In questo quadro la Regione svolge un ruolo di responsabilità diretta nella pianificazione e nella gestione operativa e finanziaria delle componenti infrastrutturali, organizzative e regolamentari del sistema dei trasporti.

La Giunta regionale ha approvato la proposta definitiva del Piano Regionale dei Trasporti con deliberazione della Giunta regionale n. 66/23 del 27.11.2008

La proposta definitiva del PRT è costituita dai seguenti documenti:

- **Prima parte - Stato di fatto** che definisce gli obiettivi prioritari da perseguire, attraverso la rilettura dei più importanti atti di politica programmatica esistenti; descrive lo stato attuale dal punto di vista socio-economico e territoriale, dell'offerta delle infrastrutture e dei servizi di trasporto, della domanda di mobilità, dell'assetto istituzionale e organizzativo.

- **Seconda parte – Scenari futuri** che prospetta gli scenari di assetto futuro del sistema dei trasporti e del sistema economico-territoriale, articolati in scenari di non intervento e scenari di intervento, su un arco temporale di 15 anni.
- **Rapporto di sintesi** che espone, in breve, gli elementi descrittivi dei fenomeni contenuti nel documento "Prima parte - Stato di fatto", e fornisce una sintesi approfondita degli scenari di riassetto del sistema socio-economico territoriale e dei trasporti, delineati nel documento "Seconda parte - Scenari futuri".

### 2.3.1. OBIETTIVI E STRATEGIE

Gli obiettivi del PRT sono in sintesi i seguenti:

- Garantire il diritto universale alla mobilità delle persone e delle merci sulle relazioni sia interregionali (Sardegna/Continente/Mondo) che intraregionali;
- Assicurare elevati livelli di accessibilità per conseguire ricadute positive di natura economica, territoriale e sociale;
- Rendere più accessibile il sistema a tutte le categorie fisiche e sociali, ed in particolare alle fasce più deboli e marginali in qualsiasi parte del territorio siano localizzate;
- Assicurare elevata affidabilità e sicurezza al sistema;
- Assicurare lo sviluppo sostenibile del sistema dei trasporti;
- Riduzione del consumo energetico e delle emissioni inquinanti in coerenza con il Piano energetico ambientale regionale
- Riduzione degli impatti sul territorio, specie in quei contesti di particolare pregio, paesistico ed ambientale e storico – architettonico;
- Contribuire a governare le trasformazioni legate ai riassetti territoriali, con particolare riferimento allo spopolamento delle aree interne e la deurbanizzazione delle due concentrazioni urbane di Cagliari e Sassari.

Ovviamente la proposta di PRT dedica un ampio spazio alle infrastrutture aeroportuali e portuali. Per quanto riguarda il Settore Viario, le linee guida della strategia del piano sono così riassumibili:

- Completare la maglia viaria fondamentale di rilevanza nazionale e regionale, adeguandola ad uno standard di livello europeo, razionalizzando la viabilità e mitigandone l'impatto ambientale
- Ottimizzare l'accessibilità dei territori più periferici, favorendone l'interazione con le economie costiere, avviando il programma di adeguamento e completamento della rete stradale di scala provinciale e locale, secondo un criterio "costi efficacia";
- Ottimizzare la viabilità di accesso ai nodi urbani, portuali, aeroportuali, turistici, a partire dai contesti più congestionati, al fine di ridurre l'incidentalità, inquinamento e tempi per il traffico pendolare.

### 2.3.2. IL PROGETTO DEL SISTEMA STRADALE

Il PRT individua la rete stradale di livello fondamentale della Regione Sardegna, costituita da:

- 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-Tortolì-Arbatax;
- S.S.389/198 Tortolì-Lanusei-Nuoro;
- **S.S.195 – Dorsale Casic – Nuova Circonvallazione esterna di Cagliari.**

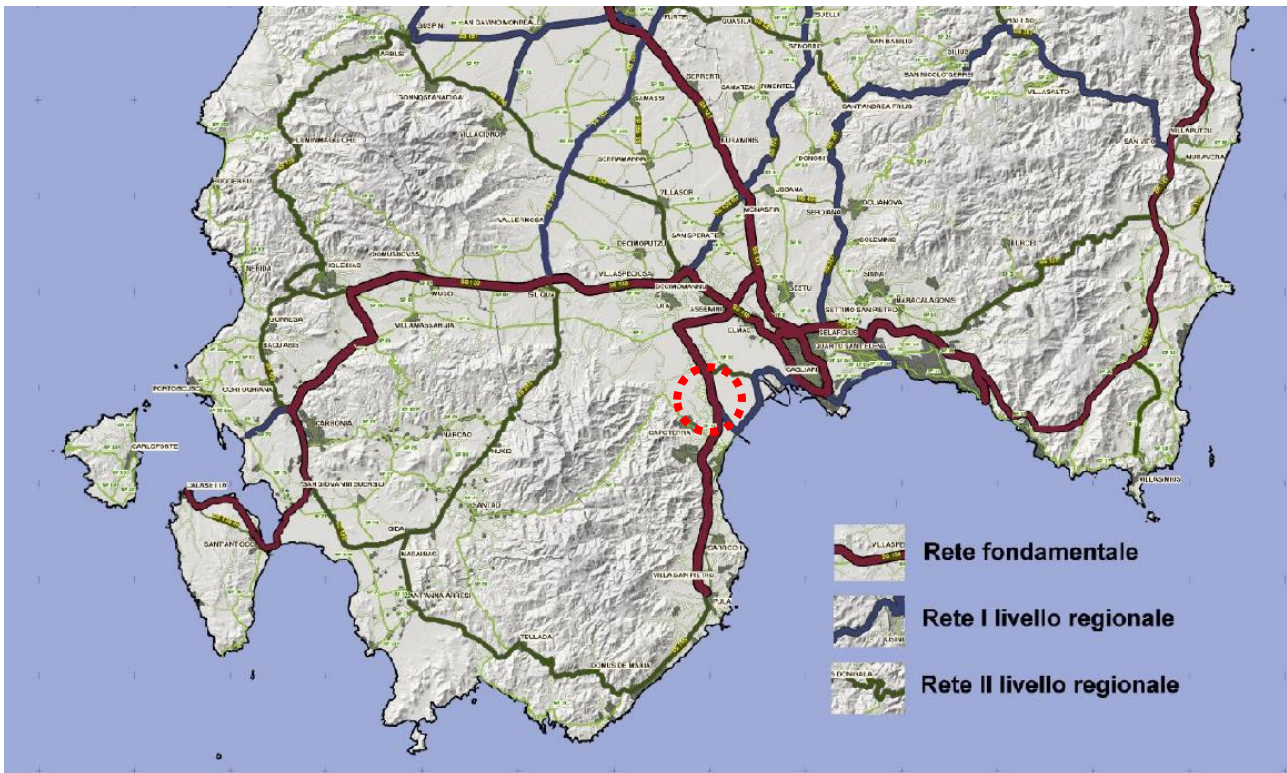


Figura 2.2: Rete fondamentale e rete d’interesse regionale: priorità d’intervento. Si evidenzia l’asse in progetto, facente parte della “S.S.195 – Dorsale Casic – Nuova Circonvallazione esterna di Cagliari”

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”.

## 2.4. PIANIFICAZIONE DI LIVELLO PROVINCIALE

La **Città Metropolitana di Cagliari** si estende per circa 1248 Km<sup>2</sup>, con una popolazione di circa 421.000 unità.

Fanno parte della città metropolitana, oltre al Comune di Cagliari, i seguenti comuni: Assemini, Capoterra, Elmas, Monserrato, Quartu Sant'Elena, Quartucciu, Selargius, Sestu, Decimomannu, Maracalagonis, Pula, Sarroch, Settimo San Pietro, Sinnai, Villa San Pietro, Uta.

### 2.4.1. IL PIANO STRATEGICO DELLA CITTÀ METROPOLITANA DI CAGLIARI

Il Piano Strategico della Città Metropolitana di Cagliari è lo strumento che raccoglie in sé le strategie di sviluppo territoriale e di gestione delle risorse e dei servizi pubblici dei 17 Comuni che fanno parte dell'area.

Il processo di redazione del Piano ha avuto inizio nell'agosto 2019 e non risulta ancora definitivamente entrato nella fase attuativa.

Il Piano si articola in 13 azioni di sistema, ciascuna legata a una differente direttrice dello sviluppo e allo stesso tempo strettamente connessa con le altre.

Il processo di predisposizione del Piano Strategico si è realizzato in cinque fasi distinte:

- Fase 1: Analisi del territorio, che ha previsto un'ampia analisi territoriale con la predisposizione del Report di Analisi del territorio e delle Mappe del territorio, dai quali emergono criticità, punti di forza, opportunità e minacce per lo sviluppo del territorio.
- Fase 2: Processo partecipativo, avviato nel dicembre 2019 al fine di coinvolgere più di 2300 cittadini, centinaia di stakeholder, associazioni, rappresentanze, imprese e professionisti, che hanno lavorato insieme in tavoli tematici, e i Sindaci dei 17 Comuni della Città Metropolitana.
- Fase 3: redazione dell'Agenda Strategica e Documento Strategico Preliminare, che contiene la *vision* di sviluppo per il territorio con la definizione di cinque Direzioni Strategiche da perseguire mediante Obiettivi generali e specifici.
- Fase 4: Co-progettazione e negoziazione partecipata, che ha previsto, nel 2021, ulteriori momenti di scambio e co-progettazione con la cittadinanza, gli stakeholder e i Sindaci, e si è conclusa con la definizione di 91 Schede Progetto.
- Fase 5: predisposizione dell'Agenda Strategica Operativa, in cui le schede progetto sono state infine combinate per individuare 13 Azioni di Sistema, di cui 5 prioritarie, che compongono l'Agenda Strategica Operativa.



L'Agenda Operativa e il Documento Strategico sono gli elaborati principali che compongono il Piano. Il Documento strategico è il principale prodotto del processo di costruzione del Piano Strategico Metropolitan. Al suo interno sono descritti e delineati gli elementi chiave su cui si orienta la strategia istituzionale e territoriale dei prossimi 10 anni, identificando quindi gli obiettivi condivisi e gli interventi prioritari per i prossimi 3 anni. Il Documento, partendo dall'analisi del contesto, individua le cinque direzioni strategiche alle quali sono orientati gli obiettivi del piano, che vengono perseguiti dalle azioni di sistema.

PROGETTAZIONE ATI:

L'Agenda strategica è lo strumento operativo nel quale è definita la Vision di sviluppo per il territorio della Città Metropolitana di Cagliari, perseguita in cinque Direzioni Strategiche mediante Obiettivi generali e specifici.

### 2.4.1.1. Obiettivi e strategie del Piano

La Vision del Piano Strategico punta a rendere la Città Metropolitana di Cagliari innovativa nel segno della sostenibilità e della resilienza, attenta ai bisogni dei residenti e dei visitatori, capace di sfruttare al massimo la posizione strategica al centro del Mediterraneo e di creare opportunità nel presente, ma senza toglierle alle generazioni future.

L'Agenda si articola in 5 Direzioni Strategiche, a loro volta ramificate in obiettivi generali e specifici, come di seguito specificate.



Ciascuna Direzione Strategica è articolata in obiettivi di piano, analitici e specifici, descritti nell'Albero degli Obiettivi.

### 2.4.2. RELAZIONI CON L'INTERVENTO IN PROGETTO

Non sono individuabili relazioni dirette ed evidenti con l'intervento in progetto nell'ambito del piano strategico, in quanto l'azione di sistema identificata dal piano inerente al sistema delle connessioni prende in considerazione progetti con valenza prevalentemente locale, comunale e inter-comunale, tralasciando la viabilità attinente alla pianificazione sovraordinata.

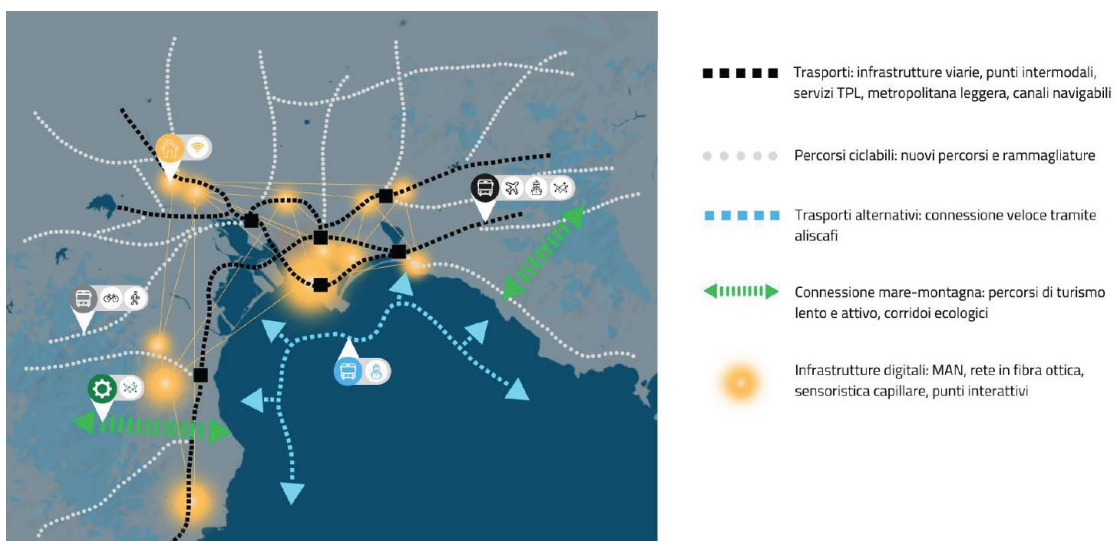


Figura 2.3: Estratto dal Piano Strategico della Città Metropolitana di Cagliari – schema dell'assetto infrastrutturale – Si nota nell'area sud-orientale l'asse della SS195 "Sulcitana"

PROGETTAZIONE ATI:

Si ravvisa tuttavia che il progetto della S.S.195 "Sulcitana" tratto Cagliari -Pula, permettendo il bypass di gran parte della Statale 195 preesistente, può favorire le azioni di sistema del Piano Strategico volte alla creazione di sistemi di interconnessione di mobilità "dolce" tra comuni, grazie al declassamento conseguente alla realizzazione della nuova infrastruttura. In tale ottica, infatti, la statale esistente potrebbe assumere una connotazione sempre più urbana, coerente con la dimensione paesaggistica e insediativa del contesto in cui si inserisce.

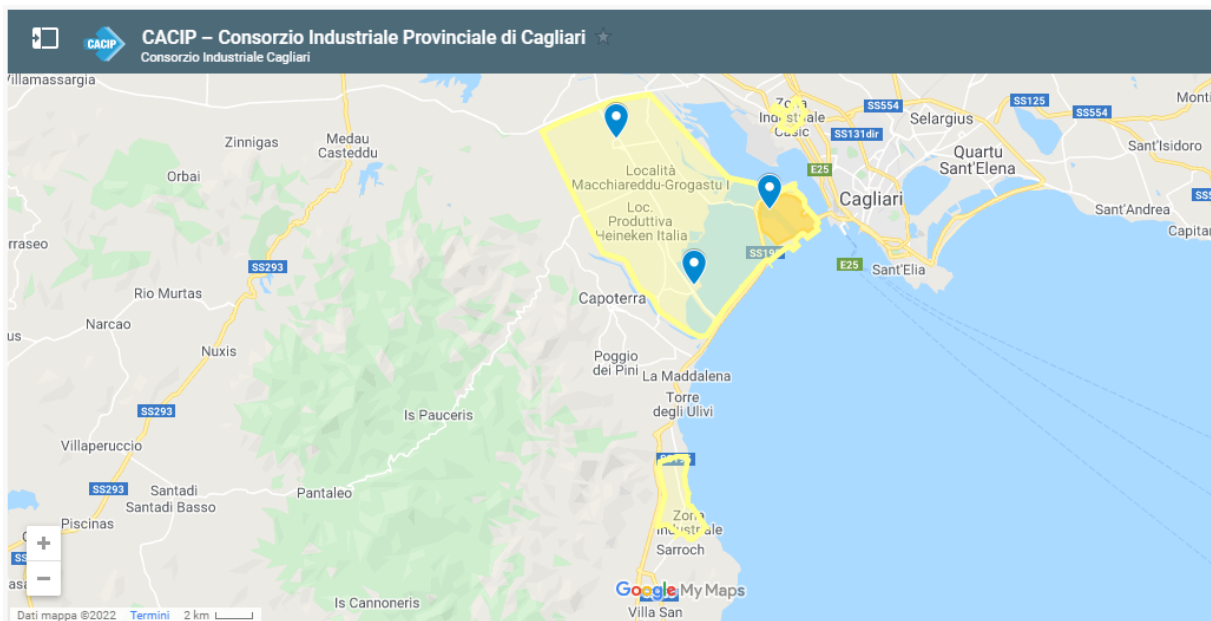
### **2.4.3. PIANO URBANO DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILE (PUMS) DELLA CITTÀ METROPOLITANA DI CAGLIARI**

Attualmente il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) della Città Metropolitana di Cagliari è ancora nella fase della definizione delle linee di indirizzo generale.

## **2.5. PIANIFICAZIONE DI LIVELLO LOCALE**

### **2.5.1. IL PIANO REGOLATORE DELL'AREA DI SVILUPPO INDUSTRIALE DI CAGLIARI**

L'area in cui si inserisce il progetto è caratterizzata dalla presenza del CACIP – Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari, che è un vasto territorio di circa 9.200 ettari sito a ovest della Città.



**Figura 2.4: Perimetrazione aree CACIP**

Il territorio è dotato di un proprio Piano Regolatore, che è sovraordinato e coordinato rispetto alla pianificazione urbanistica comunale, il quale definisce anche la programmazione infrastrutturale delle aree interessate dal Consorzio.

Il Piano Regolatore dell'Area di sviluppo industriale di Cagliari interessa l'intero Comprensorio formato dai territori dei comuni di: Cagliari, Assemini, Capoterra, Decimomannu, Decimoputzu, Dolianova, Elmas, Maracalagonis, Monastir, Nuraminis, Quartu Sant'Elena, Quartucciu, San Sperate, Sarroch, Selargius, Serradella, Serra-manna, Sestu, Settimo San Pietro, Sinnai, Ussana, Uta, Villasor, Villaspeciosa

La zonizzazione e le reti viarie e infrastrutturali previste dal Piano Regolatore dell'Area per gli Agglomerati industriali e per i territori contermini sono indicate nell'apposita cartografia di piano; per tutto quanto non previsto nelle cartografie e nelle norme tecniche di attuazione del Piano Regolatore dell'Area si rinvia sia alle disposizioni degli strumenti urbanistici locali. In ogni caso, gli Enti locali,

nell'ambito delle rispettive competenze, sono tenuti a rispettare ed a far rispettare le indicazioni del Piano.

L'intervento in progetto interessa la porzione sud-occidentale dell'area più vasta del consorzio, ossia quella di Macchiareddu.

Gli elaborati del piano, ed in particolare quelli denominati "zonizzazione", riportano l'asse in progetto nella configurazione scaturita in esito alla fase approvativa del progetto definitivo dell'intero tracciato tra Cagliari e Pula, che è molto simile a quella proposta nel presente progetto (vedi figura seguente).

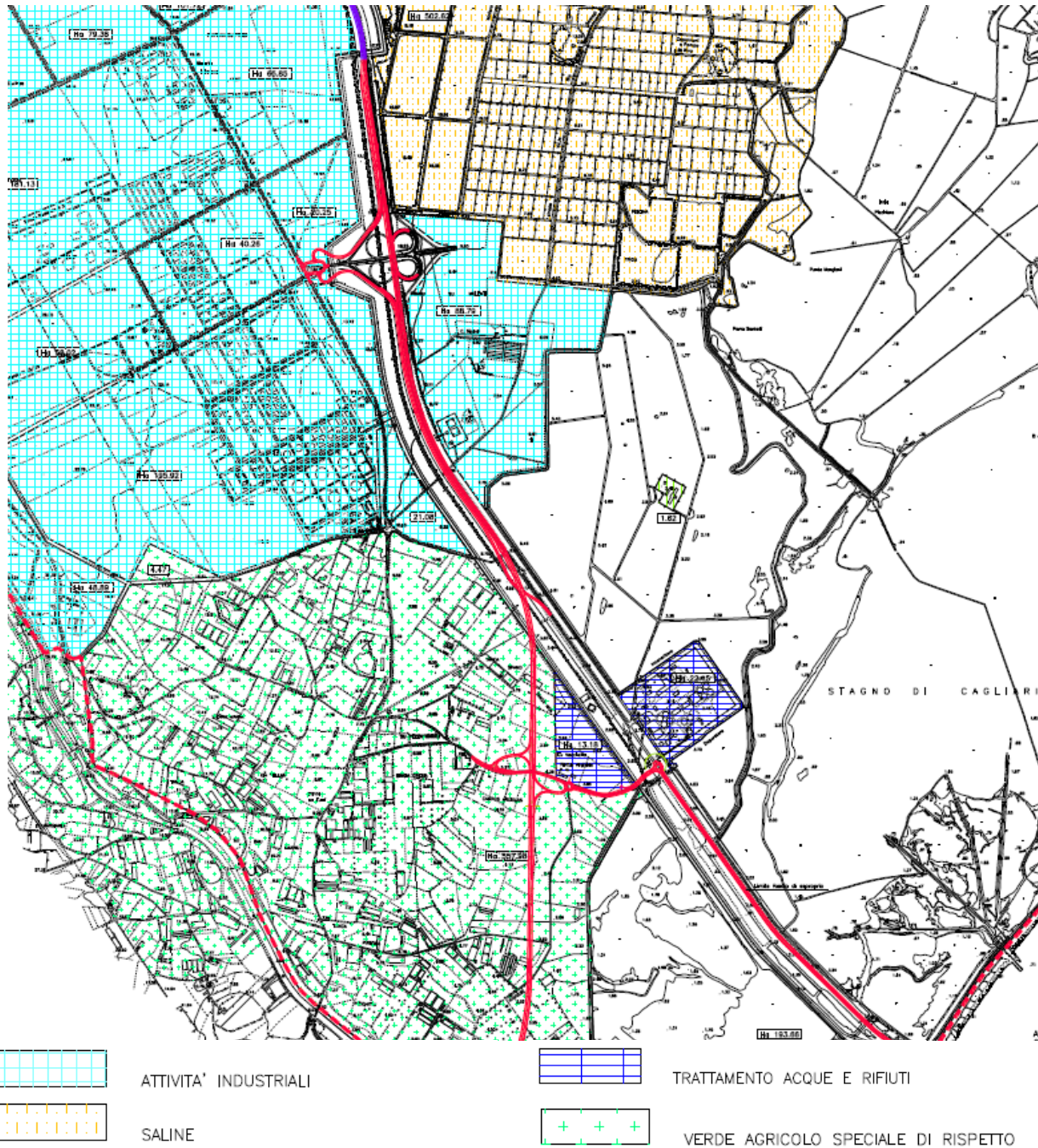


Figura 2.5: Estratto dal Piano Regolatore dell'Area di sviluppo industriale di Cagliari - Zonizzazione

PROGETTAZIONE ATI:

Per quanto concerne la zona più a sud nel Comune di Capoterra, ove il tracciato risulta in variante rispetto all'attuale strada consortile, si evidenzia che, ai sensi dell'art. 4 delle NTA del Piano, nella zona "Verde agricolo speciale di rispetto" si applicano le norme edilizie ed urbanistiche emanate dagli enti locali competenti.

### 2.5.2. 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.

Il Piano è stato redatto in conformità con le prescrizioni sovraordinate derivanti dal Piano Paesaggistico Regionale (PPR) e dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI).

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.

Ai sensi delle N.T.A. del piano, sono classificate D le parti del territorio comunale destinate a insediamenti per impianti industriali, artigianali, commerciali, di conservazione, trasformazione o commercializzazione di prodotti agricoli e/o della pesca.

La sottozona D1 Grandi aree industriali – Aree comprese nel piano regolatore CaCIP comprende le aree interne al piano regolatore dell'ASI di Cagliari: "Agglomerato di Macchiareddu - Grogastu".

Per essa valgono le norme tecniche del vigente Piano Regolatore Territoriale dell'Area di Sviluppo Industriale di Cagliari, tuttavia il PUC promuove la riclassificazione in zona H di conservazione integrale delle aree CaCIP interne al perimetro del SIC "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla", nel rispetto delle corrispondenti norme di salvaguardia ambientale e paesaggistica.

Il P.U.C. sottolinea anche la necessità di porre particolare attenzione alle prescrizioni derivanti dalle Norme di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Sardegna, per le quali nelle aree interessate da pericolosità idraulica sono consentiti solo gli interventi previsti dalla normativa del PAI in relazione ai diversi livelli di pericolosità idraulica.

Per quanto concerne i vincoli paesaggistici e ambientali, il P.U.C. riporta i vincoli derivanti dalla pianificazione sovraordinata. Con riferimento all'asse in progetto, si evidenzia l'interferenza con vincoli ex art 142 comma 1 D.Lgs 42/2004 riguardanti le fasce di rispetto dei corpi idrici nel tratto più a nord dell'intervento, lungo la strada consortile Macchiareddu esistente. Nello stesso tratto il tracciato corre parallelamente al confine della Salina di Macchiareddu/S. Gilla, soggetta a tutela in quanto Sito di Interesse Comunitario.

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.

### 2.5.3. 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,

PROGETTAZIONE ATI:



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.

Ai sensi delle N.T.A. del piano, la zona E definisce le aree agricole come le parti di territorio destinate all'agricoltura, alla pastorizia, alla zootecnica, all'itticoltura, alle attività di conservazione e di trasformazione dei prodotti aziendali, all'agriturismo, a punti di ristoro, alla silvicoltura e alla coltivazione industriale del legno.

Le norme del piano, pertanto, perseguono le seguenti finalità:

1. Contenere l'indiscriminato utilizzo ai fini residenziali delle campagne, promuovendo oltre alle attività agricole specializzate, la fruibilità della campagna, salvaguardandone il valore ambientale per l'interesse collettivo;
2. Disciplinare le caratteristiche tipologiche e architettoniche degli edifici sia con carattere residenziale, sia quelli agricoli;
3. Conservare gli elementi paesaggistici del contesto agrario.

Per quanto riguarda i vincoli, dall'analisi degli elaborati del P.U.C. emerge la presenza di un'area a potenziale rischio archeologico in località *Is Campus de S'Atena* (area 25), caratterizzata da rinvenimenti di sporadici frammenti ceramici dalle superfici fortemente dilavate. Fonti orali attestano il rinvenimento frequente di materiale archeologico, talvolta integro, di epoca storica, nei terreni interessati dalla presenza delle serre agricole. Tale area risulta intercettata dal tracciato in progetto, e pertanto l'interferenza assume un rilievo significativo.

Per questi aspetti si rimanda quindi agli approfondimenti propri dello studio del rischio archeologico.



Figura 2.6: perimetrazione area archeologica *Is Campus de S'Atena*

PROGETTAZIONE ATI:

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.

## 2.1. ALTRI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE

### 2.1.1. 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.

Con deliberazione in data 30.10.1990 n. 45/57, la Giunta Regionale, della Sardegna ha suddiviso intero territorio in sette sub-bacini (Figure 2-1 Divisione territoriale in sub-bacini), ognuno dei quali risulta caratterizzato in grande da generali omogeneità geomorfologiche, geografiche, idrologiche ma anche da forti differenze di estensione territoriale.

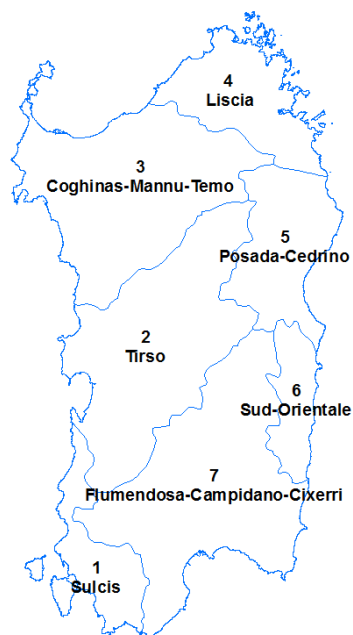


Figure 2-1 Divisione territoriale in sub-bacini

PROGETTAZIONE ATI:

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



Figure 2-2 Reticolo idrografico del bacino del Flumini Mannu

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).

### Pericolosità da frana

Per quanto riguarda l'area a pericolosità moderata di frana **Hg1**, che interessa in tracciato dalla pr 9+350 a 10+200 (Fine OCN), essa 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*).

PROGETTAZIONE ATI:



Figure 2-3: Stralcio aree PAI a pericolosità geomorfologica

Dall'analisi degli strumenti di pianificazione comunali relativi all'assetto idrogeologico, di seguito elencati,

- Comune di Assemini – “Adozione definitiva proposta di Variante al P.A.I. e di mitigazione del rischio e delle pericolosità ai sensi dell’art.37 commi 2 e 3 delle Norme di Attuazione del P.A.I. – Del Cons. Comunale n.11 del 26/05/2016 (di seguito VAR P.A.I. ASSEMINI);
- “Comune di Capoterra – Variante ai sensi dell’art.37 c.3 lett. B delle Norme Tecniche di Attuazione del P.A.I. delle aree a pericolosità idraulica e da frana dell’intero territorio comunale – Adozione preliminare” – Del. C.I. Autorità Bacino Regione Sardegna del 15/03/2016 (di seguito VAR P.A.I. CAPOTERRA);

emerge un quadro parzialmente differente per quanto concerne il territorio comunale di Capoterra.

Uno studio antecedente al VAR P.A.I. CAPOTERRA (“Comune di Capoterra – Studio di Compatibilità idraulica, geologica e geotecnica ai sensi dell’art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico, relativo al procedimento di adozione del nuovo Piano Urbanistico

PROGETTAZIONE ATI:

Comunale di Capoterra – Approvazione” Del. C.I. Autorità di Bacino n.7 del 17/02/2012) individua tutto il territorio comunale almeno “a pericolosità di frana moderata”

Negli studi più recenti (VAR P.A.I. CAPOTERRA – “Relazione tecnica sulla pericolosità e rischio frana”), adottati preliminarmente dall’Autorità di Bacino, si sottolinea che “sulla base di studi di dettaglio si può asserire che l’area pianeggiante non è soggetta a potenziale pericolosità di frana”. Pertanto, non sussistono interferenze del tracciato in progetto con aree a rischio frana.

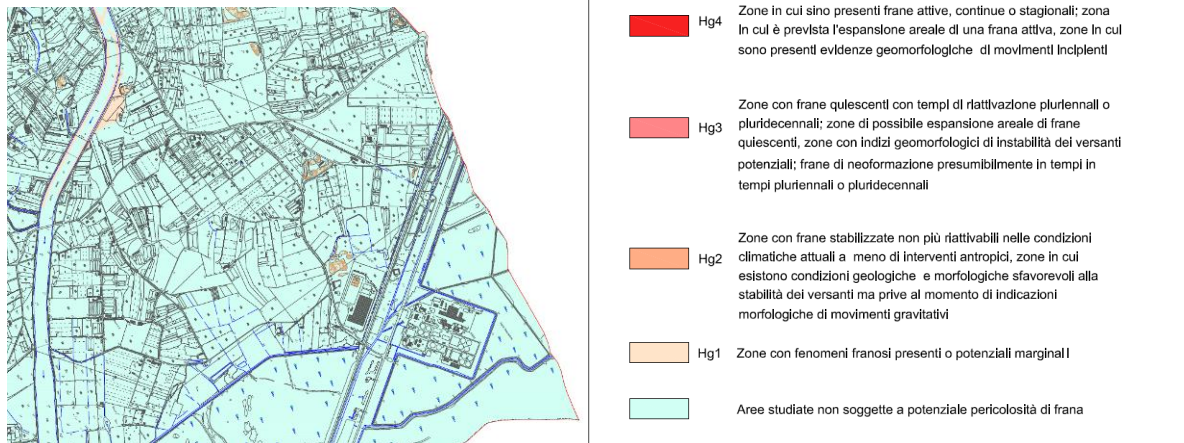


Figure 2-4 VAR P.A.I. CAPOTERRA – Carta della pericolosità per frana

### Pericolosità idraulica

Il PAI ha definito pericolosità idraulica e rischio non a livello estensivo sul reticolo principale e secondario ma solo in tronchi potenzialmente critici ai fini dello smaltimento della portata di piena, individuati secondo le metodologie descritte nelle Linee Guida allegate alla Relazione generale di piano.

In tali tratti sono state definite quattro classi di pericolosità idraulica corrispondenti a tempi di ritorno crescenti, come descritto nella tabella seguente.

Tab. 1 PAI classi di pericolosità idraulica (Hi)

Pericolosità		Frequenza (1/T)	Periodo di ritorno (T anni)
H <sub>i1</sub>	bassa	0.002	500
H <sub>i2</sub>	moderata	0.005	200
H <sub>i3</sub>	alta	0.010	100
H <sub>i4</sub>	molto alta	0.020	50

In corrispondenza di tali tratti critici sono quindi stati definiti gli elementi a rischio (E) di essere colpiti da eventi calamitosi; tali elementi sono stati suddivisi in coerenza con la normativa vigente, secondo le seguenti classi:

Tab. 2 PAI classi elementi a rischio (E)

Classi	Elementi	Peso
E1	Aree escluse dalle definizioni E2, E3 ed E4. Zona boschiva. Zone di protezione ambientale con vincolo estensivo (p.e. vincolo Galasso). Zone falesie costiere con possibilità di frequentazione.	0,25

Classi	Elementi	Peso
E2	Zona agricola generica. Infrastrutture puntuali per le telecomunicazioni. Zone di protezione ambientale con vincolo specifico ma non puntuale (p.e. parchi, riserve...).	0,50
E3	Infrastrutture pubbliche (altre infrastrutture viarie e fondo artificiale, ferrovie, oleodotti, elettrodotti, acquedotti, bacini artificiali). Zone per impianti tecnologici e discariche di R.S.U. ed assimilabili, zone di cava e zone minerarie attive e non, discariche minerarie di residui di trattamento, zona discarica per inerti. Beni naturali protetti e non, beni archeologici. Zona agricola irrigua o ad alta produttività, colture strategiche e colture protette. Specchi d'acqua con aree d'acquacoltura intensiva ed estensiva. Zona di protezione ambientale puntuale (monumenti naturali e assimilabili).	0,75
E4	Centri urbani ed aree urbanizzate con continuità; nuclei rurali minori di particolare pregio; zone di completamento; zone di espansione; grandi insediamenti industriali e commerciali; servizi pubblici prevalentemente con fabbricati di rilevante interesse sociale; aree con limitata presenza di persone; aree extraurbane poco abitate; edifici sparsi; nuclei urbani non densamente popolati; aree sedi di significative attività produttive (insediamenti artigianali, industriali, commerciali minori);  Zona discarica rifiuti speciali o tossico nocivi. Zona impianti industriali ad elevato rischio potenziale. Aree di intensa frequentazione turistica. Beni architettonici, storici e artistici. Infrastrutture pubbliche strategiche (strade statali). Porti vari, aeroporti, stazioni.	1

In questo modo, posta cautelativamente la Vulnerabilità pari a 1, è stato possibile definire le diverse classi di rischio secondo l'usuale formula:

$$R_i = H_i \cdot E \cdot V$$

Le classi di rischio adottate nel PAI conformi alla normativa in materia sono descritte in Tab. 3 PAI classi di rischio idraulico (Ri).

Tab. 3 PAI classi di rischio idraulico (Ri)

Rischio idraulico			Descrizione degli effetti
Classe	Intensità	Valore	
R <sub>11</sub>	Moderato	≤ 0,002	danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali
R <sub>12</sub>	Medio	≤ 0,005	sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche
R <sub>13</sub>	Elevato	≤ 0,01	sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale
R <sub>14</sub>	Molto elevato	≤ 0,02	sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socio-economiche

Il canale Imboi è interessato in parte dal PAI Pericolosità idraulica, in corrispondenza dello svincolo Capoterra – Casic alla progressiva 7+200 circa dell'opera connessa nord, dove si palesa una relazione con aree a pericolosità bassa (H<sub>11</sub>).



Figure 2-5: Pericolo idraulico: area interessata la zona dello svincolo CASIC.

La perimetrazione presente negli elaborati è stata acquisita direttamente dal sito del Distretto Idrografico della Regione Sardegna. Per la loro visualizzazione, si veda la tavola dedicata.

### Piano stralcio fasce fluviali

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali è redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6, della legge n. 183 del 19 maggio 1989, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della L. 18 maggio 1989, n. 183.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, adottato in via definitiva nel 2015, ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.).

L'approccio metodologico all'attività di delimitazione delle Fasce Fluviali ha seguito le indicazioni delle Linee Guida per la Redazione del PSFF; il differente livello di approfondimento del quadro conoscitivo definito per i corsi d'acqua principali, dove sono state condotte analisi geomorfologiche, idrologiche e idrauliche di dettaglio, rispetto a quello gli affluenti secondari (dove non sono state condotte verifiche idrauliche delle modalità di deflusso in corso di piena) ha suggerito due differenti criteri di tracciamento delle fasce fluviali.

Sui corsi d'acqua principali sono state individuate cinque fasce:

- fascia A\_2 o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 2 anni, tracciata in base a criteri geomorfologici ed idraulici, individua l'alveo a sponde piene, definito solitamente da nette scarpate che limitano l'ambito fluviale;
- fascia A\_50 o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 50 anni, individuata in base all'analisi idraulica eseguita, rappresenta le aree interessate da inondazione al verificarsi dell'evento citato; il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici;
- fascia B\_100 o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 100 anni, individuata in base all'analisi idraulica eseguita, rappresenta le aree interessate da inondazione al verificarsi dell'evento citato; il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici;

PROGETTAZIONE ATI:

- fascia B\_200 o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 200 anni, tracciata in base a criteri geomorfologici ed idraulici, si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena indicata; La delimitazione sulla base dei livelli idrici è stata integrata con le aree sede di potenziale riattivazione di forme fluviali relitte non fossili, cioè ancora correlate alla dinamica fluviale che le ha generate;
- fascia C o area di inondazione per piena catastrofica, tracciata in base a criteri geomorfologici ed idraulici, rappresenta l'involuppo esterno della fascia C geomorfologica (involuppo delle forme fluviali legate alla propagazione delle piene sulla piana alluvionale integrate con la rappresentazione altimetrica del territorio e gli effetti delle opere idrauliche e delle infrastrutture interferenti) e dell'area inondabile per l'evento con tempo di ritorno 500 anni (limite delle aree in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici di piena).

Sui corsi d'acqua secondari è stata definita la fascia C o area di inondazione per piena catastrofica che, tracciata con criteri geomorfologici, rappresenta la regione fluviale potenzialmente oggetto di inondazione nel corso delle piene caratterizzate da un elevato tempo di ritorno (500 anni) e comunque di eccezionale gravità.

Nel tratto di intervento il canale Imboi è interessato dal PSFF prettamente nel tratto vallivo del corso d'acqua: la fascia C è in realtà afferente all'ampia perimetrazione della laguna di S.Gilla in cui affluiscono sia il fiume Cixerri che il Flumini Mannu, oltre che la laguna del rio Santa Lucia.

La perimetrazione presente negli elaborati è stata acquisita direttamente dal sito del Distretto Idrografico della Regione Sardegna. Per la loro visualizzazione, si veda la tavola dedicata.

#### Piano gestione rischio alluvioni (PGRA)

In data 30 marzo 2016 è stato approvato con delibera del C.I. n. 1 il Piano Gestione del Rischio Alluvioni del distretto idrografico della Regione Autonoma della Sardegna, secondo la Direttiva 2007/60/CE e il D.Lgs. 49/2010, predisposto al fine degli adempimenti previsti dal comma 3 dell'art. 14, della Direttiva medesima.

Con delibera del C.I. n. 1 del 16 giugno 2020, il 29 settembre 2020 sono state aggiornate e semplificate alcune procedure relative al PGRA.

La Direttiva Alluvioni 2007/60/CE stabilisce che le mappe di pericolosità mostrino l'area geografica che può essere inondata in corrispondenza di tre diversi scenari di probabilità:

- a) scarsa probabilità o scenari di eventi estremi;
- b) media probabilità di alluvioni (tempo di ritorno  $\geq 100$  anni);
- c) elevata probabilità di alluvioni.

In corrispondenza di ciascuno scenario, è compito degli stati membri fornire le informazioni sull'estensione delle alluvioni e sulla profondità o livello delle acque e dove opportuno sulle velocità del flusso o sulle portate.

Agli stati membri è, dunque, consentita una flessibilità nell'assegnazione dei valori di probabilità d'inondazione ai diversi scenari. A tale proposito il D.Lgs. 49/2010, attuativo della Direttiva Alluvioni, stabilisce che siano da considerarsi scenari di elevata probabilità o alluvioni frequenti quelli corrispondenti a tempi di ritorno fra 20 e 50 anni, mentre sono da considerarsi scenari di probabilità media o alluvioni poco frequenti quelli corrispondenti a tempi di ritorno fra 100 e 200 anni. Ne consegue che siano da considerarsi scenari di scarsa probabilità o scenari di eventi estremi, quelli corrispondenti a tempi di ritorno superiori a 200 anni.

Per quanto riguarda le alluvioni di origine fluviale, la Regione autonoma della Sardegna, ha utilizzato per le modellazioni i seguenti tempi di ritorno:

PROGETTAZIONE ATI:



- TR < 50 anni;
- 50 < TR < 100 anni;
- 100 < TR < 200.

Le aree caratterizzate da pericolosità idraulica secondo il Piano Gestione del Rischio Alluvioni non interessano il canale Imboi e nemmeno l'opera connessa nord per la sua intera estensione. A tal riguardo, si rimanda agli elaborati grafici dedicati per la loro visualizzazione.

PROGETTAZIONE ATI:

### **3. QUADRO DEI VINCOLI, TUTELE E CONDIZIONAMENTI**

#### **3.1. 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.

Si evidenzia che le disposizioni del PPR hanno la valenza propria di un piano sovraordinato e pertanto sono prevalenti e cogenti nei confronti della pianificazione urbanistica locale.

Con riferimento a i contenuti del Piano Paesaggistico Regionale, nell'area di intervento si riconoscono i seguenti ambiti soggetti a differenti forme di tutela. Si specifica che nell'ambito della presente trattazione si considerano tutti i vincoli presenti in un buffer ampio dall'asse di progetto, ma si presterà particolare attenzione a quelli più prossimi o direttamente interferiti dall'asse. Si rimanda per la rappresentazione planimetrica agli elaborati *carta dei vincoli e delle tutele di carattere ambientale e paesaggistico* e *carta dei vincoli e delle tutele di carattere storico e culturale*.

#### **3.2. 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, comprendenti:
  - Parchi e aree protette;
  - Territori coperti da foreste e boschi;
  - Aree gravate da usi civici;
  - Vulcani.

Per quanto riguarda le categorie di beni paesaggistici sopra indicati, con riferimento all'area in cui si inserisce il progetto, si individuano i seguenti areali:

- Zone umide costiere
- Fascia costiera
- Sistemi dunari e sistemi di spiaggia
- Laghi, invasi e stagni
- Fiumi e torrenti

I beni sono oggetto di conservazione e tutela al fine di mantenere inalterate le caratteristiche degli elementi costitutivi e delle relative morfologie, in modo da preservarne l'integrità ovvero lo stato di equilibrio ottimale tra habitat naturale e attività antropiche.

Qualunque trasformazione che intervenga in dette aree è soggetta ad autorizzazione paesaggistica ai sensi dell'art. 149 del D.lgs. 42/2004.

In particolare la "fascia costiera", posta a distanza significativa dall'intervento, è considerata risorsa strategica fondamentale per lo sviluppo sostenibile del territorio sardo. All'interno della fascia costiera non è infatti ammessa la realizzazione di strade extraurbane di categoria superiore alle due corsie

per senso di marcia, fatto salvo quelle per le quali la procedura VIA sia stata avviata prima dell'entrata in vigore delle NTA del piano e autorizzate dalla Giunta Regionale.

Anche i sistemi dunari e di spiaggia sono localizzati lungo il litorale, a distanza significativa dall'intervento.

Con riferimento al progetto si riscontra l'interferenza diretta del tracciato e delle opere impiantistiche connesse 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.

### 3.2.1. 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. In generale, nelle aree a utilizzazione agro-forestale la pianificazione locale deve vietare utilizzazioni diverse da quelle agricole a meno che non ne sia dimostrata la rilevanza economica e sociale nonché l'impossibilità di delocalizzazione.

### 3.2.2. AREE DI INTERESSE NATURALISTICO ISTITUZIONALMENTE TUTELATE (ART. 33 PPR)

Questa categoria comprende le aree di rilevanza internazionale (Ramsar), le aree protette istituite ai sensi della L. 394/91 e della L.R. 31/89, le aree afferenti alla Rete Natura 2000, le oasi permanenti di protezione faunistica e cattura ai sensi della L.R. 23/98 e le aree gestite dall'Ente foreste.

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 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.

Per le aree della Rete Natura 2000 il PPR favorisce l'integrazione dei propri criteri di valorizzazione paesaggistica e ambientale con i contenuti dei rispettivi piani di gestione.

Per le oasi permanenti di protezione faunistica beni il PPR rimanda sostanzialmente ai piani di gestione definiti dagli enti o dalle associazioni competenti.

Infine, le norme di Piano si applicano integralmente all'interno delle perimetrazioni dei parchi e delle riserve regionali.

### 3.2.3. 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 vasta d'intervento si individuano numerose zone identificate nel PPR come aree di "scavo", non direttamente interferite dall'asse, ma l'elemento di maggiore rilevanza è costituito dalla perimetrazione del vasto sito inquinato di Assemini 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.

Segnatamente, per quanto riguarda i siti inquinati, il PPR rimanda interamente alla disciplina dettata dalla D.Lgs. 22 del 1997 e dal DM 471 del 1999.

Per questo aspetto si rimanda specificamente al par. 3.5.

### 3.3. 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.

Fanno parte dell'Assetto Storico e Culturale le seguenti categorie di beni:

- Le aree e gli immobili tutelati ex art. 136 D.Lgs 42/2004;
- Le zone di interesse archeologico ex art. 142 comma 1, lett. m) del D.Lgs 42/2004;
- Le aree e gli immobili tipizzati individuati nella cartografia del PPR, sottoposti a tutela ai sensi dell'art. 143 D.Lgs 42/2004;
- Aree caratterizzate da edifici e manufatti di valenza storico-culturale;
- Aree caratterizzate da insediamenti storici;
- Reti, elementi connettivi e insediamenti produttivi assimilabili a beni identitari in virtù della valenza storico-culturale.

Per tali tipologie di beni sia 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 3.1: 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.

### 3.4. 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:

### 3.5. LA DISCIPLINA RELATIVA AI SITI INQUINATI

Come già indicato al par. 3.2.3, il PPR riporta la perimetrazione del vasto sito inquinato di Assemini in cui si inserisce il progetto nella sua interezza.

Con il termine "sito contaminato" ci si riferisce a tutte quelle aree nelle quali, in seguito ad attività umane pregresse o in corso, è stata accertata un'alterazione delle caratteristiche qualitative delle matrici ambientali suolo, sottosuolo e acque sotterranee tale da rappresentare un rischio per la salute umana.

La legislazione nazionale in materia di bonifica dei siti contaminati, introdotta con il D.M. 471/99, è stata profondamente modificata dal D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. "Norme in materia ambientale" che, alla Parte Quarta, Titolo V "Bonifica di siti contaminati", disciplina gli interventi di bonifica e ripristino ambientale dei siti contaminati e definisce le procedure, i criteri e le modalità per lo svolgimento delle operazioni necessarie per l'eliminazione delle sorgenti dell'inquinamento e comunque per la riduzione delle concentrazioni di sostanze inquinanti, in armonia con i principi e le norme comunitari, con particolare riferimento al principio "chi inquina paga".

In particolare, con i meccanismi previsti dal Decreto si provvede a:

- a) l'individuazione degli interventi di interesse nazionale (...);
- b) la definizione degli interventi prioritari;
- c) la determinazione dei criteri per l'individuazione dei soggetti beneficiari;
- d) la determinazione dei criteri di finanziamento dei singoli interventi e delle modalità di trasferimento delle risorse;
- e) la disciplina delle modalità per il monitoraggio e il controllo sull'attuazione degli interventi;
- f) la determinazione dei presupposti e delle procedure per la revoca dei finanziamenti e per il riutilizzo delle risorse rese comunemente disponibili, nel rispetto dell'originaria allocazione regionale delle risorse medesime;
- g) l'individuazione delle fonti di finanziamento e la ripartizione delle risorse disponibili per gli interventi prioritari.

I siti d'interesse nazionale sono stati individuati con norme di varia natura e di regola sono stati perimetrati mediante decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (ora MiTE – Ministero della Transizione Ecologica), d'intesa con le regioni interessate.

Ad oggi il numero complessivo dei SIN è di 42.

La perimetrazione dei SIN può variare nel tempo con incrementi o riduzioni delle superfici coinvolte sulla base di nuove informazioni sulla contaminazione potenziale e/o accertata di nuove aree o sulla base di una più accurata definizione delle zone interessate dalle potenziali sorgenti di contaminazione.

Più in dettaglio, l'area di Assemini – 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).

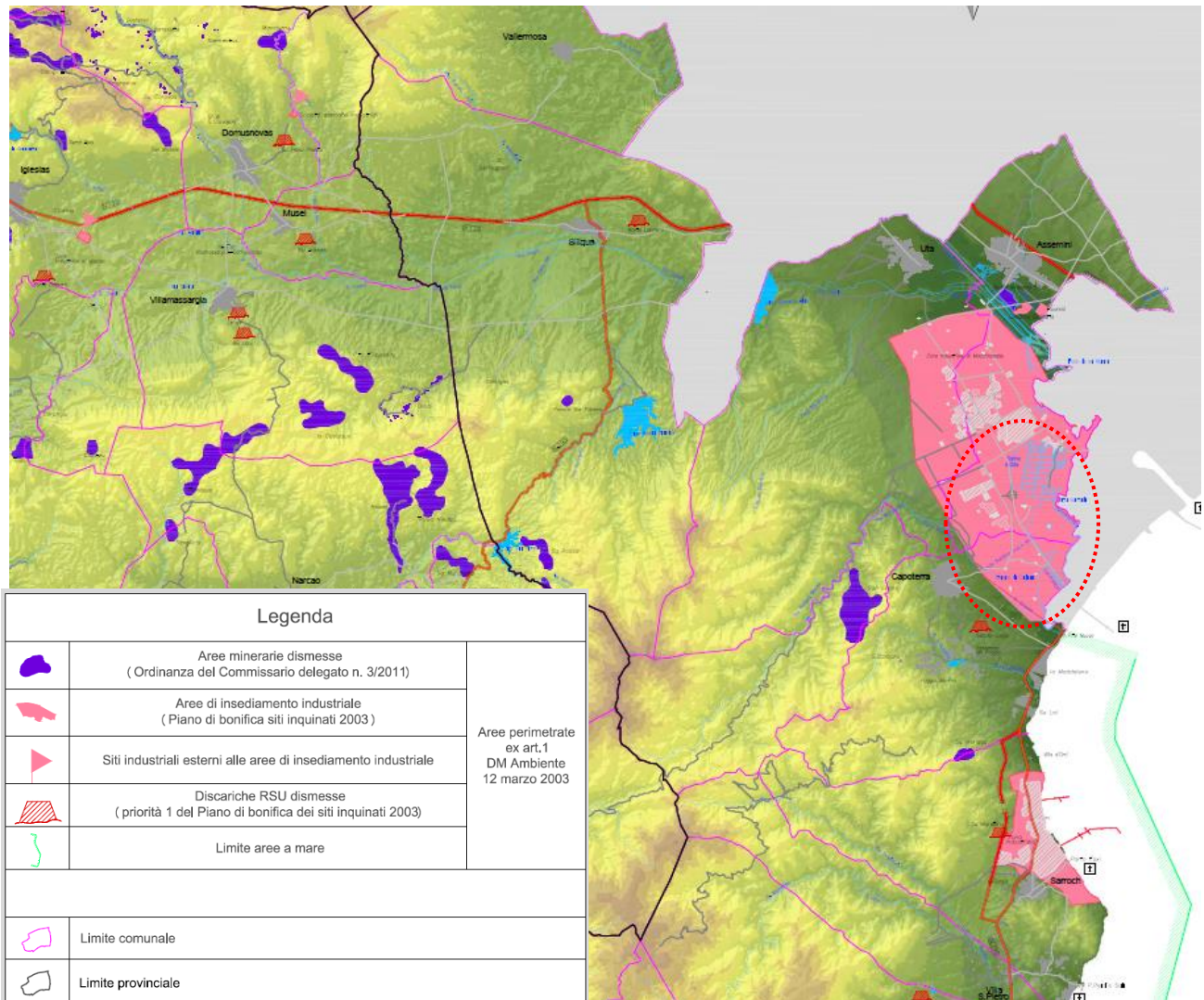


Figura 3.2: Perimetrazione del SIN del Sulcis Iglesiente Guspinese, area di Assemini – Macchiareddu. Nell'ovale è evidenziata l'area di intervento.

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

PROGETTAZIONE ATI:

all'interno che all'esterno, e un impianto di trattamento delle acque di falda con una potenzialità pari a 180 mc/h<sup>1</sup>

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 (vedi par. 4.4.8).

**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.**

---

<sup>1</sup> Fonte – ENI Rewind - <https://www.eni.com/enirewind/it-IT/bonifiche/progetti-bonifica-assemmini.html>

PROGETTAZIONE ATI:



## 4. ANALISI DELLO STATO DELL'AMBIENTE: FATTORI AMBIENTALI

### 4.1. POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

#### 4.1.1. PREMESSA METODOLOGICA GENERALE

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 recettori o le necessarie condizioni di esposizione al pericolo stesso.

Le linee guida SNPA 28/2020 prescrivono che la componente debba essere analizzata, in sintesi, con riferimento a:

a) l'identificazione degli individui appartenenti a categorie sensibili o a rischio eventualmente presenti all'interno della popolazione potenzialmente coinvolta dagli impatti dell'intervento proposto.

In merito a questo primo punto, si deve premettere che la popolazione potenzialmente coinvolta dagli impatti derivanti dalla realizzazione dell'opera è costituita quasi esclusivamente dagli utenti che utilizzeranno l'infrastruttura, stante la quasi totale assenza di recettori antropici nel buffer dell'asse stradale in progetto.

b) la valutazione degli aspetti socio-economici.

Relativamente a questo secondo punto, data la natura dell'opera, lo studio non può che considerarsi esaurito nelle valutazioni inerenti all'analisi costi-benefici dell'opera intesa nella sua interezza, cioè da Cagliari a Pula, e connesso alle valutazioni dell'efficacia trasportistica dell'asse stradale stesso. Sotto tale aspetto, il lotto funzionale in esame non è che un completamento del progetto già in parte in esercizio e in fase di realizzazione, come meglio specificato nel cap. 1, cui si rimanda per l'analisi dei benefici trasportistici (e conseguentemente socioeconomici) attesi dal completamento dell'asse.

c) la verifica della presenza di attività economiche (pesca, agricoltura); aree ricreative; mobilità/incidentalità.

In merito a quest'aspetto, di particolare importanza data la natura dell'opera, nella presente relazione vengono illustrati i dati relativi all'incidenza di mortalità per traumatismi e all'incidentalità stradale nell'area di interesse, basato su un focus a cura di ISTAT pubblicato nel novembre del 2022, e riferito al 2021, al fine di comprendere l'entità e gravità del fenomeno nell'area in cui si inserisce il progetto e valutare i possibili benefici prodotti dalla realizzazione dell'opera.

d) il reperimento e l'analisi di dati su morbilità e mortalità relativi alla popolazione potenzialmente coinvolta dagli impatti del progetto, accompagnati dall'identificazione delle principali cause di morte e di malattia caratterizzanti la comunità in esame (Banca dati on-line Laboratorio di Epidemiologia dell'Istituto Superiore di Sanità, ISTAT, Schede di Dimissione Ospedaliera).

In merito a questo argomento nel presente capitolo vengono riportati ed esaminati gli indicatori sanitari del decennio 2005 - 2015 (ante pandemia COVID 19) così come riportati in uno specifico e corposo studio ISTAT del 2019.

PROGETTAZIONE ATI:

d) l'individuazione degli effetti dovuti al cambiamento climatico, eventualmente già in corso nell'area interessata dall'intervento proposto, e gli effetti derivanti da possibili impatti sulla biodiversità.

Nel caso in esame si deve preliminarmente specificare che:

In merito a quest'aspetto, nella presente trattazione sono riportate le analisi e gli obiettivi definiti a livello dei piani nazionali e regionali di prevenzione, con specifico riferimento all'*Ambiente, clima e salute*, al fine di comprendere i possibili contributi (negativi o positivi) attesi dalla realizzazione dell'opera con riferimento a questi specifici argomenti.

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, come di seguito illustrato.

#### 4.1.2. IL PIANO NAZIONALE DELLA PREVENZIONE 2020-2025

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-animali-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.

Uno degli obiettivi principali del PNP 2020-2025 è quello di porre al centro dell'azione la persona, anche attraverso azioni finalizzate a migliorare l'*Health Literacy* (alfabetizzazione sanitaria) e ad accrescere la capacità degli individui di interagire con il sistema sanitario (*engagement*) attraverso relazioni basate sulla fiducia, la consapevolezza e l'agire responsabile.

Il PNP 2020-2025 ribadisce inoltre l'approccio *life course*, finalizzato al mantenimento del benessere in ciascuna fase dell'esistenza, per setting (scuola, ambiente di lavoro, comunità, servizi sanitari, città, ecc), come strumento facilitante per le azioni di promozione della salute e di prevenzione, e di genere, al fine di migliorare l'appropriatezza ed il sistematico orientamento all'equità degli interventi.

Il PNP 2020-2025 mira a contribuire al raggiungimento degli obiettivi dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite, che definisce un approccio combinato agli aspetti economici, sociali e ambientali che impattano sul benessere delle persone e sullo sviluppo delle società, affrontando dunque il contrasto alle disuguaglianze di salute quale priorità trasversale a tutti gli obiettivi.

Al contempo il documento, rappresentando la cornice comune degli obiettivi di molte delle aree rilevanti per la Sanità Pubblica, investe sulla messa a sistema in tutte le Regioni dei programmi di prevenzione collettiva di provata efficacia (come vaccinazioni e screening oncologici) e di linee di azione (Programmi "Predefiniti", vincolanti per tutte le Regioni) basate su evidenze di costo-efficacia, buone pratiche consolidate e documentate, strategie raccomandate, nazionali e internazionali. Il

PROGETTAZIONE ATI:

Piano adotta infine un sistema di valutazione, basato su indicatori e relativi standard, che consente di misurare, nel tempo, e in coerenza con il monitoraggio dell'applicazione dei Livelli Essenziali di Assistenza, lo stato di attuazione dei programmi, anche al fine di migliorarli in itinere, nonché il raggiungimento dei risultati di salute e di equità attesi.

Ogni Regione è chiamata ad adottare il PNP e a predisporre e approvare un proprio Piano locale (Piano Regionale della Prevenzione - PRP), declinando contenuti, obiettivi, linee di azione e indicatori del Piano nazionale all'interno dei contesti regionali e locali.

#### 4.1.2.1. Obiettivi del Piano

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**, di seguito illustrati.

##### *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. 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. Nel determinismo degli incidenti stradali incidono anche fattori sociali quali, ad esempio, condizioni socioeconomiche disagiate e/o lo stato di migrante, che di fatto determinano un minor accesso a formazione e informazione sulle misure di prevenzione e, più in generale, all'acquisizione della cultura della sicurezza sulle strade. Tali condizioni influenzano sia la percezione del rischio sia la possibilità di accedere a veicoli più moderni e con migliori dotazioni di sicurezza.

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.

Facendo riferimento al periodo pre-pandemia COVID 19, In Italia, secondo i dati ISTAT, nel 2018 sono stati 172.553 gli incidenti stradali con lesioni a persone, in calo rispetto al 2017 (-1,4%), con 3.334 vittime (morti entro 30 giorni dall'evento) e 242.919 feriti (-1,6%). Tra le vittime risultano in aumento i pedoni (612, +2%), i ciclomotoristi (108, +17,4%) e gli occupanti di autocarri (189, +16%). Sono in diminuzione, invece, i motociclisti (687, -6,5%), i ciclisti (219, -13,8%) e gli automobilisti (1.423, -2,8%). Sebbene il numero dei morti sia complessivamente in diminuzione, aumentano le vittime sulle autostrade – da 296 nel 2017 a 330 nel 2018, +11% – a causa dell'incidente stradale avvenuto il 14 agosto 2018 sul Ponte Morandi della A10 Genova-Savona-Ventimiglia, che ha

PROGETTAZIONE ATI:

coinvolto numerosi veicoli e causato 43 vittime. Il numero degli incidenti con esito mortale sulle autostrade rimane comunque sostanzialmente invariato – da 253 a 258 tra il 2017 e il 2018. Sulle strade extraurbane e urbane le vittime diminuiscono (rispettivamente 1.603, -0,7% e 1.401, -4,5%).

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.

In linea generale si considera che l'incidente stradale sia determinato dall'interazione di tre elementi: uomo, macchina, ambiente. Partendo dalla componente umana, è innanzitutto fondamentale promuovere stili di vita corretti, sensibilizzando, sin dalla scuola primaria, sulla pericolosità di porsi alla guida in condizioni psicofisiche alterate per effetto di alcol o di sostanze. Nelle scuole è importante far crescere una cultura orientata al corretto utilizzo dei dispositivi di protezione individuale, quali seggiolini, rialzi, cinture di sicurezza e caschi. I giovani vanno inoltre informati sulla pericolosità della guida sotto l'effetto di alcol e sostanze psicotrope.

Occorre poi riservare particolare attenzione a coloro che utilizzano la macchina per motivi professionali e che rimangono alla guida per numerose ore, quali, ad esempio, gli autotrasportatori, anche attraverso campagne di sensibilizzazione sui e sulle sanzioni connesse alle infrazioni.

Per quanto riguarda l'elemento macchina, sono necessari interventi volti a ridurre i rischi d'incidente che coinvolgano veicoli che trasportano merci o materiali pericolosi, promuovendo iniziative atte a garantire solo la circolazione di veicoli in buone condizioni e con conducenti qualificati.

In ambito sanitario, il DPCM 12 gennaio 2017, al punto B.6 dell'Allegato 1, assimila la promozione della sicurezza stradale ad un LEA, ossia un *Livello essenziali di assistenza*. Pertanto, gli interventi di promozione della salute, le campagne di prevenzione e informazione con differenti target di popolazione, non sono solo interventi efficaci ma anche prestazioni sanitarie che devono essere garantiti alla collettività, tendo conto degli alti costi umani, economici e sociali che hanno gli incidenti stradali.

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.

PROGETTAZIONE ATI:

### **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. Molti processi patologici trovano la loro eziopatogenesi in fattori ambientali, come evidenziato anche dalle recenti acquisizioni in tema di epigenetica.

La Dichiarazione di Ostrava della Sesta Conferenza Interministeriale Ambiente e Salute (OMS 2017) indicava i punti cruciali su cui deve svilupparsi la Strategia ambiente e salute per gli anni futuri: il degrado ambientale, l'inquinamento indoor e outdoor, il cambiamento climatico, l'esposizione indoor e outdoor a prodotti chimici pericolosi, la qualità e sicurezza delle acque potabili, i siti contaminati, i rifiuti e la destabilizzazione degli ecosistemi che aggravano le disuguaglianze sociali; la necessità di sviluppare azioni di sistema, intersettoriali, che mettano al centro la prevenzione, ponendo la massima attenzione ai settori più svantaggiati; l'importanza della condivisione delle responsabilità con tutti i livelli di governo, da quello internazionale e nazionale a quelli locali, coinvolgendo i cittadini e i portatori di interesse con azioni estese sul territorio, dentro e fuori i propri confini e proiettate su scale temporali lunghe.

La citata Dichiarazione, infatti, riconosce che il benessere delle popolazioni è strettamente legato a tutti gli obiettivi dell'Agenda 2030 e agli obiettivi dell'Accordo sul Clima di Parigi, sottoscritto nel 2015 dalla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC – CoP 21), che devono necessariamente far parte integrante della strategia.

Peraltro, anche la Strategia Nazionale per la Biodiversità riconosce il valore dell'approccio One Health per affrontare la questione trasversale della biodiversità e della salute umana come approccio integrato coerente con l'approccio ecosistemico, promuovendo una visione sistemica della salute, multidisciplinare e transdisciplinare, per affrontare i rischi potenziali o esistenti che hanno origine all'interfaccia tra la salute umana, quella degli ecosistemi e degli ambienti antropizzati.

In questo quadro il settore sanitario può dare un contributo decisivo alla salvaguardia della biodiversità e al miglioramento dell'ambiente costruito operando in modo sistematico, promuovendo tecnologie rispettose dell'ambiente, consumi sostenibili, bioedilizia e spazi verdi urbani e una gestione dei sistemi sanitari più efficiente.

Il cambiamento climatico rappresenta una grave minaccia per la salute globale e una grande sfida per il XXI secolo. Gli scenari prevedono un disequilibrio degli ecosistemi con un aumento dell'intensità dei rischi per la salute legati a disastri, eventi estremi, disponibilità idrica, sicurezza alimentare e cambiamenti nella comparsa e diffusione di malattie di origine infettiva (vettori patogeni, acqua e cibo contaminati).

Affrontare i cambiamenti climatici rappresenta quindi, per il PNP, un'opportunità senza precedenti per la salute pubblica, attraverso strategie climatiche che offrono vantaggi significativi per affrontare alcuni dei problemi sanitari più urgenti. La resilienza e l'adattamento al clima per la salute, nonché le

PROGETTAZIONE ATI:

strategie di mitigazione devono interconnettersi ai programmi e alle attività sanitarie e la salute è centrale nel quadro generale di riferimento nel contrasto ai cambiamenti climatici.

Gli eventi recenti indicano un'intensificazione delle minacce per la salute della popolazione italiana, per cui sono individuate azioni specifiche di prevenzione, coordinate con le politiche e le strategie nazionali di mitigazione e di adattamento coordinate dal MITE attraverso la "Strategia Nazionale" e il "Piano Nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici".

In questo quadro l'inquinamento atmosferico, indoor e outdoor, è uno dei principali fattori di rischio ambientale per la salute. I trasporti e il riscaldamento domestico sono i principali responsabili delle emissioni di inquinanti di interesse tossicologico che destano una maggiore preoccupazione in termini di impatto sanitario a causa dell'elevato numero di persone esposte, in ambito urbano ed extraurbano. Anche le emissioni provenienti dall'agricoltura, dalla produzione di energia, dall'industria e dagli insediamenti domestici contribuiscono ad inquinare l'aria.

Secondo l'OMS, l'inquinamento atmosferico è tra le cause principali dei decessi dovuti a malattie non trasmissibili come ictus e malattie cardiovascolari, tumori e malattie respiratorie croniche.

Oggetto di grande preoccupazione è il contributo di PM<sub>2,5</sub> all'inquinamento dell'aria proveniente da biomasse utilizzate principalmente per il riscaldamento domestico.

Per abbattere l'inquinamento atmosferico urbano, comprese le emissioni climalteranti, è necessario quindi promuovere l'utilizzo di fonti energetiche più pulite e sistemi di trasporto urbano più sostenibili.

Un altro aspetto rilevante è costituito dalla tutela della risorsa acqua. L'acqua è uno dei determinanti principali di salute e rappresenta l'elemento più fragile del pianeta rispetto ai cambiamenti ambientali e climatici in atto. La Dichiarazione di Ostrava (2017) indica i punti cruciali su cui deve svilupparsi la strategia su ambiente e salute per i prossimi anni tra cui la qualità e sicurezza delle acque potabili.

Le molteplici criticità idro-potabili che interessano molte aree dell'Italia sono il risultato di complessi fenomeni esogeni al settore che esitano nell'aumento delle temperature, nel perdurare di periodi di siccità e nella ricorrenza di eventi meteorici straordinariamente intensi.

Il Decreto ministeriale 14.06.2017, in linea con la Direttiva 2015/1787/CE della Commissione europea, ha introdotto in Italia i piani di sicurezza delle acque (PSA) con il fine di introdurre l'analisi dei rischi connessi alla filiera idro-potabile.

Dal punto di vista strategico, il PNP 2020-2025, in linea con gli orientamenti europei e internazionali, e tenendo conto degli orientamenti produttivi finalizzati alla riduzione dell'impatto ambientale, nonché dei nuovi LEA, propone una strategia intersettoriale e integrata, finalizzata a realizzare sinergie tra i servizi sanitari, preposti alla salute umana e a quella animale, e quelli preposti alla tutela ambientale, per potenziare l'approccio One Health, con l'obiettivo di ridurre le malattie e le morti premature evitabili correlate all'impatto ambientale di pratiche produttive per tutelare la salute e il benessere delle persone e degli animali.

### **Fattori di rischio/Determinanti**

Sulla base dei dati sopra illustrati, nel PNP si individuano le seguenti categorie di fattori di rischio:

- 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, istruzione;

- Inadeguata applicazione degli strumenti a supporto delle amministrazioni per la valutazione e gestione degli impatti sulla salute di problematiche ambientali.

### **Strategie**

Per promuovere la prevenzione, la valutazione e gestione dei rischi derivanti da fattori ambientali, antropici e naturali, il PNP 2020-2025 si propone, seguendo l'approccio One health, di mettere in atto indirizzi e azioni adottate con la Dichiarazione di Ostrava coniugati con gli obiettivi dell'Agenda 2030, prevedendo le seguenti linee strategiche:

- Promuovere interventi di advocacy nelle politiche di altri settori (ambiente, trasporti, edilizia, urbanistica, agricoltura, energia, istruzione);
- Promuovere e rafforzare strumenti per facilitare l'integrazione e la sinergia tra i servizi di prevenzione del SSN e le agenzie del SNPA;
- Adottare interventi per la prevenzione e riduzione delle esposizioni ambientali (indoor e outdoor) e antropiche dannose per la salute.
- Implementare il modello della "Salute in tutte le politiche" secondo gli obiettivi integrati dell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile e promuovere l'applicazione di un approccio One Health per garantire
- l'attuazione di programmi sostenibili di protezione ambientale e di promozione della salute.

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.

Altri aspetti attinenti evidenziati dal piano che presentano relazioni dirette/indirette con il progetto sono, infine:

- Il contenimento del consumo del suolo, come elemento centrale nel cambiamento climatico;
- Il miglioramento dell'aria outdoor e degli ambienti indoor promuovendo interventi a favore di un'edilizia più sostenibile, di un corretto ciclo dei rifiuti, delle riduzioni delle emissioni in ambiente agricolo ed extra-agricolo (es. sistema vivaistico, manutenzione di infrastrutture e di aree pubbliche) e di una riconversione dei processi produttivi più inquinanti accompagnata dalla bonifica dei siti inquinati.
- Promuovere politiche di contenimento dei rischi legati all'eccessiva esposizione alla radiazione UV solare per i settori più esposti quali: agricoltura, silvicoltura e pesca; costruzioni; elettricità, gas e acqua; industrie all'aperto; trasporti;
- Promuovere l'adozione di Piani di Sicurezza delle acque (PSA) per la riduzione dei rischi attinenti alla filiera idro-potabile, ossia alle acque destinate al consumo umano, per le quali non è sempre disponibile una adeguata integrazione delle informazioni prodotte dai sistemi di controllo;
- Rafforzare le capacità adattive e la risposta della popolazione e del sistema sanitario nei confronti dei rischi per la salute associati ai cambiamenti climatici e agli eventi estremi e alle catastrofi naturali e promuovere misure di mitigazione con co-benefici per la salute

#### 4.1.3. PIANO REGIONALE DELLA PREVENZIONE 2020-2025

Il Piano Nazionale della Prevenzione (PNP) e la sua declinazione regionale nei Piani Regionali (PRP) svolgono un ruolo fondamentale di governance e orientamento della prevenzione, favorendo l'integrazione tra le diverse azioni previste dalla normativa vigente o dai Piani di settore.

Sia il PNP che il PRP rappresentano, inoltre, strumenti per dare concreta attuazione al Livello Essenziale di Assistenza (LEA) "Prevenzione collettiva e sanità pubblica".

La Regione Sardegna, nel quadro dei principi, delle priorità di intervento e dei criteri concordati in ambito nazionale, ha approvato, con la Deliberazione della Giunta Regionale n. 50/46 del 28.12.2021, il PRP 2020-2025 che, dando concreta attuazione a tutti gli obiettivi individuati nel PNP, 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):

- PP01 - Scuole che promuovono salute
- PP02 - Comunità attive
- PP03 - Luoghi di lavoro che promuovono salute
- PP04 - Dipendenze
- PP05 - Sicurezza negli ambienti di vita
- PP06 -Piano mirato di prevenzione
- PP07 - Prevenzione in edilizia e agricoltura
- PP08 - Prevenzione del rischio cancerogeno professionale, delle patologie professionali dell'apparato muscolo-scheletrico e del rischio stress correlato al lavoro
- PP09 -Ambiente, clima e salute
- PP10 -Misure per il contrasto dell'Antimicrobico-Resistenza
- PL11 - Miglioramento dei sistemi informativi e di sorveglianza delle malattie infettive, della prevenzione e risposta alle emergenze infettive
- PL12 - Promozione della salute materno infantile e riproduttiva
- PL13 - Consolidamento dei programmi organizzati di screening oncologico.

Come si evince dall'elenco sopra riportato, 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.



#### 4.1.4. PRINCIPALI INDICATORI DELLA SALUTE NELLA REGIONE SARDEGNA

##### 4.1.4.1. indicatori sanitari del decennio 2005 - 2015

Risulta interessante in questa sede illustrare brevemente i dati relativi ai principali indicatori della Salute pubblica nella Regione Sardegna nel decennio 2005 – 2015 (ante pandemia COVID 19) così come riportati in uno studio ISTAT del 2019<sup>2</sup>.

L'indice **Anni Potenziali di Vita Perduti** riferito alla popolazione con meno di 70 anni assume in Sardegna valori rilevanti. Nella graduatoria nazionale nel periodo 2014-2015 la regione è infatti seconda, insieme con la Valle d'Aosta con cui condivide la stessa intensità, alla sola Campania. Il valore dell'Apvp in Sardegna (291,8 per 10 mila) si discosta infatti dalla media italiana di oltre 30 punti. Questa posizione è dovuta sia ad un valore intenso della mortalità prematura per traumatismi (55,9 anni per 10 mila, ovvero quasi il doppio della media italiana), sia ad un valore elevato della componente "malattie" che con un 236 per 10 mila colloca la Sardegna fra le prime 5 regioni. In tale contesto, tuttavia, la zona di Cagliari risulta tra le tre aree meno colpite dalla mortalità prematura, con Oristano ed Olbia.

La Sardegna nel biennio 2014-2015 si colloca inoltre al sesto posto nella graduatoria regionale per tasso standardizzato di **mortalità per tumore** (28,7 per 10 mila abitanti). Nonostante il netto decremento rispetto al decennio precedente (-7,2 per cento) nell'isola si osservano intensità oltre lo standard nazionale soprattutto per il genere maschile in età adulta (23,4 contro il 22 per 10 mila). L'analisi della distribuzione di questi valori all'interno dell'isola fa emergere la criticità delle Aree Socio Sanitarie Locali di Nuoro, Cagliari, e Sassari dove i tassi osservati si assestano su valori elevati per entrambi i generi, fra il 38 ed il 40 per 10 mila per i maschi e fra il 21 ed il 23 per 10 mila per le femmine.

Tratto distintivo della regione è anche il tasso standardizzato di **mortalità per disturbi psichici e malattie nervose** che colloca la Sardegna, con il suo 8,2 per 10 mila abitanti, nella graduatoria delle regioni italiane al secondo posto dopo la Valle d'Aosta. Il tasso di mortalità qui considerato presenta nella regione intensità elevate anche nella sua versione più specifica riferita alla sola fascia di età 70 anni ed oltre e cioè a quella maggiormente colpita dalle patologie più importanti rientranti in questo gruppo di cause (Demenza, Alzheimer, Parkinson). Va peraltro sottolineato come entrambi i fenomeni, in sensibile aumento un po' ovunque in Italia, crescono in Sardegna con una particolare vivacità: il tasso generale ha infatti fatto registrare nel decennio un +47,3 per cento, quello specifico un +56,2. Intensità ed incrementi importanti (8-9 per 10 mila ed oltre il 25 per cento) si osservano nelle ASSL che fanno riferimento alle due principali aree urbane con relative cinture della regione (Cagliari e Sassari), quasi ad indicazione di una possibile correlazione con le forme di insediamento più concentrate ed economicamente specializzate e tale tipologia di mortalità.

Un'altra caratteristica della Sardegna che emerge sia nel biennio più recente analizzato (2014-2015) che in quello precedente (2005-2006) riguarda l'alta incidenza di **mortalità per traumatismi**. Il tasso standardizzato totale (4,3 per 10 mila) rappresenta il terzo valore più elevato fra le regioni italiane, nonostante la forte diminuzione registrata nell'arco del decennio, pari al 23,9 per cento

Le otto Aree Socio Sanitarie Locali presentano valori molto simili ed oscillanti intorno alla media regionale, eccezion fatta da un lato per l'ASSL di Nuoro che raggiunge quota 5,7 per 10 mila e dall'altro dall'ASSL di Oristano che si colloca all'estremo opposto (3,6 per 10 mila). Il rapporto fra i generi è sempre nettamente a favore della componente maschile, che assume quasi ovunque un'intensità quasi doppia rispetto a quella femminile.

<sup>2</sup> La salute nelle regioni italiane - bilancio di un decennio (2005-2015) – ISTAT 2019

L'incidenza delle diverse tipologie all'interno dei tassi di mortalità è molto variabile nonostante l'alto valore della causa "Accidenti", entro cui rientrano la mortalità per **incidentalità stradale** e tutti gli altri traumi accidentali.

#### 4.1.4.2. Caratteristiche dell'incidentalità stradale in Sardegna

Nel presente paragrafo si fa riferimento al focus a cura di ISTAT pubblicato nel novembre del 2022, e riferito al 2021.

Nel 2021 si sono verificati in Sardegna 3.200 incidenti stradali che hanno causato la morte di 91 persone e il ferimento di altre 4.484. L'anno 2021 è caratterizzato dalla ripresa graduale delle attività e del traffico stradale ma risente ancora di periodi di lockdown leggeri attuati durante l'anno e diversificati sul territorio. Rispetto al 2020, aumentano gli incidenti (+29,1%) e i feriti (+34,3%) in linea a quanto registrato a livello nazionale (rispettivamente +28,4% e +28,6%). Il numero delle vittime della strada è invece diminuito (-4,2%) in controtendenza rispetto al dato nazionale (+20,0%).

Anni 2021 e 2020, valori assoluti e variazioni percentuali

PROVINCE	2021			2020			Morti Differenza 2021/2020 (valori assoluti)	Morti - Variazioni % 2021/2019	Morti - Variazioni % 2021/2010	Tasso di mortalità 2021
	Incidenti	Morti	Feriti	Incidenti	Morti	Feriti				
Sassari	1.315	25	1.853	972	16	1.338	9	47,1	-34,2	5,3
Nuoro	314	13	455	291	17	395	-4	-18,8	-13,3	6,5
Cagliari	861	20	1.141	626	20	804	0	25,0	-31,0	4,8
Oristano	275	12	368	205	12	274	0	140,0	50,0	7,9
Sud Sardegna	435	21	667	385	30	529	-9	23,5	31,3	6,2
<b>Sardegna</b>	<b>3.200</b>	<b>91</b>	<b>4.484</b>	<b>2.479</b>	<b>95</b>	<b>3.340</b>	<b>-4</b>	<b>28,2</b>	<b>-14,2</b>	<b>5,7</b>
<b>Italia</b>	<b>151.875</b>	<b>2.875</b>	<b>204.728</b>	<b>118.298</b>	<b>2.395</b>	<b>159.248</b>	<b>480</b>	<b>-9,4</b>	<b>-30,1</b>	<b>4,9</b>

Figura 4.1: Incidenti stradali, morti, feriti e tasso di mortalità per provincia. Sardegna

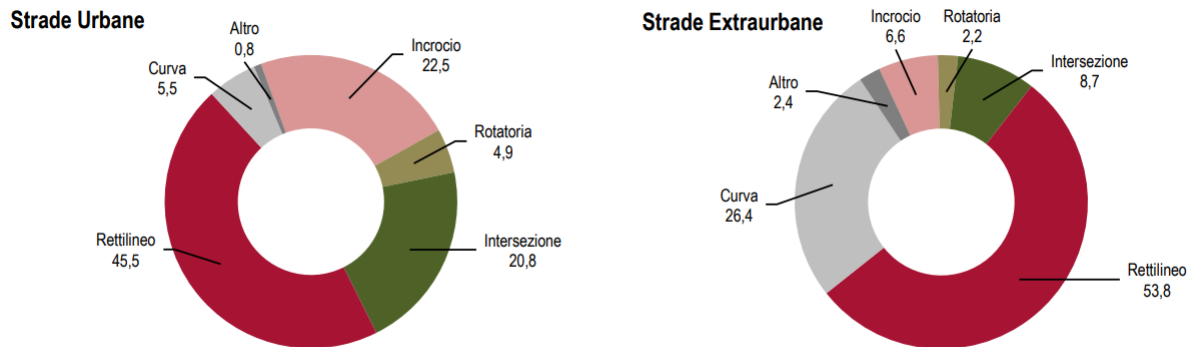
Nel 2021 il costo dell'incidentalità stradale con lesioni alle persone è stimato in 16 miliardi e 400 milioni di euro per l'intero territorio nazionale (277 euro pro capite) e oltre 407 milioni di euro (257 euro pro capite) per la Sardegna; la regione incide quindi per il 2,5% sul totale nazionale.

Tra il 2020 e il 2021 l'indice di lesività aumenta da 134,7 a 140,1; l'indice di mortalità invece diminuisce decisamente (da 3,8 decessi ogni 100 incidenti a 2,8 nel 2021) così come quello di gravità (misurato dal rapporto tra il numero dei decessi e la somma di decessi e feriti moltiplicato 100), da 2,8 nel 2020 a 2,0 nel 2021. La Strada Statale 125, con 6 morti (3 nel 2020) e l'indice di mortalità pari a 8,0 (5,4 nel 2020), registra il più elevato numero di decessi. La SS131 rimane tra le più pericolose della Sardegna, con 5 decessi (9 nel 2020) e indice di mortalità pari a 3,0. Grave la situazione delle SS126 e SS389 con, rispettivamente, 4 e 3 morti e indice di mortalità 12,9 e 30,0. L'indice di mortalità cresce significativamente nei comuni di Quartu S. Elena, Castiadas, Oschiri, Guspini e Mamoiada (in tutti questi comuni nessun decesso si era registrato nel 2020).

#### Incidenti per tipologia di strada

Nel 2021 il maggior numero di incidenti (1.982, il 61,9% del totale) si è verificato sulle strade urbane, provocando 33 morti (36,3% del totale) e 2.556 feriti (57,0%). Rispetto all'anno precedente i sinistri aumentano del 30,9% in ambito urbano e del 26,2% sulle strade extraurbane. Gli incidenti più gravi avvengono sulle strade extraurbane (4,8 decessi ogni 100 incidenti) mentre nelle strade urbane l'indice di mortalità si ferma a 1,7. Sulle strade urbane il 45,5 dei sinistri stradali si verifica lungo un rettilineo, percentuale che sale al 53,8% sulle strade extraurbane. In ambito urbano gli incidenti che avvengono nei pressi di un incrocio rappresentano il 22,5% del totale, seguono quelli che si verificano nei pressi di una intersezione (20,8%), di una curva (5,5%) e di una rotonda (4,9%). Lungo le strade extraurbane il 26,4% degli incidenti si verifica nei pressi di una curva e l'8,7% nei pressi di un'intersezione.

PROGETTAZIONE ATI:



(a) La categoria "Altro" include: passaggio a livello, dosso, pendenza e galleria.

**Figura 4.2: Incidenti stradali con lesioni a persone per caratteristica della strada e ambito stradale: Sardegna**

La maggior parte degli incidenti stradali avviene tra due o più veicoli (64,2%); la tipologia di incidente più diffusa è lo **scontro frontale-laterale** (967 casi, 16 vittime e 1.505 feriti), seguita dal tamponamento (559 casi, 3 decessi e 875 persone ferite). La tipologia più pericolosa è l'urto con veicolo in sosta (8,5 decessi ogni 100 incidenti), seguono lo scontro frontale (7,7 decessi ogni 100 incidenti) e la fuoriuscita (4,9 decessi ogni 100 incidenti). Gli incidenti a veicoli isolati risultano più rischiosi, con una media di 4,5 morti ogni 100 incidenti, rispetto a quelli che vedono coinvolti più veicoli (1,9 decessi). Nell'ambito dei comportamenti errati di guida la guida distratta, la velocità troppo elevata, il mancato rispetto della distanza di sicurezza e delle regole di precedenza, sono le principali cause di incidente (escludendo il gruppo residuale delle cause di natura imprecisata). I quattro gruppi costituiscono complessivamente il 48,4% dei casi.

Considerando solo le strade extraurbane, la guida distratta incide da sola per il 17,4% mentre l'elevata velocità per il 12,3%.

Il tasso di mortalità standardizzato è più alto per la classe di età 30-44 anni (7,8 per 100mila abitanti) e per quella 15-29 anni (7,1 per 100mila abitanti). I conducenti dei veicoli coinvolti rappresentano il 69,2% delle vittime e il 66,6% dei feriti in incidenti stradali, le persone trasportate il 14,3% dei morti e il 24,2% dei feriti, i pedoni l'16,5% dei deceduti e il 9,2% dei feriti. Il 53,3% dei pedoni rimasti vittima di incidente stradale appartiene alla classe di età 65+ mentre il 61,0% dei pedoni feriti ha più di 44 anni. Il tasso di lesività standardizzato è pari a 576,4 per la classe di età 15-29 anni, a 375,8 per quella 30-44 anni.

#### 4.1.1. PRINCIPALI INDICATORI DELLA SALUTE NELLA CITTÀ METROPOLITANA DI CAGLIARI: MORBILITÀ, INCIDENTALITÀ E MORTALITÀ

Sempre facendo riferimento allo studio ISTAT del 2019 e riferito ai dati del decennio decennio 2005 – 2015, in questo paragrafo si approfondisce la condizione di salute della città metropolitana di Cagliari e del suo comune più rappresentativo, ponendoli in relazione sia con l'Area Socio Sanitaria Locale (ASSL) che li ricomprende, sia con l'intera Regione.

La profonda evoluzione sociale e demografica che ha subito Cagliari nel corso dell'ultimo secolo, con la sua grande crescita e il suo potere attrattivo, ha reso quasi naturale la costituzione della Città metropolitana di Cagliari, unica in Italia ad essere stata creata seguendo una logica di area metropolitana e non semplicemente cambiando nome alla vecchia provincia. È costituita, oltre che dal capoluogo, da sedici comuni: Assemmini, Capoterra, Elmas, Decimomannu, Maracalagonis, Monserrato, Pula, Quartu Sant'Elena, Quartucciu, Sarroch, Selargius, Sestu, Settimo San Pietro, Sinnai, Uta, e Villa San Pietro. Collegati da reti viarie e di trasporti pubblici, condividono servizi essenziali, aree per il lavoro e il commercio o per la socialità. Alcuni di questi sono in strettissima continuità urbana con il capoluogo (Monserrato, Selargius, Quartucciu e Quartu Sant'Elena); altri comuni come Capoterra, Elmas, Assemmini e Decimomannu sulla direttrice della strada statale 130,

PROGETTAZIONE ATI:

Settimo San Pietro, Sinnai e Maracalagonis sul versante opposto, sono uniti al capoluogo e ai comuni limitrofi da decenni di pianificazione integrata di servizi al cittadino e tutela del tessuto urbano e dell'ambiente. Solo alcuni altri sono relativamente più lontani geograficamente (Sarroch, Villa San Pietro e Pula) o sono paesi dell'agro (Uta e Sestu) ma negli ultimi tempi hanno visto il ridursi delle distanze (anche sociali): sempre più evidentemente, infatti, nell'intera area si è assistito a un fenomeno di dispersione abitativa, che dal Comune capoluogo si propaga ai comuni circostanti il nucleo urbano, ormai quasi anche fuori dai confini della stessa Città metropolitana.

Il Comune di Cagliari, nello scenario regionale, ha delle caratteristiche del tutto peculiari.

Mentre la popolazione dei comuni della Città metropolitana è più giovane e attiva (con un indice di vecchiaia pari a 179), il Capoluogo presenta un indice di vecchiaia più elevato (pari al 263,2). Esso è inoltre un forte attrattore di pendolarismo: i comuni facenti parte dell'aggregato metropolitano presentano valori che vanno dai 21 ai circa 30 spostamenti/giorno ogni 1.000 abitanti, mentre per quelli oltre l'agglomerato urbano si va da un numero di 16,2 ai circa 22.

Nel complesso i pendolari che interessano giornalmente l'area metropolitana di Cagliari, con origine o destinazione in uno dei comuni appartenenti ad essa, sono circa 211 mila. Più di 122 mila spostamenti di persone che si recano al lavoro e/o a scuola ogni giorno hanno come destinazione la città di Cagliari e la metà di essi ha come origine comuni diversi dal capoluogo.

Come tutte i grandi centri urbani, anche la Città metropolitana di Cagliari presenta poi le forti contraddizioni che caratterizzano il tessuto sociale delle aree fortemente inurbate: è l'area con il maggior reddito imponibile pro capite e presenta inoltre il minor numero di abitanti con solo la licenza media (16 per cento) contro percentuali superiori al 20 in tutto il resto dell'isola.

L'indice **Anni Potenziali di Vita Perduti** riferito alla popolazione con meno di 70 anni assume nella città metropolitana di Cagliari un valore inferiore al dato medio regionale e sovrapponibile con il dato medio della ASSL di riferimento.

Analizzando il dettaglio per **malattie e traumatismi**, il dato del comune di Cagliari è più alto dei contesti territoriali di riferimento per entrambi i raggruppamenti di cause. Il dato più basso è riferito, per il totale delle malattie, alla ASSL Cagliari, mentre per traumatismi, alla città metropolitana. Le variazioni rispetto al periodo precedente oggetto del confronto mostrano come per la Sardegna si verifichi una forte riduzione (-20,1 per cento), sperimentata, seppur in misura minore, anche dalla ASSL di Cagliari (-17,9) e dal Comune di Cagliari (-17,8). La città metropolitana mostra una riduzione pari al 15,6 per cento. Analizzando la scomposizione per gruppi di cause, si evidenzia un dato in controtendenza nel comune di Cagliari, con un lieve incremento degli anni potenziali di vita perduti per traumatismi, contrariamente alla forte riduzione negli altri ambiti territoriali analizzati (-26,9 per cento ASSL Cagliari, -22,3 Città Metropolitana). Tutte le tre aree amministrative Città metropolitana, comune di Cagliari e ASSL Cagliari, presentano un tasso di **mortalità standardizzato per tumore** superiore al dato regionale. In particolare la città di Cagliari mostra un tasso superiore alle altre aree amministrative considerate a carico del genere femminile (23 per 10 mila abitanti), mentre il genere maschile mostra un più alto livello di mortalità per tumore, nell'insieme della città metropolitana.

L'analisi dei tassi di mortalità standardizzati distintamente per tipologia di traumatismi e genere vede per il comune di Cagliari e per la Città metropolitana nel suo complesso un andamento opposto rispetto a quanto rilevato a livello regionale o di ASSL: infatti, mentre in queste ultime è la componente maschile a presentare i quozienti più elevati, per il comune di Cagliari le donne mostrano un tasso circa doppio rispetto a quello maschile e lo stesso avviene per la Città Metropolitana.

#### 4.1.1. STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NELL'AREA DI STUDIO

L'area di Assemini 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 Assemini è attiva la stazione CENAS9 (Via Sicilia).

PROGETTAZIONE ATI:

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.

Pertanto, in base al piano "Tavolo Tecnico Fluorsid - Piano di monitoraggio straordinario matrici ambientali - Relazione finale" del 29/06/2017, l'ARPAS ha programmato ed eseguito per competenza le attività di monitoraggio, in relazione alle matrici ambientali acque, sedimenti e aria.

In particolare per il monitoraggio della qualità dell'aria è stata potenziata la Rete regionale, nella parte di territorio interessato dall'indagine straordinaria, con il posizionamento delle due Unità Mobili nelle aree urbane dei comuni di Elmas e di Assemmini.

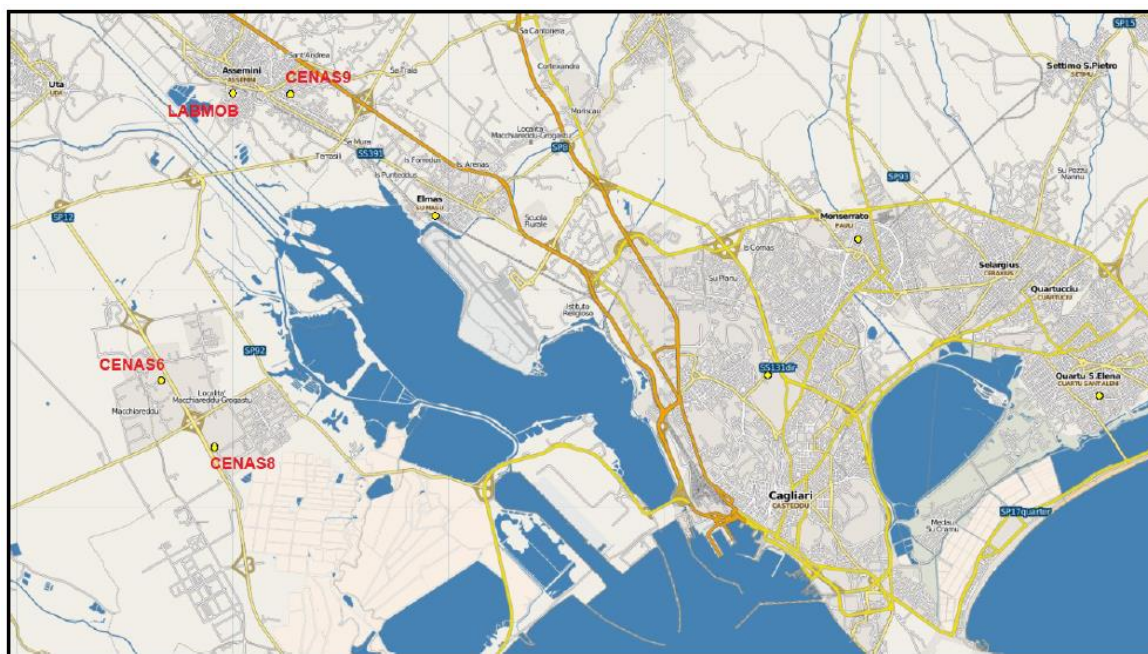


Figura 4.3 Posizione delle stazioni di misura fisse e mobili nell'area di Assemmini

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.

La caratterizzazione del PM10, con particolare riguardo ai metalli, nelle tre annualità evidenzia andamenti costanti e regolari con medie e stime annuali entro i limiti normativi.

Le concentrazioni misurate dalle Unità Mobili sono generalmente moderate e coerenti con quelle delle stazioni fisse ubicate nelle rispettive zone di riferimento.

Il mercurio è presente in tracce, con concentrazioni prossime al limite di rilevabilità strumentale.

PROGETTAZIONE ATI:

Si evidenzia peraltro che esiste una potenziale criticità evidenziabile nel sito di misura CENAS8, ubicato presso l'area industriale di Macchiareddu, con valori di arsenico e nichel decisamente superiori a tutte le restanti stazioni, sebbene in assenza di superamenti dei valori obiettivi normativi.

#### 4.1.2. CLIMA ACUSTICO NELL'AREA DI STUDIO

L'esposizione a lungo termine al rumore può provocare una serie di effetti nocivi per la salute, tra cui irritabilità, disturbi del sonno, effetti deleteri a carico del sistema cardiovascolare e metabolico nonché compromissione delle facoltà cognitive nei bambini<sup>3</sup>.

Per caratterizzare il monitoraggio acustico ante operam nell'area di progetto è stata realizzata una campagna di rilievi su di un'area vasta, articolata su cinque postazioni, quattro per rilievi di tipo spot e una per un rilievo di 24 ore. La campagna è stata effettuata nei giorni 3 - 4 febbraio 2022.

Per ciascuna postazione è stata realizzata una scheda di dettaglio con le coordinate relative al posizionamento del fonometro, con una foto satellitare per l'inquadratura del ricettore considerato e documentazione fotografica del rilievo.

I dati fonometrici rilevati hanno restituito in generale valori contenuti, più elevati nell'area nord del progetto, caratterizzata dalla presenza del polo industriale/commerciale, e più bassi nella zona sud. La misura da 24 ore, posta nell'estremo nord dell'intervento, ha riportato valori pari a 55.5 dBA diurni e 48.5 dBA notturni.

Si rimanda alla trattazione specifica per i necessari approfondimenti (cap. 5.1).

#### 4.1.3. CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE AREE INTERFERENTI CON SITI OGGETTO DI BONIFICA

Come descritto nel par. 3.5, il progetto lambisce e/o interferisce marginalmente con alcune aree oggetto di bonifica 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).

Come riportato nel Piano Regionale Bonifica Siti Inquinati della Regione Sardegna (agg. 2018), l'agglomerato di Macchiareddu è dominato dallo stabilimento petrolchimico della Syndial e da quello di Fluorsid, oltre che da numerose attività di servizio alla produzione.

I contaminanti principali di conseguenza sono quelli legati ai cicli produttivi del cloro soda e del dicloroetano, ovvero Idrocarburi, BTXES, IPA, alifatici clorurati e alogenati.

Le indagini pregresse, svolte da Syndial lungo l'oleodotto e all'interno dell'area Is Campus, hanno evidenziato la presenza di sorgenti secondarie di contaminazione in diverse matrici ambientali; nel suolo superficiale, nel suolo profondo e nelle acque sotterranee. Nei mesi di novembre 2020 e gennaio 2021, Anas ha eseguito ulteriori indagini ambientali con prelievo di campioni di terreno da sottoporre ad analisi di laboratorio. I risultati analitici conseguiti sono stati confrontati con le CSC indicate dal D.Lgs. 152/06 per siti ad uso commerciale e industriale ed hanno restituito per tutti i campioni e per tutti i parametri ricercati, concentrazioni inferiori alle corrispondenti CSC di riferimento.

Nel rispetto del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 è stata elaborata una analisi di rischio sanitaria relativa a tutto il tracciato dell'Opera Connessa Nord, per la quale si rimanda all'elaborato "*relazione di analisi degli impatti e individuazione delle azioni*".

<sup>3</sup> European Environment Agency: «Environmental noise in Europe – 2020» (L'inquinamento acustico in Europa – 2020)

## 4.2. BIODIVERSITÀ

### 4.2.1. CLIMA E FITOCLIMA

#### Clima

Sia la flora che la vegetazione sono strettamente correlate alle caratteristiche climatiche, che condizionano la vita e la distribuzione degli organismi vegetali. Tra gli elementi convenzionali del clima, indubbiamente, la temperatura e le precipitazioni sono quelle che maggiormente influenzano la vita delle piante e interagiscono sia con gli altri fattori del clima che con quelli edafici e biotici.

Cagliari risulta essere la più antica stazione meteorologica della Sardegna, disponendo in modo continuativo di dati termopluviometrici dal 1893 ad oggi.

L'analisi dei dati dal 1893 al 1940 aveva evidenziato un aumento delle temperature, soprattutto nei valori minimi, ed una diminuzione delle precipitazioni. Per meglio verificare l'ampiezza di queste variazioni BOCCHIERI & MULAS (1982; 1983; 2004) hanno analizzato i dati termopluviometrici di Cagliari, compresi tra il 1892 e il 2002, sia complessivamente che suddivisi in periodi ed hanno elaborato i più significativi indici fitoclimatici. Sia l'analisi dei dati termopluviometrici che quello degli indici fitoclimatici hanno confermato lo spostamento verso situazioni di maggiore aridità (causato dall'aumento della temperatura, in particolare della media minima, e per contro da un calo delle precipitazioni). La stessa situazione interessa tutta la Sardegna ed, in particolare nella zona meridionale, il confronto dei dati termopluviometrici di 10 stazioni per gli intervalli 1951:1980 e 1981:1990 ha messo in evidenza nel secondo spazio di tempo un aumento nel numero dei giorni di aridità pari al 73%, con l'estensione del periodo secco da metà marzo a metà settembre. In questo studio sono stati presi in considerazione i dati termopluviometrici (**Tabella 1**) del trentennio 1974:2003, pubblicati dal MINISTERO dei LL.PP. (1974-1981) sostituito dal SERVIZIO IDROGRAFICO DELLA SARDEGNA (1982-1988).

**Tabella 1 Valori medi mensili e annuali delle Temperature massime (T Max), minime (T min) e medie (TM), delle Precipitazioni (P) e dei giorni piovosi (gg) registrati a Cagliari dal 1974 al 2003**

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
<b>T Max (°C)</b>	14,8	15,4	17,3	19	23,2	27,5	30,4	30,6	27,4	23,7	19,1	16,1	22,0
<b>T min (°C)</b>	7,5	7,7	9	10,7	14,2	18	20,8	21,3	18,9	15,7	11,5	8,5	13,7
<b>TM (°C)</b>	11,2	11,6	13,2	14,9	18,7	22,8	25,6	26,0	23,2	19,7	15,3	12,3	17,8
<b>P (mm)</b>	36,3	48,2	34,1	39,9	25,3	10,6	4,1	9,1	27	51,2	57,1	51,1	394
<b>gg</b>	6	7	6	6	4	2	1	1	4	6	8	7	58

Un'attenta analisi degli elementi del clima permette di notare delle significative differenze dei principali parametri climatici, pur rientrando sempre nel macroclima mediterraneo, caratterizzato da estati calde e secche e inverni miti e piovosi.

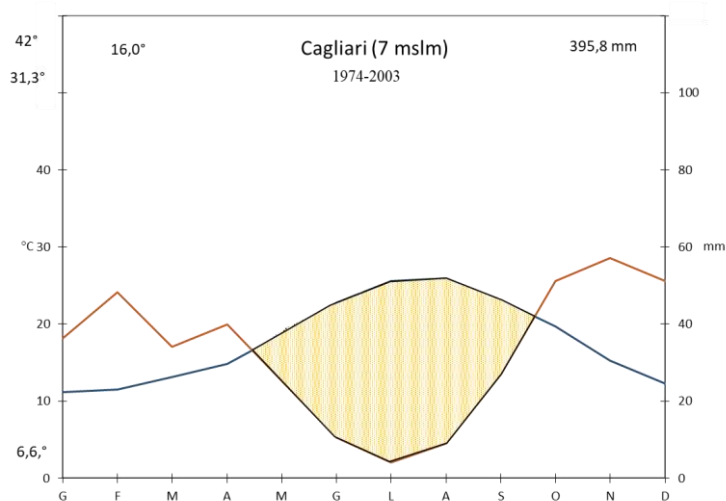
L'andamento pluviometrico stagionale è contraddistinto da un minimo di piovosità estiva e da un massimo autunno-invernale. Le precipitazioni, espresse in mm, sono comprese tra 153,4 (2001) e 632,4 (1976), con una media annua di 394,1 e sono distribuite in 57 giorni 25 piovosi. Il mese di luglio presenta 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.

Il diagramma ombrotermico di Walter & Lieth

Il diagramma ombrotermico di BAGNOULS & GAUSSEN (1953; 1957), modificato da WALTER & LIETH (1960) consente il confronto grafico fra il regime termico annuale e quello pluviometrico, permettendo di individuare il periodo secco, quando la curva delle precipitazioni scende sotto quella delle temperature ( $P < 2T$ ). Nel grafico di Figura 4 vengono riportati sull'ascissa i mesi dell'anno e sulle ordinate le temperature medie e le precipitazioni medie, con le temperature in scala doppia rispetto alle precipitazioni ( $1^{\circ}\text{C} = 2\text{mm}$ ). Esternamente al diagramma sono riportati alcuni dati che meglio identificano e caratterizzano le peculiarità climatiche della stazione considerata.

Il periodo di aridità che si ottiene per Cagliari è di oltre quattro mesi ed è compreso tra gli ultimi giorni di aprile e di settembre (Figura 4).



**Figura 4 Diagramma ombrotermico di Walter& Lieth della stazione meteorologica di Cagliari. Serie di dati termopluviometrici 1974-2003**

Fitoclima

In base alla Carta Fitoclimatica d'Italia l'area d'intervento risulta completamente inclusa nel macroclima mediterraneo, bioclima mediterraneo oceanico ombrotipo secco, macroclima termomediterraneo (Figura 5).





- macroclima mediterraneo, bioclina mediterraneo oceanico, ombrotipo secco, termotipo termomediterraneo termotemperato
- macroclima mediterraneo, bioclina mediterraneo oceanico, ombrotipo secco, termotipo mesomediterraneo mesotemperato

**Figura 5** Stralcio della Carta del Fitoclima d'Italia relativa all'area di intervento (rettangolo in celeste tratteggiato). L'immagine è tratta dal Geoportale. La zona colorata in rosso indica le aree di pertinenza del macroclima mediterraneo, bioclina mediterraneo oceanico ombrotipo secco, macroclima termomediterraneo

#### 4.2.2. GEOLOGIA, PEDOLOGIA E IDROGRIA

##### Geologia

Il sistema ambientale in cui ricade l'area d'intervento si colloca nell'estremità meridionale dell'unità geo-strutturale del Graben del Campidano appartenente alla Fossa Sarda, rappresentata oggi da una vasta superficie pianeggiante o dolcemente ondulata, parte sommitale di una serie di potenti depositi detritici plio-quadernari di varia origine, che hanno colmato la depressione strutturale.

Questa struttura tettonica si è formata a seguito di una fase tensionale distensiva che ha interessato la Sardegna nel Plio-Quaternario con l'apertura di una serie di strutture a horst e graben (Campidano, Cixerri, etc.). Il sistema di lineazioni tettoniche che delimitano tali strutture contraddistingue le fasce bordiere del Campidano ed è prevalentemente diretto NW-SE con strutture di faglie dirette. L'aumento progressivo del livello del mare si ritrova nella granulometria dei sedimenti: si passa dai depositi argillosi di ambiente batiale-epibatiale (Argille di Fangario), alle arenarie e sabbie di ambienti intralitorale-circalitorale (Arenarie di Pirri) sulle quali poggiano calcari organogeni formati in ambienti riferibili ai piani circalitorale, infralitorale e litorale (Calcari di Cagliari).

I rilievi di Capoterra, nel settore occidentale ai margini del Graben e che rappresentano l'horst sud-occidentale della struttura tettonica, sono costituiti dalle litologie del complesso granitico del Sulcis-Arburese e dalle formazioni a metamorfismo di basso grado delle Arenarie di San Vito. La connessione dei rilievi con la piana è testimoniata da depositi pleistocenici di conoide alluvionale ascrivibili al Sintema di Portovesme. Il quaternario recente è rappresentato da depositi alluvionali diversificati in ghiaie e sabbie incoerenti, intercalate a limi ed argille localizzati per lo più solo lungo i corsi d'acqua principali, ed in particolare lungo quelli che affluiscono l'antistante laguna di Santa Gilla.

##### La formazione della laguna

Prima dell'ultima glaciazione, nell'interglaciale Riss—Würm il mare lambiva le colline mioceniche, formando un'insenatura marina interna.

I sedimenti marini della trasgressione tirreniana, presenti nella tipica sequenza descritta in letteratura (Panchina tirreniana, auct.) i cui resti affiorano oltre che a Sa Illetta a Is Mesas (Calamosca), testimoniano un ambiente deposizionale di baia delimitata da un cordone litorale. Con la successiva

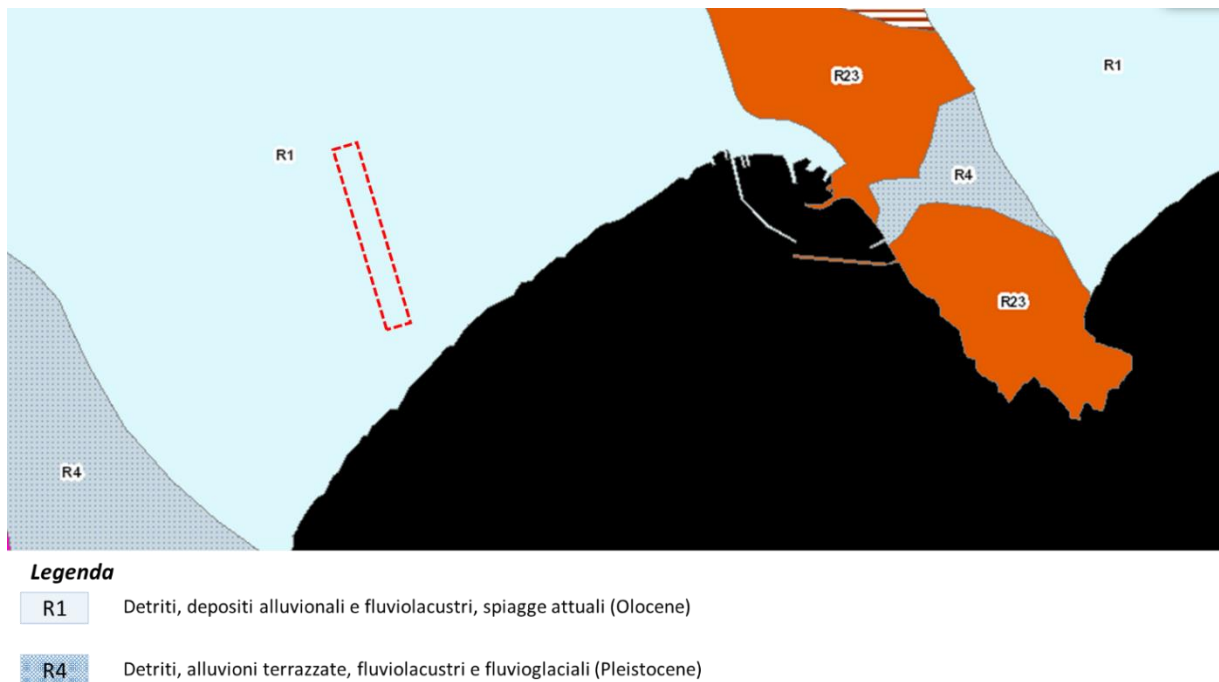
PROGETTAZIONE ATI:

regressione, esso è emerso, isolando di fatto una depressione di retro spiaggia, comunque connessa al mare attraverso bocche di comunicazione o per via sotterranea sotto le sabbie della spiaggia, generalmente asciutta o a basso battente durante i periodi caldi in seguito alla forte evaporazione. L'ampia baia venne sovraescavata ad opera delle acque dei fiumi sfocianti nell'attuale golfo di Cagliari, che l'hanno poi colmata di sedimenti alluvionali.

La successione stratigrafica del Graben campidanese è nota da tempo, sia a Nord che a Sud, sulla base degli studi realizzati negli anni '60 mediante sondaggi profondi finalizzati alla ricerca petrolifera. La successione stratigrafica della laguna di Santa Gilla, riportata nella sezione geologica del foglio Pula 566 della Carta Geologica d'Italia, è rappresentata in sintesi da: argille lagunari e depositi fluviali di trasgressione di alto eustatico, con conglomerati continentali a clasti di rocce paleozoiche in lenti e glacis di basso eustatico (pleistocene medio), sormontati da arenarie di trasgressione di alto eustatico (tirreniano). Alle coperture oloceniche di ambiente alluvionale-deltizio si integrano depositi antropici e materiale di riporto in aree bonificate, in variazioni laterali con sedimenti limoso-argillosi di origine palustre.

I sedimenti palustri che bordano più o meno l'intero stagno di Cagliari sono, nello specifico, costituiti da argille limose grigio scure, a luoghi ciottolose, ricche in sostanze organiche carboniose e spesso anche in frammenti conchigliari di molluschi marini e lagunari, a testimonianza della continua interazione tra ambiente marino-salmastro e fluviale.

Il secondo e più importante orizzonte acquifero dell'area è costituito dalle "Arenarie di Pirri" formazione nella quale è stato scavato o trivellato il maggior numero di pozzi per usi idropotabili. L'acquifero delle arenarie poggia sul substrato impermeabile delle "argille del Fangario" con una potenza massima, accertata a S. Benedetto, pari a 175 m. La zona di ricarica di tale falda, la cui conformazione originaria è alquanto perturbata dalle opere artificiali, fognature, cavidotti, ecc. connesse alla forte urbanizzazione dell'area, si presume si trovi a nord della città, mentre, in conseguenza della diminuzione degli apporti meteorici a causa delle opere di urbanizzazione eseguite, non si esclude la possibilità di una alimentazione locale dovuta a perdite nella rete idrica. Lo sfruttamento delle acque delle "Arenarie di Pirri", è esteso a tutto il Campidano e in special modo al versante orientale (Figura 6).

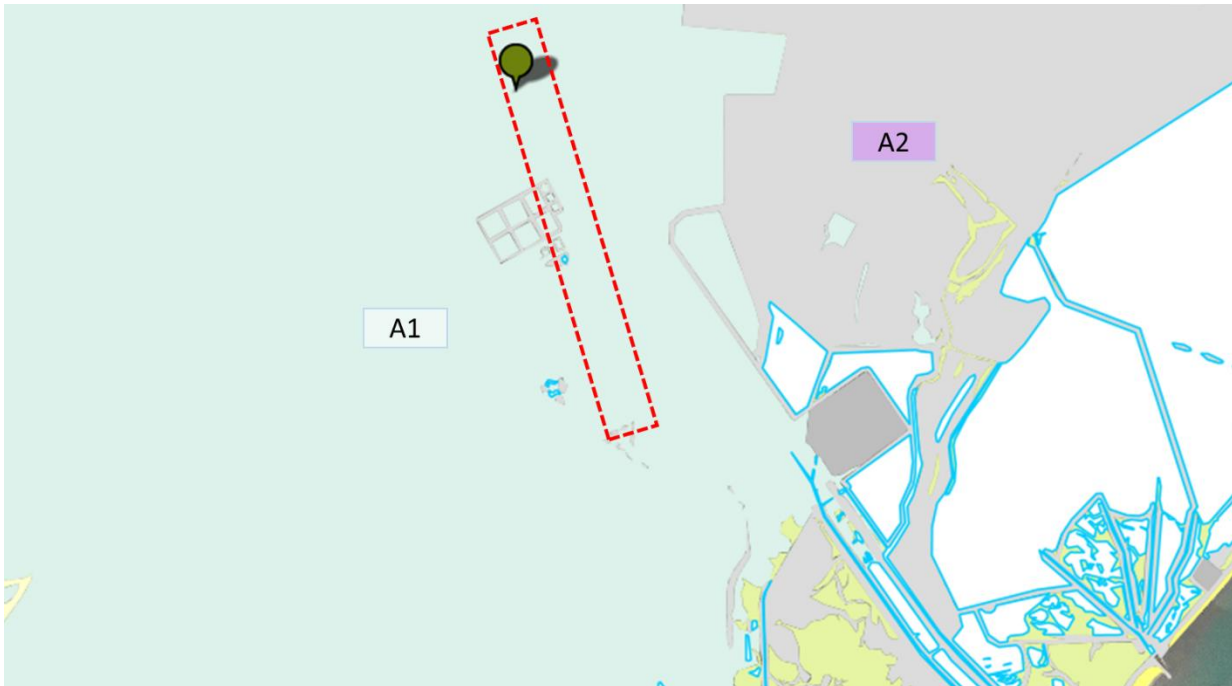


**Figura 6** Stralcio della Carta Geologica d'Italia relativa all'area di intervento (rettangolo in celeste tratteggiato).  
L'immagine è tratta dal Geoportale nazionale

PROGETTAZIONE ATI:

### Litologia

In base alla Carta litologica della Sardegna (scala 1:2500) l'area di intervento risulta localizzata all'interno dell'unità costituita da depositi terrigeni continentali di conoide e piana alluvionale (ghiaie, sabbie, limi, argille, conglomerati, arenarie, siltiti e peliti). In contatto Depositi terrigeni antropici (saline, valsche di salificazione, aree di rispetto lagunare, discariche) (Figura 7).



### **Legenda**

- A1** Detriti, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali (Olocene)
- A2** Detriti, alluvioni terrazzate, fluviolacustri e fluvioglaciali (Pleistocene)

**Figura 7 Stralcio della Carta Geologica d'Italia relativa all'area di intervento (rettangolo in celeste tratteggiato). L'immagine è tratta da Sardegna Geoportale**

### Idrografia

L'attuale sistema idrografico è il risultato di una serie di interventi, eseguiti in tempi diversi ad opera dell'uomo sui corsi d'acqua principali, che hanno modificato il sistema naturale originariamente costituito da un'area stagnale separata dal mare dal cordone dunale di La Plaia.

Attualmente, il sistema è dominato dalla presenza di tre grandi bacini: lo stagno di Cagliari, lo stagno di Capoterra- Santa Lucia e le vasche di evaporazione e di cristallizzazione delle Saline di Macchiareddu.

Gli apporti fluviali principali provengono dal Rio di Santa Lucia, Rio Cixerri, Rio Flumini Mannu, Rio Sa Nuxedda, Rio Giacu Meloni, Rio sa Murta, Rio di Sestu e Rio del Fangario. In particolare il Rio Flumini Mannu e il Rio Cixerri un tempo suo affluente, artificialmente separato in prossimità dello sbocco, apportano alla laguna grandi quantità di materiali che si distribuiscono e depositano su fondali della stessa.

Il Rio Flumini Mannu, maggior tributario dello stagno di Santa Gilla, è il corso d'acqua principale che nasce a circa 800 metri di quota nell'agro di Laconi e drena estese regioni del Sarcidano, della Marmilla e della Trexenta per poi sfociare nel settore nord dello stagno di Cagliari. Il primo nome

PROGETTAZIONE ATI:

assunto dal fiume è quello di Rio di Sarcidano, cambia denominazione in Rio San Sebastiano, Rio Mannu ed infine, nei pressi di Isili, Rio Flumini Mannu.

Lo stagno di Capoterra-Santa Lucia, il più meridionale del complesso degli stagni costieri che interessano lo stagno di Cagliari, è interessato principalmente dall'apporto di acque del Rio Santa Lucia, corso d'acqua a regime torrentizio che raccoglie le acque di deflusso del versante orientale dei monti del Sulcis. Occupa una superficie complessiva di 70 ha, attualmente ridotto a causa del progressivo interrimento. La comunicazione con il mare avviene attraverso due bocche, protette da scogliere artificiali in prossimità del ponte Maramura.

Le saline di Macchiareddu, adiacenti alla zona industriale omonima, sono in parte di proprietà privata ed in parte demaniale. Gli afflussi sono assicurati da un'idrovora che preleva l'acqua dal mare in prossimità di Ponti Beccius. La salinità varia a seconda della zona e al periodo dell'anno, in funzione delle stagioni e degli apporti fluviali. Sulla riva ovest della laguna oltre all'impianto del trattamento del sale è presente un importante agglomerato industriale.

Nel settore meridionale del Campidano, nel quale rientra il bacino di Santa Gilla, l'acquifero di grande estensione è costituito dalle alluvioni quaternarie.

Nell'area in questione, sotto il profilo idrogeologico, tutte le formazioni quaternarie adiacenti alla laguna, posseggono un grado di permeabilità variabile da medio-basso a discreto, in virtù della loro composizione granulometrica e del grado di compattazione.

#### 4.2.3. VEGETAZIONE E USO DEL SOLO

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'interpretazione del paesaggio vegetale su base dinamica è stata restituita facendo riferimento alla Carta delle serie di vegetazione della Sardegna (Bacchetta *et al.*, 2009) di cui si riporta uno stralcio in Figura 8. Partendo come base da questo documento, si descriveranno in forma sintetica le formazioni mature, considerate come stadio stabile e finale delle serie di vegetazione e le cenosi di degradazione di tali formazioni che di norma hanno carattere maggiormente transitorio. In questo scritto, oltre alla descrizione fisionomica delle cenosi presenti, si farà riferimento anche alla classificazione fitosociologica quale elemento sintetico ed univoco riconosciuto ed usato in campo ecologico per designare la composizione floristica e l'ecologia delle comunità vegetali. (funzionale anche alla valutazione degli impatti).

La vegetazione forestale è pressoché assente e confinata nelle aree più marginali per morfologia e fertilità dei suoli. La parte meridionale del Campidano, all'interno della quale è inclusa l'area di intervento, è caratterizzata dalla potenzialità per la serie sarda calcifuga, termo-mediterranea della sughera, (*Galio scabri-Quercetum suberis*), serie in cui si trova localizzata l'area di intervento. Questa serie si sviluppa su substrati granitici della Sardegna orientale e centro-meridionale talvolta su metamorfiti ad altitudini comprese tra 200 e 550 m s.l.m., sempre in ambito bioclimatico Mediterraneo pluvistagionale oceanico, con condizioni termo ed ombrotipiche variabili dal termomediterraneo superiore subumido inferiore al mesomediterraneo inferiore subumido superiore.

La fisionomia dello stadio maturo è costituita da mesoboschi climatofili ed edafoxerofili a dominanza di *Quercus suber* con *Q. ilex*, *Viburnum tinus*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phillyrea latifolia*, *Myrtus communis* subsp. *communis*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*. Lo strato erbaceo è caratterizzato da un corteggio floristico termofilo al quale partecipano *Galium scabrum*, *Cyclamen repandum* e *Ruscus aculeatus*.

Stadi della serie: la vegetazione forestale è sostituita da:

- dense macchie alte arbustive a dominanza di *Arbutus unedo*, *Erica arborea* ed *Erica scoparia* riferibili all'associazione *Erica arborea-Arbutetum unedonis*. In genere queste macchie hanno uno scarsissimo contenuto di specie erbacee, ed il loro valore naturalistico è piuttosto basso, a causa della loro povertà floristica e dell'alta instabilità causata dal periodico ripetersi di cause di disturbo (tagli, incendi, pascolo);

PROGETTAZIONE ATI:

- garighe a *Cistus monspeliensis* e *C. salvifolius* delle classi Cisto-Lavanduletea e Rosmarinetea;
- prati stabili emicriptofitici a *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica* e *Brachypodium retusum* della classe Poetea bulbosae;
- pratelli terofitici riferibili alla classe Tuberarietea guttatae.

In contatto catenale con il *Galio scabri-Quercetum suberis* si rinviene il geosigmeto sardo, alofilo, termomediterraneo delle aree salmastre, degli stagni e delle lagune costiere (*Ruppietea*, *Thero-Suaedetea*, *Saginetea maritima*, *Salicorniotea fruticosae*, *Juncetea maritimi*, *Phragmito-Magnocaricetea*). Si tratta di un mosaico composto da diverse comunità acquatiche alofile che si alternano/avvicinano in dipendenza del livello dell'acqua e della salinità. Nello specifico si tratta di:

- piante cormofitiche radicate e briofite, perenni, alofile che si sviluppano in stagni salmastri costieri e continentali, temporanei e permanenti, e nelle lagune. (*Ruppietea*) 1150\*: Lagune costiere;
- vegetazione pioniera di salicornie annuali, litorale o continentale delle paludi salmastre temporaneamente inondate e delle saline (*Thero-Suaedetea*);
- comunità terofitiche, alofile e subalofile che si localizzano in zone interne e costiere, prevalentemente in macrobioclima temperato, anche nella variante submediterranea su substrati argillosi o argilloso-sabbiosi. (*Saginetea maritima*);
- comunità mediterranee dominate da giunchi che si rinvergono nelle depressioni lungamente inondate da acque salmastre nelle bordure degli stagni lagunari su substrati da sabbioso-limosi a limoso-sabbiosi. Il livello dell'acqua e della sua salinità possono variare in rapporto alla posizione topografica e al disseccamento estivo (*Juncetea maritimi*);
- comunità perenni elofitiche che colonizzano ambienti paludosi, lacustri e fluviali, su suoli da eutrofici a meso-oligotrofici, di acque dolci e salmastre (*Phragmito-Magnocaricetea*).

Nelle alture situate ad ovest dell'area di intervento si sviluppa un ulteriore tipo di vegetazione zonale inquadrata nella serie sarda calcifuga termomediterranea del leccio (*Pyro spinosae-Quercetum ilicis*) presente su substrati argillosi a matrice mista calcicola-silicicola sempre in bioclima Mediterraneo pluvistagionale oceanico, piano fitoclimatico termomediterraneo con ombrotipi da secco inferiore a subumido inferiore.

Lo stadio maturo è rappresentato da microboschi climatofili sempreverdi a *Quercus ilex* e *Quercus suber* a cui si accompagnano nello strato arbustivo alcune caducifoglie come *Pyrus spinosa*, *Prunus spinosa* e *Crataegus monogyna*, oltre ad entità termofile come *Myrtus communis* subsp. *communis*, *Pistacia lentiscus* e *Rhamnus alaternus*, *Clematis cirrhosa* e *Smilax aspera*. Nello strato erbaceo le specie più abbondanti sono *Arisarum vulgare*, *Arum italicum* e *Brachypodium retusum*.

#### Stadi della serie

Le formazioni di sostituzione sono rappresentate da arbusteti densi, di taglia elevata, a *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *Pyrus spinosa*, *Crataegus monogyna*, *Myrtus communis* subsp. *communis* (associazione *Crataego monogynae-Pistacietum lentisci*) e da praterie emicriptofitiche e geofitiche, a fioritura autunnale, a *Bellis sylvestris*, *Ambrosinia bassii* e *Anemone hortensis* (associazione *Scillo obtusifoliae-Bellidetum sylvestris*). Infine, in corrispondenza delle cenosi ripariali che si insediano prevalentemente lungo il corso medio e inferiore dei corsi d'acqua della regione bioclimatica mediterranea su substrati di natura acida riferibili si identifica il Geosigmeto descritto dalle alleanze *Nerio oleandri-Salicion purpureae*, *Rubio ulmifolii-Nerion oleandrii*, *Hyperico hircini-Alnenion glutinosae* (Figura 8).

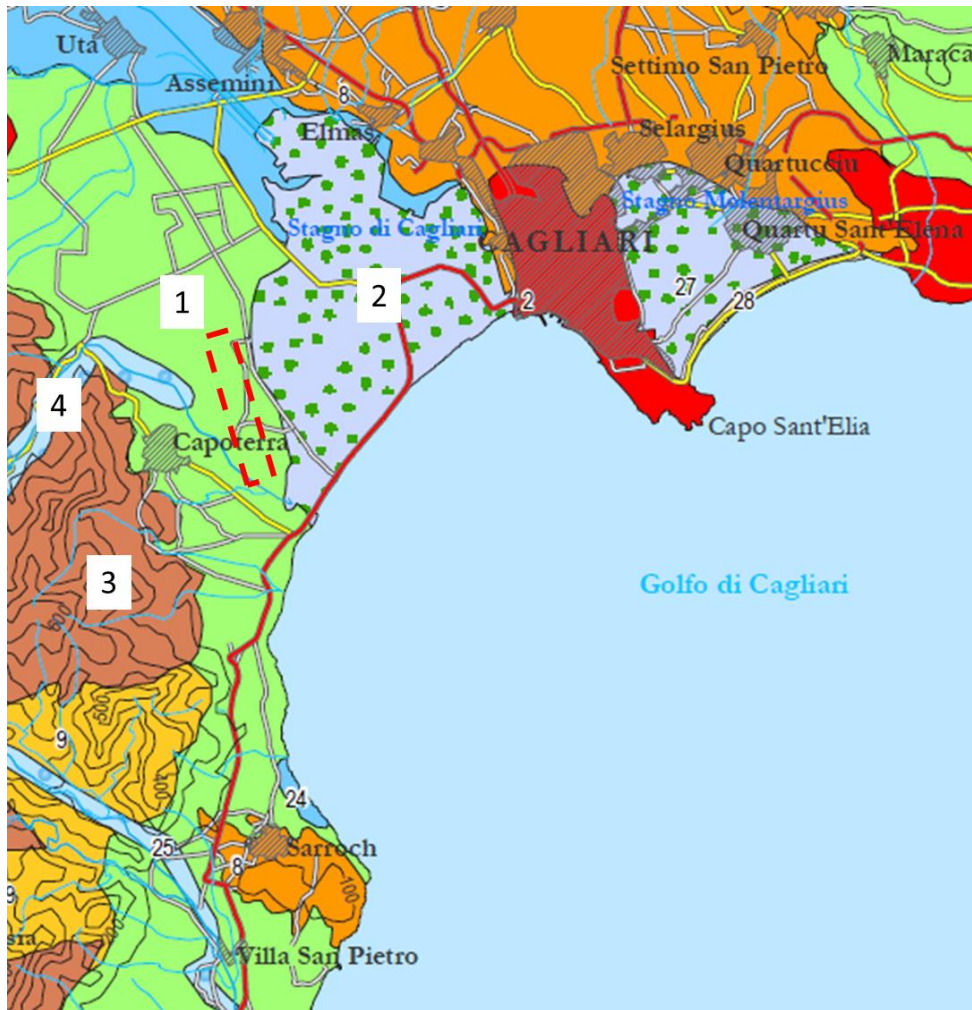


Figura 8 Stralcio della Carta delle serie di vegetazione della Regione Sardegna relativa all'area di intervento (rettangolo tratteggiato in rosso). Con il numero 1 in campitura bianca si indica la serie della sughera (*Galio scabri-Quercetum suberis*); con 2 il geosigmeto sardo, alofilo, termomediterraneo delle aree salmastre, degli stagni e delle lagune costiere; con 3 la serie del leccio (*Pyro spinosae-Quercetum ilicis*); con 4 il Geosigmeto delle cenosi ripariali

#### 4.2.4. COMUNITÀ VEGETALI, HABITAT E SPECIE FLORISTICHE RINVENUTE NELL'AREA DI INTERVENTO

La descrizione delle comunità vegetali si basa principalmente sulle specie fisionomiche presenti e rilevabili nell'epoca richiesta per la stesura di questo elaborato. Quando possibile, si è fatto uso anche dell'inquadramento fitosociologico a livello di associazione, prendendo come riferimento la cenologia di ambienti ecologici e fitogeograficamente simili.

La definizione dei diversi habitat è stata eseguita tramite l'individuazione delle comunità vegetali, secondo quanto previsto nel Manuale di interpretazione degli Habitat Comunitari (EUROPEAN COMMISSION, 2007) e il Manuale di Interpretazione degli habitat italiani, consultabile *on line*.

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.

PROGETTAZIONE ATI:

### 1. Comunità alofile a *Halopeplis amplexicaulis* (Vahl) Ces., Pass. & Gibelli

Le comunità a *Halopeplis amplexicaulis* si sviluppano in aree contraddistinte da un carattere spiccatamente alofilo, xerofilo, in cui a brevi periodi di sommersione si alternano fasi di elevata xericità estiva che porta il suolo a fessurarsi diffusamente. Si tratta di comunità paucispecifiche composte in prevalenza da piante a ciclo fruttificante nel periodo estivo-autunnale rappresentate in forma dominante da terofite succulente. La composizione floristica, oltre a *Halopeplis amplexicaulis*, annovera *Parapholis incurva* (L.) C.E. Hubb., *Frankenia pulverulenta* L. subsp. *pulverulenta*, *Sarcocornia perennis* (Mill.) Scott, *Suaeda vera* J.F. Gmel. e *Hordeum marinum* Huds. Sebbene l'epoca del rilevamento non sia stata idonea per un completo censimento delle specie si avanza l'ipotesi che, così come descritta, la fitocenosi che ospita *H. amplexicaulis* può ascrivere alla associazione Halopeplidetum amplexicaulis Burrollet 1927 della classe Thero-salicornietea Tüxen in Tüxen & Oberdorfer ex Géhu & Géhu-Franck 1984.

Tale associazione risulta già individuata nel 2009 da De Matris e Serri per il Parco Naturale Regionale Molentargius-Saline dove si sviluppa nelle passerelle e negli argini argillosi delle caselle salanti dove è presente uno strato superficiale di NaCl.

In relazione alla Direttiva 92/43/CE questa fitocenosi può assimilarsi all'Habitat prioritario 1510\* - Steppe salate mediterranee (Limonietalia).

Le aree occupate dalle comunità a *Halopeplis amplexicaulis*, di forma e dimensioni variabili, trovandosi rispetto alle zone limitrofe ad una quota di pochi centimetri più bassa, vengono inondate periodicamente nel periodo invernale. Di contro, le restanti aree circostanti sono tappezzate da una intensa vegetazione alofila a dominanza di *Halimione portulacoides* (L.) Aellen, *Sarcocornia fruticosa* (L.) L., *Salicornia perennis* Mill., *Limonium narbonense* Mill., *Triglochin barleri* Loisel., *Hordeum marinum* Huds., *Suaeda vera* J.F. Gmel., che risultano però escluse dall'area di intervento. Queste fitocenosi sono ascrivibili, prevalentemente, alla classe Sarcocornietea fruticosae Br.-Bl. & R. Tx. ex A. & O. Bolòs 1950 e all'habitat (sensu Direttiva 92/43/CE) 1420 - Praterie e fruticeti alofili mediterranei e termo-atlantici (Sarcocornietea fruticosi).

Queste cenosi sono in contatto catenale con le praterie emicriptofitiche dell'ordine Juncetalia maritimi dell'habitat 1410 "Pascoli inondatai mediterranei (Juncetalia maritimi) di cui si riportano alcune specie presenti: *Juncus maritimus* Lam., *Juncus acutus* L. subsp. *acutus*, *Plantago crassifolia* Forssk., *Limbardia crithmoides* (L.) Dumort. subsp. *crithmoides*, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud., *Halimione portulacoides* (L.) Aellen, *Limonium narbonense* Mill. della classe Juncetalia maritimi Br. Bl. in Br.-Bl., Roussine et Nègre 1952

### 2. Comunità alofile a *Arthrocnemum glaucum* (Delile) Ung.-Sternb.

Si tratta di una vegetazione subalofila a dominanza di *Arthrocnemum glaucum* (= *Arthrocnemum macrostachyum* (Moric.) Moris) tipica degli stagni temporanei caratterizzati da un certo tenore di salinità del suolo e soggetti a periodico essiccamento in estate. Nell'area di intervento si localizza in una stretta fascia periferica compressa tra le caselle salanti e la sede stradale. Sotto il profilo floristico la fisionomia di questa cenosi è conferita da *Arthrocnemum glaucum* e *Juncus subulatus* Forssk. ed in subordine da *Salicornia emerici* Duval-Jouve, *Spergularia salina* J. & C. Presl, *Sonchus tenerrimus* L. e *Centaureum erythraea* Rafn subsp. *erythraea*. Questa specifica composizione floristica lascerebbe presagire la presenza dell'associazione Arthrocnemo-Juncetum subulati Brullo & Furnari 1976 descritta in Sardegna sia per il Parco Naturale Regionale Molentargius-Saline da De Matris e Serri nel 2009 che per il Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena da Biondi e Bagella nel 2005. Questa comunità vegetale è ascrivibile alla classe Sarcocornietea fruticosae Br.-Bl. & R. Tx. ex A. & O. Bolòs 1950 e all'habitat non prioritario (sensu Direttiva 92/43/CE) 1420 - Praterie e fruticeti alofili mediterranei e termo-atlantici (Sarcocornietea fruticosi).

### 3. Comunità di erbe perenni a *Oryzopsis miliacea* e *Inula viscosa*

Si tratta di comunità subalofile lontane dai corpi di acqua salina e non legate alla falda acquifera, presenti su substrati asciutti in ambienti ruderali. Si presentano come praterie perenni emicriptofite e

PROGETTAZIONE ATI:

nanofanerofite a dominanza di *Dittrichia viscosa* e *Oryzopsis miliacea* cui si associano *Foeniculum vulgare* subsp. *piperitum*. Nell'area esaminata si rinviene in corrispondenza dei margini stradali, continuamente perturbati dove rappresenta uno dei primi stadi di colonizzazione della vegetazione. Dal punto di vista fitosociologico la combinazione floristica fa ipotizzare alla presenza dell'associazione *Inula viscosae-Oryzopsietum miliaceae* frequente in corrispondenza dei margini stradali nel settore mediterraneo occidentale sottoposto a fitoclima termomediterraneo. Questa comunità vegetale non è ascrivibile ad alcun habitat di Direttiva 92/43/CE.

#### 4. Comunità a *Cistus salvifolius* e *Halimium halimifolium*

Questo habitat viene identificato da formazioni a prevalenza di nanofanerofite silicicole a dominanza di *Cistus salvifolius* e *Halimium halimifolium* (L.) Willk. che si stabiliscono sui sistemi dunari. Nonostante la scarsità assoluta d'informazioni (il Manuale d'interpretazione degli Habitat Comunitari, versione 2003, non indica neanche le specie di riferimento), in Sardegna settentrionale è possibile riferirlo alle comunità dell'associazione *Cisto salvifolii-Halimietum halimifolii*. Questo habitat è dipendente dall'azione dell'uomo, in particolare dall'uso del fuoco.

Habitat (sensu Direttiva 92/43/CE): a questa comunità vegetale non è associato alcun Habitat.

#### 5. Comunità nanofanerofitiche a *Atriplex halimus* e *Artemisia arborescens*

Comunità nanofanerofitiche a carattere pioniero che colonizzano le aree ruderali. La fisionomia è conferita da *Atriplex halimus* L. e *Artemisia arborescens* (Vaill.) L. che danno luogo all'associazione *Atriplici halimi-Artemisietum arborescentis*, riconosciuta per la Sardegna settentrionale e per quella meridionale comprese le aree limitrofe allo stagno di Santa Gilla (Mossa e Biondi, 1992).

Habitat (sensu Direttiva 92/43/CE): a questa comunità vegetale non è associato alcun Habitat.

#### 6. Comunità pioniere a *Dittrichia viscosa* e *Oloptum miliaceum*

Comprende una vegetazione diffusa in tutto il bacino del Mediterraneo centro-occidentale caratterizzata da cespugli di *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter subsp. *viscosa* (= *Inula viscosa* (L.) Aiton) e *Oloptum miliaceum* (L.) Röser & H.R. Hamasha (= *Oryzopsis miliacea* (L.) Asch. & Schweinf.) a cui si accompagnano *Dactylis hispanica*, *Avena sterilis*, *Chrysanthemum coronarium* e *Reseda alba*. Nelle aree osservate si rinviene nelle aree di accumulo dei detriti e lungo il margine stradale. Associazione di riferimento: *Inula viscosae-Oryzopsietum miliaceae*.

Habitat (sensu Direttiva 92/43/CE): a questa comunità vegetale non è associato alcun Habitat.

#### 7. Comunità a *Atriplex halimus* e *Artemisia arborescens*

Le aree su morfologie alterate o laddove si sono accumulati rifiuti di ogni genere sono state diffusamente colonizzate da una vegetazione che vede tra le specie più attive in questo processo *Atriplex halimus* e *Artemisia arborescens* a formare una densa struttura vegetale. Queste formazioni si rinvengono in diverse fasce prossime alla sede stradale comunque nei settori lontani dallo stagno di Santa Gilla. La composizione floristica di questa comunità annovera la presenza di sporadici cespugli a *Pistacia lentiscus* a cui si aggiungono *Daucus carota*, *Inula viscosa* e *Thymelaea hirsuta*. Quando ci si avvicina allo stagno, aumenta la salinità del suolo e progressivamente *Artemisia arborescens* scompare mentre diventa sempre più cospicua la presenza di *Suaeda vera*. L'inquadramento fitosociologico di queste comunità vegetali può essere riferito all'associazione *Atriplici halimi-Artemisietum arborescentis* Biondi 1988

Habitat (sensu Direttiva 92/43/CE): a questa comunità vegetale non è associato alcun Habitat.

#### 8. Comunità forestali a *Quercus ilex* L.

Le leccete dei substrati granitici sono caratterizzati dalla dominanza del leccio (*Quercus ilex*) ed inclusi nella associazione *Prasio majoris-Quercetum ilicis* Bacchetta, Bagella, Biondi, Farris, Filigheddu & Mossa 2004 include le leccete della Sardegna che si sviluppano nei piani bioclimatici con termotipi termomediterraneo e mesomediterraneo, su substrati di natura differente. Comunità



forestali endemiche del settore sardo-corso, dominate da specie sempreverdi, sclerofille (*Quercus ilex*, *Q. suber* o *Olea europaea* var. *sylvestris*) o laurifille (*Laurus nobilis*), o da semidecidue (*Quercus virgiliana*), ma con un ricco contingente di sempreverdi. Le leccete sono le cenosi con la maggiore ampiezza ecologica, si ritrovano, infatti, su un'ampia varietà di substrati, dal livello del mare fino a 1100 metri di quota, sia nella variante submediterranea del macrobioclima temperato che nel macrobioclima mediterraneo, nei piani bioclimatici con termotipo mesotemperato o supratemperato e ombrotipo umido, e con termotipi da termomediterraneo a supramediterraneo e ombrotipi da secco a umido.

Habitat (sensu Direttiva 92/43/CE): In relazione alla Direttiva 92/43/CE questa fitocenosi può assimilarsi all'Habitat 9340 (Foreste di *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia*)

#### 4.2.5. LA CARTA DELLA VEGETAZIONE REALE

La procedura per la realizzazione della Carta della vegetazione reale/Usa del suolo (**Figura 9**) si è basata inizialmente sulla poligonazione ed i contenuti informativi della Carta della Natura (CdN) della Regione Sardegna: carta degli habitat alla scala 1:50.000 (anno 2011).

Le classi 15.1, 16.22, 21, 34.81, 89 che mostravano una relazione con le comunità vegetali rilevate nell'area di intervento, sono state rinominate in base ai loro caratteri fisionomico-strutturali ed alla loro caratterizzazione fitosociologica. Si specifica che questa operazione è stata focalizzata alle sole comunità presenti nel buffer scelto ai fini di evidenziare le possibili interferenze dell'opera di ampliamento stradale con la vegetazione reale. Non sono state considerate alcune comunità vegetali (es. Boschi a *Quercus ilex*) la cui distanza dall'area di intervento le escludeva a priori da qualsiasi interferenza. La tabella seguente mostra nello specifico la riattribuzione operata.

CODICE CdN	DENOMINAZIONE TIPOLOGIA	HABITAT di DIRETTIVA 43/92
15.1	Comunità nanofanerofitiche a <i>Atriplex halimus</i> e <i>Artemisia arborescens</i>	-
15.5	Formazioni delle paludi salmastre a dominanza di <i>Juncus</i> sp. pl.	1410 "Pascoli inondati mediterranei ( <i>Juncetalia maritimi</i> )
16.22	Comunità a <i>Cistus salvifolius</i> e <i>Halimium halimifolium</i>	-
21	Comunità alofile a <i>Halopeplis amplexicaulis</i> ; Comunità alofile a <i>Arthrocnemum glaucum</i>	1510* - Steppe salate mediterranee ( <i>Limonietalia</i> ); 1410 "Pascoli inondati mediterranei ( <i>Juncetalia maritimi</i> )
34.81	Comunità di erbe perenni a <i>Oryzopsis miliacea</i> e <i>Inula viscosa</i> ; Comunità pioniera a <i>Dittrichia viscosa</i> e <i>Oloptum miliaceum</i> ; Comunità a <i>Atriplex halimus</i> e <i>Artemisia arborescens</i>	-

**Figura 9** Carta della Vegetazione reale

#### 4.2.6. USO DEL SUOLO

In merito all'uso del suolo, all'interno di un'area di 5km, comprendente il sito di intervento, è stata svolta un'analisi per individuare e quantificare le categorie principali di uso del suolo del territorio interessato dal progetto. Dall'analisi si evince che tra le categorie individuate, emerge un'estesa copertura delle tipologie 2 (superfici agricole) e 4 (zone umide). La categoria prevalente è rappresentata da seminativi semplici e colture orticole a pieno campo ed è seguita dalle saline e dalle paludi salmastre (**Figura 10**) e (**Tabella 2**).

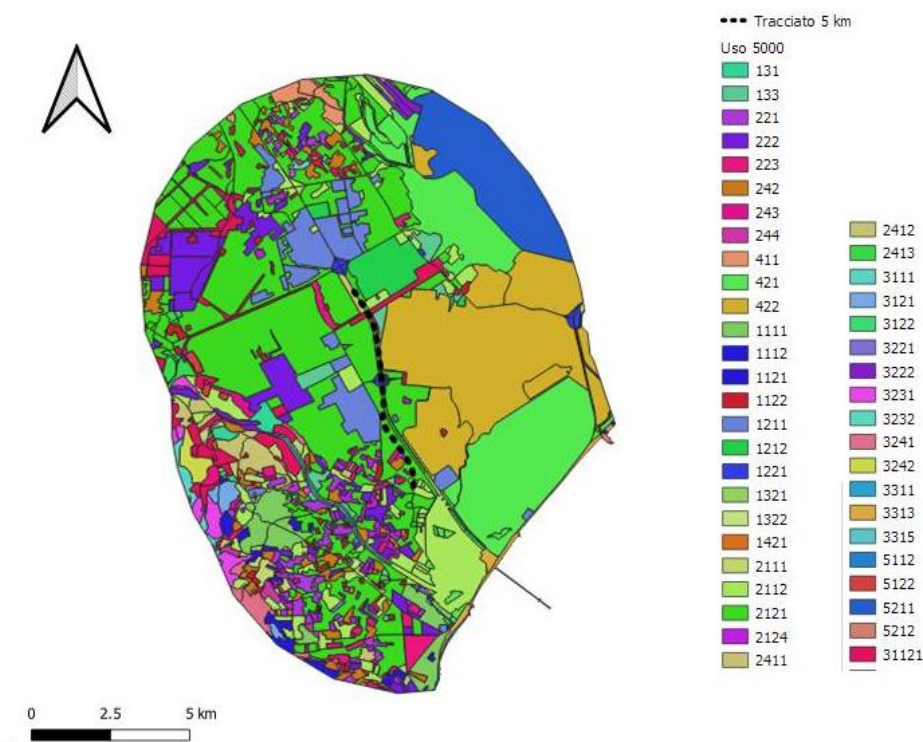


Figura 10 Carta della copertura della vegetazione/uso del suolo realizzata in un buffer di 2000 m. Le categorie di uso del suolo fanno riferimento alla legenda Corine Land Cover standardizzata a livello europeo, al III - IV livello di dettaglio (Dal sito MATTM)

Tabella 2 Quadro riassuntivo delle categorie di uso del suolo presenti nel territorio interessato dal progetto in un buffer di 5000 m, loro estensione e copertura percentuale di ciascuna di esse. Le categorie di uso del suolo fanno riferimento alla legenda Corine Land Cover standardizzata a livello europeo, al III - IV livello di dettaglio (Dal sito MATTM)

Categorie Uso del suolo	Area In ha	%
1111 TESSUTO RESIDENZIALE COMPATTO E DENSO	259.44	2.09
1112 TESSUTO RESIDENZIALE RADO	55.87	0.45
1121 TESSUTO RESIDENZIALE RADO E NUCLEIFORME	40.49	0.33
1122 FABBRICATI RURALI	95.85	0.77
1211 INSEDIAMENTI INDUSTRIALI/ARTIG. E COMM. E SPAZI ANNESSI	497.60	4.01
1212 INSEDIAMENTO DI GRADI IMPIANTI DI SERVIZI	189.20	1.53
1221 RETI STRADALI E SPAZI ACCESSORI	43.56	0.35
131 AREE ESTRATTIVE	41.66	0.34
1321 DISCARICHE	1.53	0.01
1322 DEPOSITI DI ROTTAMI A CIELO APERTO, CIMITERI DI AUTOVEICOLI	4.73	0.04
133 CANTIERI	122.31	0.99
1421 AREE RICREATIVE E SPORTIVE	20.12	0.16
2111 SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	71.65	0.58
2112 PRATI ARTIFICIALI	401.36	3.24
2112 PRATI ARTIFICIALI	794.96	6.41

PROGETTAZIONE ATI:

<b>2121 SEMINATIVI SEMPLICI E COLTURE ORTICOLE A PIENO CAMPO</b>	<b>2993.52</b>	<b>24.14</b>
2124 COLTURA IN SERRA	111.09	0.90
221 VIGNETI	200.19	1.61
222 FRUTTETI E FRUTTI MINORI	538.24	4.34
223 OLIVETTI	182.98	1.48
2411 COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE ALL'OLIVO	154.20	1.24
2412 COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AL VIGNETO	9.19	0.07
2413 COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AD ALTRE COLTURE PERMANENTI	51.29	0.41
242 SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	244.07	1.97
243 AREE PREV. OCCUPATE DA COLTURA AGRARIE CON PRESENZA DI SPAZI NATURALI IMPORTANTI	23.22	0.19
244 AREE AGROFORESTALI	26.39	0.21
3111 BOSCO DI LATIFOGLIE	37.34	0.30
31121 PIOPPETI, SALICETI, EUCALITTETI ECC. ANCHE IN FORMAZIONI MISTE	391.18	3.15
3121 BOSCO DI CONIFERE	41.04	0.33
3122 ARBORICOLTURA CON ESSENZE FORESTALI DI CONIFERE	4.92	0.04
3221 CESPUGLIETI ED ARBUSTETI	5.26	0.04
3222 FORMAZIONI DI RIPA NON ARBOREE	67.43	0.54
3231 MACCHIA MEDITERRANEA	95.90	0.77
3232 GARIGA	8.29	0.07
3241 AREE A RICOLONIZZAZIONE NATURALE	84.89	0.68
3311 SPIAGGE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	6.21	0.05
3313 AREE DUNALI COPERTE DA VEGETAZIONE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	55.71	0.45
3315 LETTI DI TORRENTI DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	43.21	0.35
411 PALUDI INTERNE	80.82	0.65
<b>421 PALUDI SALMASTRE</b>	<b>2085.33</b>	<b>16.82</b>
<b>422 SALINE</b>	<b>1594.18</b>	<b>12.86</b>
5122 BACINI ARTIFICIALI	33.05	0.27
5211 LAGUNE, LAGHI E STAGNE COSTIERI A PRODUZIONE ITTICA NATURALE	587.76	4.74
5212 ACQUACOLTURE IN LAGUNE, LAGHI E STAGNI COSTIERI	3.11	0.03
1111 TESSUTO RESIDENZIALE COMPATTO E DENSO	259.44	2.09
	<b>12400.32708</b>	<b>100%</b>

A titolo esplicativo di quanto sopra commentato, si mostra un grafico (**Figura 11****Figura 10**) con le percentuali che sono state riportate in tabella, relative ad ogni classe di uso del suolo del territorio indagato.

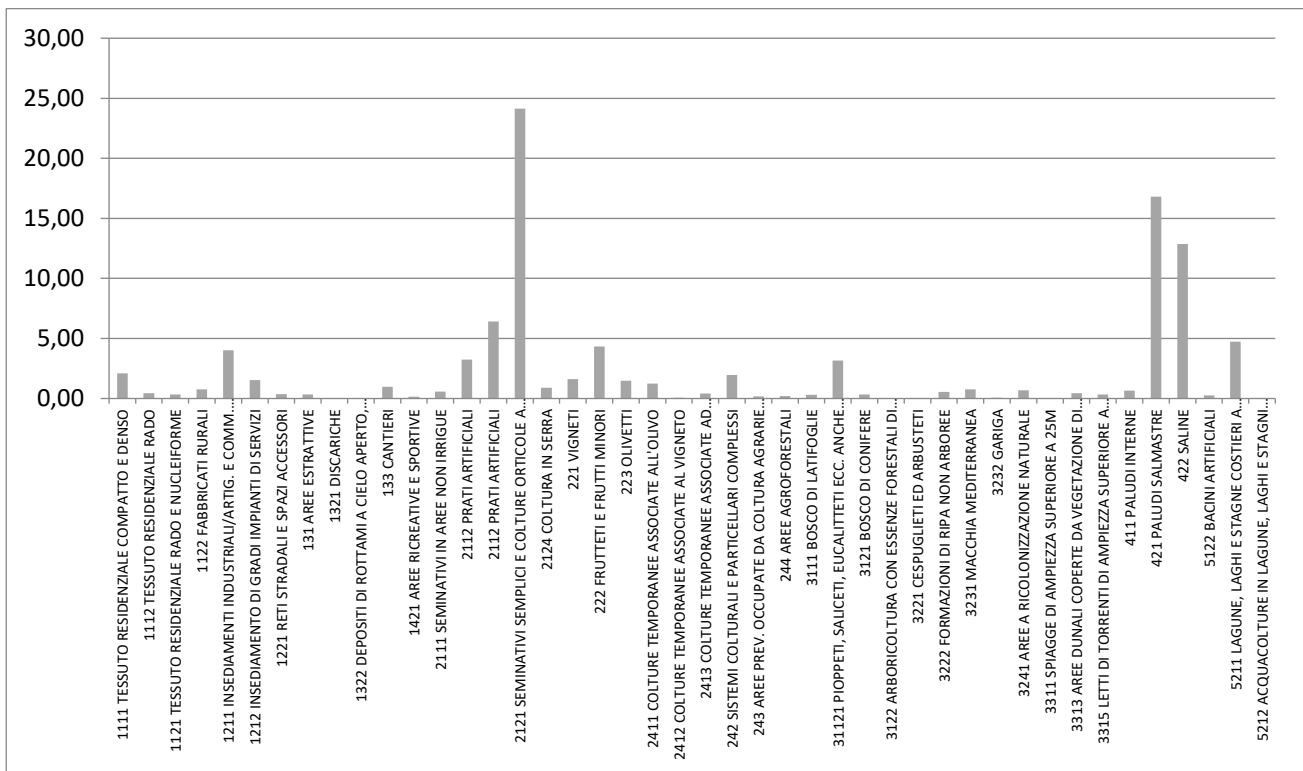
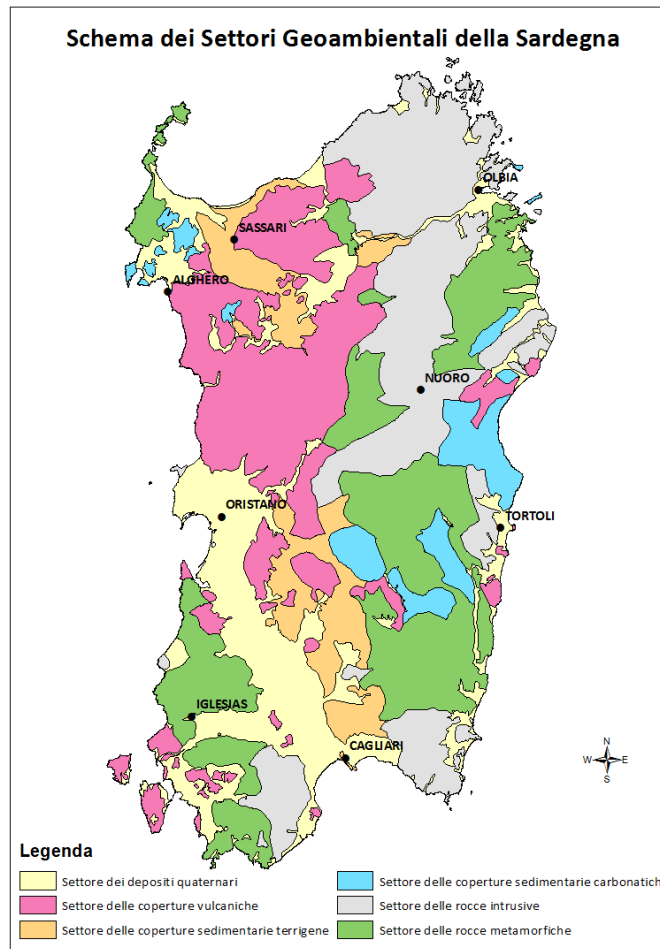


Figura 11 Grafico mostrante le percentuali di copertura del suolo riportate in Tabella 2: tra le diverse classi di uso del suolo, spicca la grande percentuale dei seminativi semplici e colture orticole a pieno campo.

#### 4.2.7. LA CARTA DELLE UNITÀ ECOSISTEMICHE E DELLE RETI ECOLOGICHE

La Carta delle unità Ecosistemiche e delle reti ecologiche viene proposta come strumento di descrizione e di valutazione delle condizioni e delle potenzialità ecosistemiche per il supporto della biodiversità, individuabili in contesti territoriali a scala diversa. La realizzazione di una Carta delle unità ecosistemiche e delle reti ecologiche prevede il riferimento e l'individuazione di unità ambientali costruite secondo una logica di classificazione gerarchica del paesaggio secondo la metodologia proposta da Blasi et al. (2000). In ogni unità ambientale è presente un unico tipo di vegetazione naturale potenziale (VNP) e un'unica serie ad essa dinamicamente collegata, cui sono associati usi prevalenti. Dal momento che il fitoclima nell'area indagata risulta costante, la variabile fondamentale nel determinare l'eterogeneità ambientale è la geomorfologia. I tematismi utilizzati, su base prevalentemente litologica, riguardano quello dei "settori geoambientali"; ciascuno di essi racchiude un mosaico caratteristico di elementi geologici, fisiografici, di copertura e di uso del suolo (Figura 12).



**Figura 12 Carta dei Settori Geoambientali**

La perimetrazione di tali settori è stata ricavata dai limiti dei Tipi e delle Unità di Paesaggio presenti nella Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi Italiani alla scala 1:250.000 (ISPRA, 2003) che sintetizza a scala nazionale gli elementi fisici del territorio distintivi dei paesaggi: il dato litologico è stato associato ai principali lineamenti morfologici, alla copertura vegetazionale e all'uso del suolo prevalente.

Di seguito si fornisce il prospetto sintetico che riunisce le componenti fisiche e della vegetazione per ciascuna unità ecosistemica.

PROGETTAZIONE ATI:

SIGLA	NOME	DESCRIZIONE	SERIE DI VEGETAZIONE
PA	Pianura aperta	<p>Descrizione sintetica: area pianeggiante, sub-pianeggiante o ondulata caratterizzata da uno sviluppo esteso, a geometria variabile, non limitato all'interno di una valle.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Altimetria: da poche decine di metri a circa 400 m.</li> <li>- Energia del rilievo: bassa.</li> <li>- Litotipi principali: argille, limi, sabbie, arenarie, ghiaie, conglomerati, travertini.</li> <li>- Reticolo idrografico: molto sviluppato, parallelo e sub-parallelo, meandriforme, canalizzato.</li> <li>- Componenti fisico-morfologiche: terrazzi alluvionali, corsi d'acqua, argini, aree golenali, laghi-stagni-paludi di meandro e di esondazione, plateaux di travertino. In subordine: aree di bonifica, conoidi alluvionali piatte, delta emersi, piccole e basse colline.</li> <li>- Copertura del suolo: territori agricoli, zone urbanizzate, strutture antropiche grandi e/o diffuse (industriali, commerciali, estrattive, cantieri, discariche, reti di comunicazione), zone umide.</li> </ul>	
PC	Pianura costiera	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descrizione sintetica: area pianeggiante o sub-pianeggiante, delimitata da una linea di costa bassa e/o alta, in genere allungata parallelamente ad essa.</li> <li>- Altimetria: le quote non superano il centinaio di metri.</li> <li>- Energia del rilievo: bassa.</li> <li>- Litotipi principali: argille, limi, sabbie, arenarie, ghiaie, conglomerati.</li> <li>- Reticolo idrografico: parallelo e sub-parallelo, meandriforme, canalizzato.</li> <li>- Componenti fisico-morfologiche: linea di riva, spiaggia, duna, retroduna, lago-stagno-palude costiera, duna fossile, delta fluviale emerso, terrazzo marino. In subordine: canale, area di bonifica, piana, terrazzo e conoide alluvionale piatta.</li> <li>- Copertura del suolo prevalente: territori agricoli, zone urbanizzate, strutture antropiche grandi e/o diffuse (industriali, commerciali, estrattive, cantieri, discariche, reti di comunicazione), zone umide.</li> </ul>	

SIGLA	NOME	DESCRIZIONE	SERIE DI VEGETAZIONE
LA	Lagune	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descrizione sintetica: Aree lagunari e zone umide, caratterizzate da alternanza di terre emerse (anche periodicamente) e acque anche salmastre.</li> <li>La parte emersa è pianeggiante e le acque si insinuano attraverso essa formando una complessa articolazione di acque interne (canali, piccoli laghi, stagni, paludi, barene); le terre emerse si presentano in forma di isolotti; sottili cordoni litoranei separano l'area lagunare dal mare aperto; la comunicazione avviene attraverso bocche lagunari attive.</li> <li>- Altimetria: dal livello del mare a pochi metri sopra e al di sotto dello stesso</li> <li>- Litotipi principali: depositi fluviali; depositi sabbiosi di tipo litoraneo</li> <li>- Componenti fisico morfologiche: acque: canali, piccoli laghi, stagni, paludi, barene, bocche lagunari; terre emerse: isolotti, cordoni litoranei, dune;</li> <li>- Copertura del suolo prevalente: vegetazione spontanea, territori agricoli, strutture antropiche di difesa della costa, dighe verso laguna e/o a mare, idrovore; infrastrutture viarie e portuali; saline, centri abitati.</li> </ul>	
CG	Colline granitiche	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descrizione sintetica: rilievi collinari di litologia prevalentemente granitica, costituenti vaste porzioni della Sardegna.</li> <li>- Altimetria: dal livello del mare sino a un massimo di circa 900 metri.</li> <li>- Energia del rilievo: media, medio-alta.</li> <li>- Litotipi principali: graniti, granodioriti, leucograniti.</li> <li>- Reticolo idrografico: da sub-parallelo a dendritico.</li> <li>- Componenti fisico-morfologiche: crinali con creste sommitali, picchi rocciosi, localmente con crinali più convessi e morfologia mammellonare, versanti a medio-alta acclività, valli a "V" incise.</li> <li>- Copertura del suolo prevalente: boschiva, vegetazione erbacea e/o arbustiva (macchia mediterranea chiusa o aperta).</li> </ul>	

SIGLA	NOME	DESCRIZIONE	SERIE DI VEGETAZIONE
CT	Colline terrigene	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descrizione sintetica: rilievi collinari costituiti da litologie terrigene, con morfologia più o meno contrastata in relazione al grado di erodibilità dei terreni.</li> <li>- Altimetria: alcune centinaia di metri.</li> <li>- Energia del rilievo: media.</li> <li>- Litotipi principali: arenarie, argille, marne. In subordinate: calcareniti, conglomerati, evaporiti, complesso ofiolitifero.</li> <li>- Reticolo idrografico: dendritico e subdendritico, pinnato, meandriforme.</li> <li>- Componenti fisico-morfologiche: sommità arrotondate, creste, versanti ad acclività generalmente media, valli a "V" o a fondo piatto, fenomeni di instabilità di versante e di erosione accelerata, calanchi. In subordinate: terrazzi e piane alluvionali, conoidi.</li> <li>- Copertura del suolo prevalente: territori agricoli, boschi, vegetazione arbustiva e/o erbacea.</li> </ul>	

Al layer delle unità ambientali così ricavate sulla base della componente fisica del territorio, sono stati incrociati i contenuti già descritti in precedenza delle serie di vegetazione, dando così vita alla Carta degli ecosistemi e delle Reti ecologiche.

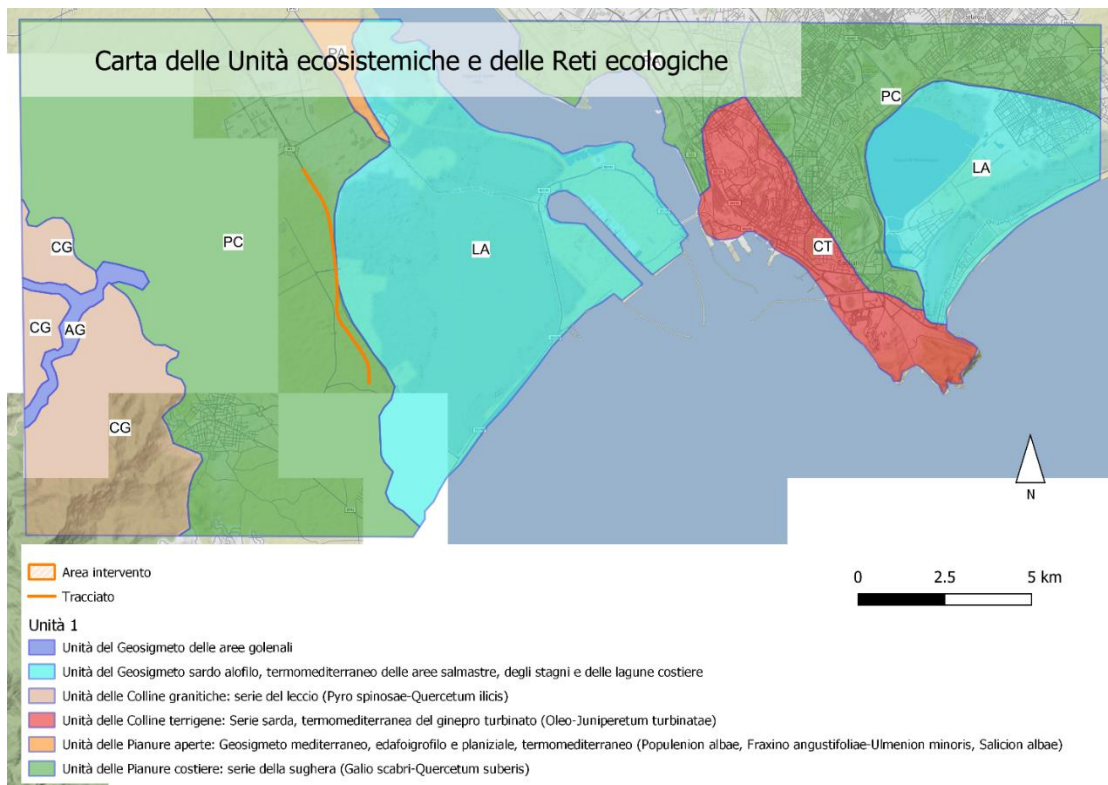


Figura 13 Carta delle Unità ecosistemiche e delle Reti ecologiche

PROGETTAZIONE ATI:



#### 4.2.8. FAUNA

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.

Nelle lagune mediterranee, dove l’apporto di acque continentali è molto ridotto e la salinità del mare non viene sensibilmente diluita, la riduzione del numero di specie lungo l’asse mare- terra è principalmente attribuita all’idrologia dei bacini ed alle proprietà del sedimento e solo in maniera secondaria alla salinità. La marea è un forte acceleratore del ricambio e la sua natura ciclica genera modelli distributivi spazio-temporali caratteristici. I tempi di emersione e sommersione dettati dal regime mareale sono un altro importante fattore strutturante le comunità biologiche negli ambienti di transizione. La maggior parte delle specie che vivono negli ambienti di transizione è di origine marina perciò il grado di connessione con il mare influisce molto con il reclutamento delle specie che richiedono una fase larvale di dispersione marina, con ripercussioni sulla biodiversità e sulla struttura delle comunità. Per le specie di origine fluviale, la situazione è speculare; scendendo verso la foce vanno incontro ad un progressivo allontanamento dalle condizioni tipiche del fiume ed il numero di specie tolleranti le nuove situazioni ambientali andrà via via riducendosi.

La fauna ittica di questi ambienti comprende un complesso di specie che possono essere suddivise in diverse categorie considerando le caratteristiche dei loro cicli biologici: specie costantemente presenti per tutto l’arco dell’anno come la bavosa pavone (*Salaria pavo*), il ghiozzo nero (*Gobius niger jozo*); specie anadrome come alosa (*Alosa fallax*), lo storione comune (*Acipenser sturio*); specie catadrome, come l’anguilla (*Anguilla anguilla*); specie presenti in ambienti salmastri per periodi più o meno lunghi nel corso dell’anno, con spostamenti in mare compiuti sia per la riproduzione che per evitare condizioni ambientali sfavorevoli, specie marine e dulcicole saltuariamente presenti in acque salmastri.

Pochissime sono le specie di anfibi che frequentano le acque salmastre e ancor più rare sono quelle che in tali ambienti si riproducono. Tritoni, salamandre, rospi e rane sono infatti strettamente dipendenti dalla presenza di raccolte di acqua dolce anche di piccola superficie per compiere i loro processi riproduttivi, lo sviluppo embrionale e larvale. La vita degli Anfibi nelle zone umide salmastre è quindi limitata ai dossi, agli argini e alla fascia di terraferma circostante la laguna. Presente un po’ in tutti gli ambienti delle lagune è il rospo smeraldino (*Bufo viridis*), che può riprodursi anche in acque leggermente salmastre. Pure la raganella (*Hyla arborea*) è relativamente eurialina e può riprodursi anch’essa in acque leggermente salate.

Diversamente dagli anfibi, i rettili sono del tutto svincolati dall’acqua per quanto riguarda i loro processi riproduttivi e le specie che vivono in ambienti dulciacquaioli vanno in acqua essenzialmente per procurarsi il cibo. In genere questi rettili si dimostrano molto tolleranti nei confronti della salinità. La testuggine palustre europea (*Emys orbicularis*), che si insedia anche nei fragmiteti e nei cariceti sui cordoni che bordano alcuni bacini lagunari, frequenta anche acque fortemente salmastre alla ricerca del cibo, spingendosi finanche in mare. Sui dossi e sugli argini si rinvengono pure diverse specie di lucertola (*Lacerta sp. pl.*) e il ramarro (*Lacerta bilineata*), mentre sulle rive erbose si occulta

PROGETTAZIONE ATI:

l'orbettino (*Anguis fragilis*). I serpenti acquatici o semiacquatici più comuni ai margini delle zone umide sono le natrici o biscie d'acqua, in particolare la natrice dal collare (*Natrix natrix*) e la natrice tassellata (*Natrix tessellata*). Quest'ultima può spingersi anche in mare aperto per alimentarsi. Nelle aree più influenzate dalle acque dolci con folta vegetazione arbustiva si rinviene il biacco (*Coluber viridiflavus*). 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. Nelle lagune e negli stagni costieri salmastri molte specie di uccelli compiono importanti fasi del loro ciclo biologico: la riproduzione nel periodo primaverile-estivo, la muta del piumaggio nel periodo estivoautunnale, lo svernamento, la sosta temporanea durante il volo di migrazione autunnale e primaverile per alimentarsi e riposare. Le diverse categorie di ambienti che caratterizzano le lagune non sono rigorosamente esclusive di alcune specie ornitiche rispetto ad altre. Nella maggioranza dei casi (e ciò vale anche per gli altri Vertebrati terrestri) l'avifauna delle zone umide frequenta più biotopi che utilizza come habitat di riproduzione, di alimentazione o di semplice sosta.

Le profonde alterazioni, che hanno subito i territori lagunari e circumlagunari della nostra penisola, hanno assai ridotto la possibilità di insediamento dei mammiferi. Nelle zone di valle con argini coperti di vegetazione arbustivo-arborea si rinviene con relativa frequenza il riccio (*Erinaceus europaeus*), mentre nelle lagune debolmente salmastre è presente l'arvicola terrestre (*Arvicola terrestris*), un roditore molto sensibile all'inquinamento delle acque. Le zone perilagunari sono frequentate dalla volpe (*Vulpes vulpes*) e da alcuni mustelidi: donnola (*Mustela nivalis*), puzzola (*Putorius putorius*), faina (*Martes foina*), tasso (*Meles meles*).

PROGETTAZIONE ATI:

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

#### 4.3.1. GENERALITÀ E FONTI DEI DATI

Per l'individuazione delle caratteristiche dei suoli nell'area di intervento si è fatto riferimento allo studio promosso della 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*.

Tale strumento di valutazione delle risorse del paesaggio e del territorio della Sardegna è stato redatto conformemente alle specifiche tecniche nazionali ed internazionali in materia pedologica. La cartografia è stata realizzata in scala 1:50.000 su quattro aree campione, Pula-Capoterra, Muravera-Castiadas, Arzana e Nurra, individuate all'interno degli ambiti costieri del Piano Paesaggistico Regionale, rappresentative di una gran parte della varietà dei suoli presenti in Sardegna.

Per disporre di un'ampia casistica dei pedopaesaggi sardi su cui tarare la metodologia del progetto, nell'ambito dello studio si è deciso di selezionare quattro aree campione costiere, rappresentative della grande variabilità di substrati pedogenetici, di tipologie di uso del suolo e di forme del territorio isolano, nonché di problematiche antropiche specifiche

Le aree scelte sono state: Pula-Capoterra, Muravera-Castiadas, Arzana e la Nurra.

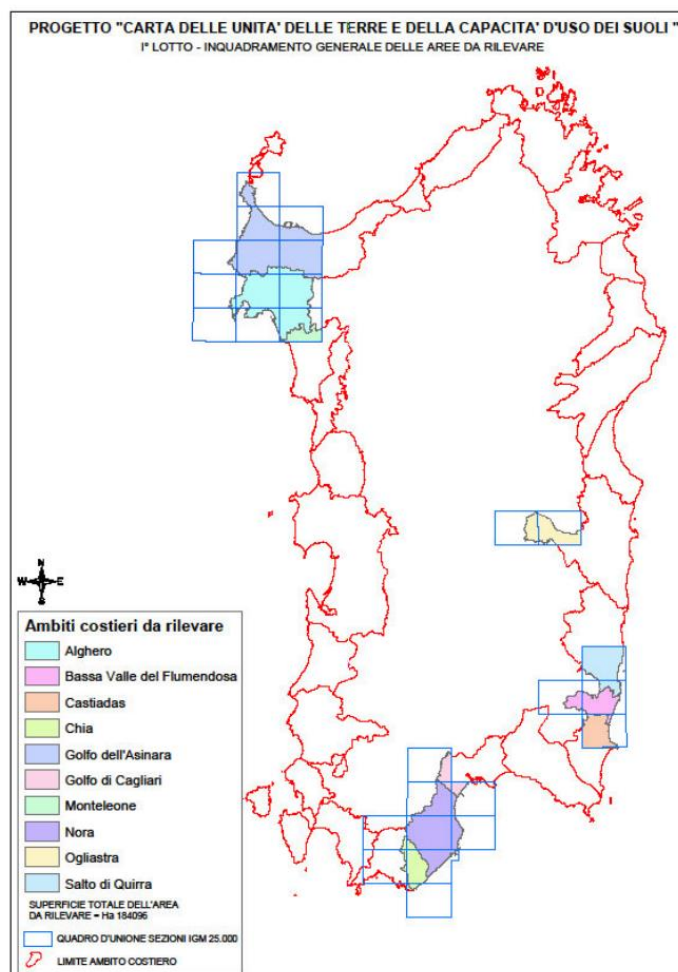


Figura 4.14: Inquadramento delle aree campione

Il progetto ricade nell'ambito del primo areale Pula-Capoterra, che è il più meridionale dei quattro ed è costituito da rilievi cristallini risalenti al Paleozoico (granitoidi e metamorfiti intersecati da complessi

PROGETTAZIONE ATI:

filoniani) 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 coltri detritiche e alluvionali utilizzate per l'agricoltura intensiva (orti e vigne) e per il pascolo. Localmente, affiorano bruscamente dalla pianura rilievi di rocce vulcaniche risalenti al Terziario. A Ovest le colmate 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.

#### 4.3.2. UNITÀ DELLE TERRE

La redazione della Carta delle Unità delle Terre è frutto di un lungo lavoro articolato in più fasi, comprendenti:

- Raggruppamento ragionato delle litologie per l'intera regione e creazione del tematismo delle unità litologiche (o dei materiali parentali) omogenee per comportamento chimico-fisico ai fini pedogenetici;
- Individuazione delle unità fisiografiche negli ambiti costieri, loro validazione sul campo nelle aree campione rappresentative e creazione del tematismo di unità fisiografiche omogenee per processo morfogenetico dominante;
- Definizione delle unità di uso e copertura del suolo per l'intera regione e creazione del tematismo di unità omogenee per utilizzazione del suolo e copertura vegetale;
- Elaborazione e definizione dello schema regionale della Capacità d'uso adeguato al territorio della Sardegna.

Dopo un complesso lavoro di analisi e sovrapposizione dei dati di campo e di quelli riguardanti le unità litologiche, fisiometriche e di uso e copertura del suolo, attraverso l'analisi guidata del pedologo, si è pervenuti alla definizione delle cartografie delle Unità di Terre finali, corredate da contenuti sintetici di significato pedologico riassunti schematicamente in apposite Legende esplicative correlate alla Carta.

Le legende descrittive delle UdT sono state divise in tre blocchi principali verticali:

- Descrizione unità di terre;
- Descrizione del suolo;
- Capacità d'uso;

cui si affianca una colonna con il codice identificativo dell'Unità Cartografica.

Ogni blocco è suddiviso a sua volta in tre colonne, nel primo si distinguono:

- Substrato litologico e materiale parentale del suolo;
- Morfologia e fisiografia;
- Uso del suolo e copertura vegetale prevalente.

Il secondo blocco comprende:

- Principali caratteri morfologici e proprietà chimico-fisiche dei suoli,
- Classificazione dei suoli U.S.D.A. 2010 a Livello di Sottogruppo;
- Classificazione dei suoli W.R.B. 2007 Secondo livello.

Nel terzo si trovano:

- Land Capability Classification (sottoclasse);
- Principali limitazioni d'uso;
- Indirizzi per la tutela e conservazione del suolo.

PROGETTAZIONE ATI:

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

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

- **Substrato litologico e materiale parentale del suolo:** Depositi alluvionali pleistocenici.
- **Morfologia e fisiografia:** Aree da subpianeggianti a pianeggianti con pendenza <2,5%.
- **Uso del suolo e copertura vegetale prevalente:** Aree ad uso agricolo con prevalenza di seminativi non irrigui. Presenti anche oliveti, sistemi colturali e particellari complessi, vigneti e frutteti. Secondariamente, aree a ricolonizzazione naturale e limitate estensioni di macchia e gariga.
- **Principali caratteri morfologici e proprietà chimico-fisiche dei suoli:** Complesso di suoli a profilo Ap-Btg-C e Ap-Bt-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da FS a FAS nell'orizzonte superficiale e da FA a A nel Bt(g), scheletro dell'orizzonte superficiale da scarso a frequente, reazione generalmente da moderatamente acida a neutra, saturazione in basi da bassa a alta, da ben drenati a piuttosto mal drenati nell'orizzonte superficiale e da piuttosto mal drenati a molto mal drenati nel Bt(g).
- **Classificazione dei suoli U.S.D.A. 2010 - Livello di Sottogruppo:** Complesso di: Ultic Haploxeralfs, Ultic Palexeralfs e Aquic Palexeralfs con inclusioni di Inceptic Haploxeralfs.
- **Classificazione dei suoli W.R.B. 2007 - Secondo livello:** Suoli dominanti: Haplic Luvisols, Gleyic Luvisols (Profondic), Haplic Luvisols (Abruptic), Haplic Luvisols (Profondic) e Haplic Luvisols (Epidystric, Profondic) con inclusioni di Gleyic Luvisols, Gleyic Luvisols (Ruptic), Gleyic Luvisols (Abruptic, Epidystric, Profondic), Haplic Luvisols (Epidystric), Haplic Luvisols (Ruptic, Profondic, Chromic), Haplic Luvisols (Ferric, Epidystric).
- **Land Capability Classification:** IVw - IIIw
- **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. Inclusioni di suoli non arabili.

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

- **Substrato litologico e materiale parentale del suolo:** Depositi alluvionali ghiaiosi terrazzati olocenici.

PROGETTAZIONE ATI:

- **Morfologia e fisiografia:** Terrazzi fluviali di 1° ordine, aree pianeggianti e subpianeggianti, compresi tratti di piane alluvionali costiere. (Sottounità Fisiografica 0).
- **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 caratteri morfologici e proprietà chimico-fisiche dei suoli:** Associazione di: suoli a profilo Ap-Bw-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da FS a FAS, scheletro dell'orizzonte superficiale da scarso a abbondante, reazione da moderatamente acida a neutra, saturazione in basi da media a alta, da ben drenati a moderatamente ben drenati; di suoli a profilo Ap-Bw-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da FS a FAS, scheletro dell'orizzonte superficiale da scarso a frequente, reazione da fortemente acida a neutra, saturazione in basi bassa, da eccessivamente drenati a moderatamente ben drenati; di suoli a profilo Ap-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da S a FL, scheletro dell'orizzonte superficiale da frequente a abbondante, reazione da moderatamente acida a debolmente acida, saturazione in basi da molto bassa a media, da moderatamente ben drenati a piuttosto eccessivamente drenati; di suoli a profilo Ap-Bw-C e A-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da S a FS, scheletro dell'orizzonte superficiale da frequente a abbondante, reazione da fortemente acida a neutra, saturazione in basi bassa, da ben drenati a piuttosto eccessivamente drenati.
- **Classificazione dei suoli U.S.D.A. 2010 - Livello di Sottogruppo:** Associazione di: Typic Haploxerepts con inclusioni di Fluventic Haploxerepts e di: Typic Dystraxepts con inclusioni di Fluventic Humic Dystraxepts e Fluventic Dystraxepts e di: Typic Xerofluents con inclusioni di Mollic Xerofluents e di: Dystric Xerorthents.
- **Classificazione dei suoli W.R.B. 2007 - Secondo livello: Suoli dominanti:** Haplic Cambisols (Eutric), con inclusioni di Haplic Fluvisols (Eutric), Haplic Cambisols (Epidystric), Fluvisols Cambisols (Dystric), Haplic Regosols (Dystric), Haplic Fluvisols, con inclusioni di Haplic Fluvisols (Humic, Skeletic) e Haplic Regosols (Dystric, Skeletic).
- **Land Capability Classification:** IIIs,w,e – IVs,w.
- **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.

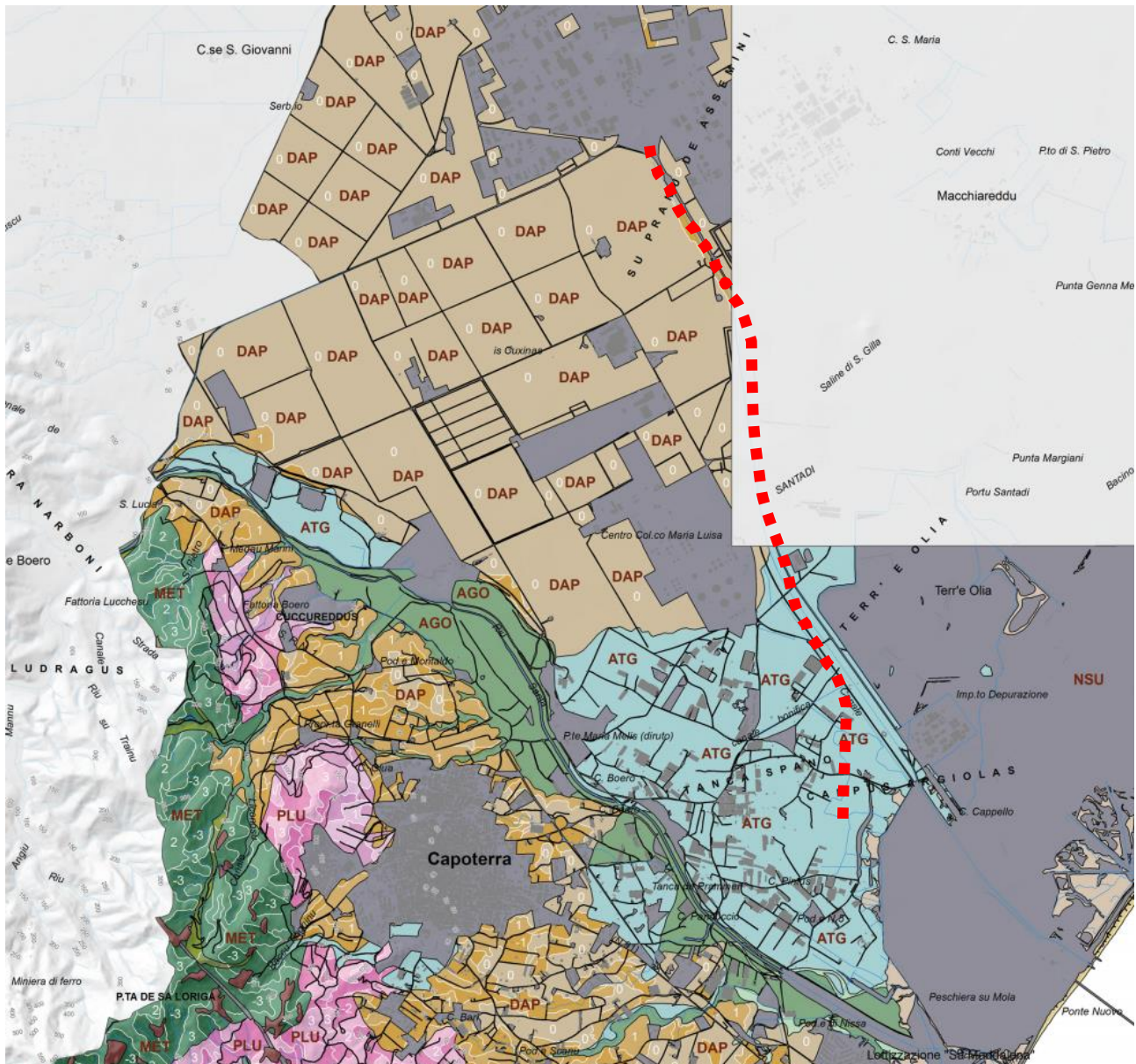
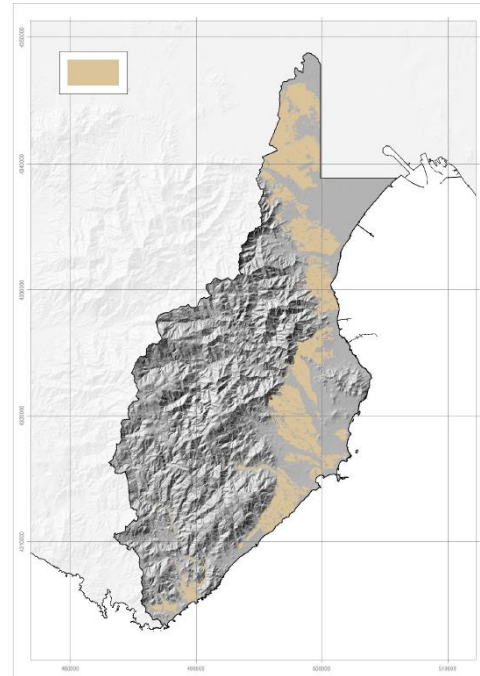


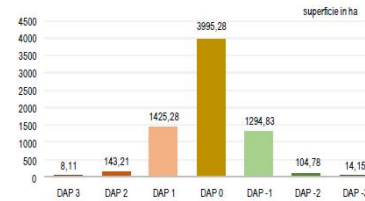
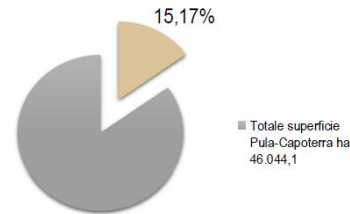
Figura 4.15: Carta dell'Unità delle Terre – area di intervento

Si riporta in basso la legenda i cui contenuti sono illustrati in precedenza.

PROGETTAZIONE ATI:



DAP

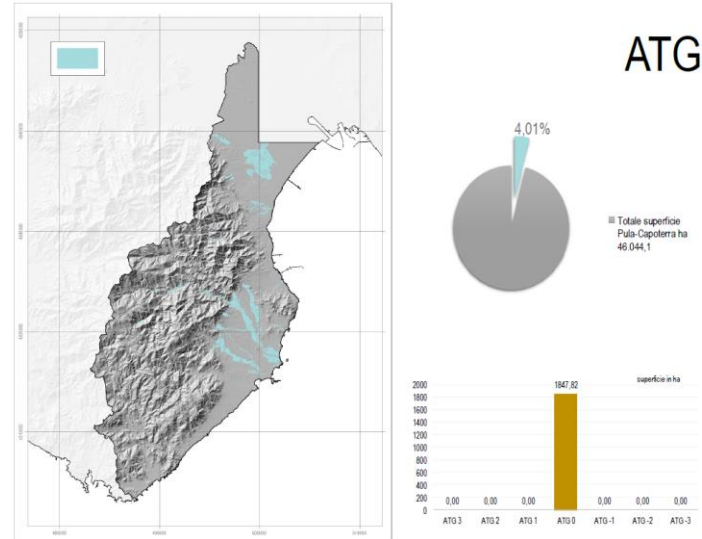


DESCRIZIONE UNITÀ DI TERRE			DESCRIZIONE DEL SUOLO			CAPACITÀ D'USO		COD. ID.	
Substrato litologico e materiale parentale del suolo	Morfologia e fisiografia	Uso del suolo e copertura vegetale prevalente	Principali caratteri morfologici e proprietà chimico-fisiche dei suoli	Classificazione dei suoli U.S.D.A. 2010 Livello di Sottogruppo	Classificazione dei suoli W.R.B. 2007 Secondo livello	Land Capability Classification (sottoclasse)	Principali limitazioni d'uso	Indirizzi per la tutela e conservazione del suolo	Unità Cartografica
	Aree da subpianeggianti a pianeggianti con pendenza <2,5%. (Sottounità Fisiografica 0)	Aree ad uso agricolo con prevalenza di seminativi non irrigui. Presenti anche sistemi colturali e parcelari complessi, oliveti, vigneti e frutteti. Ampie superfici sono occupate da colture in serra. Secondariamente, aree a ricolonizzazione naturale e limitate estensioni di macchia e garriga.	Complesso di: suoli a profilo Ap-Btg-C e Ap-Bt-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da FS a FAS nell'orizzonte superficiale e da FA a A nel Bt(g). scheletro dell'orizzonte superficiale da scarso a frequente, reazione generalmente da moderatamente acida a neutra, saturazione in basi da bassa a alta, da ben drenati a piuttosto mal drenati nell'orizzonte superficiale e da piuttosto mal drenati a molto mal drenati nel Bt(g).	Complesso di: Ultic Haploxeralfs, Ultic Palexeralfs e Aquic Palexeralfs con inclusioni di Inceptic Haploxeralfs	Suoli dominanti: Haplic Luvisols, Gleyic Luvisols (Profondici), Haplic Luvisols (Abrupti), Haplic Luvisols (Profondici) e Haplic Luvisols (Epidystici, Profondici) con inclusioni di Gleyic Luvisols, Gleyic Luvisols (Rustici), Gleyic Luvisols (Abrupti, Epidystici, Profondici), Haplic Luvisols (Epidystici), Haplic Luvisols (Rüptici, Profondici, Chromici), Haplic Luvisols (Ferrici, Epidystici)	IVw - IIIw  Sottoclasse include:  Vw IVs III <sub>s</sub> w	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.	Suoli da marginalmente a moderatamente arabili. I primi necessitano di interventi di sistemazione idraulica 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. Inclusioni di suoli non arabili.	DAP 0

Figura 4.16 – Carta dell'Unità delle Terre – estratto legenda codice DAP0

PROGETTAZIONE ATI:





DESCRIZIONE UNITÀ DI TERRE			DESCRIZIONE DEL SUOLO			CAPACITÀ D'USO			COD. ID.
Substrato litologico e materiale parentale del suolo	Morfologia e fisiografia	Uso del suolo e copertura vegetale prevalente	Principali caratteri morfologici e proprietà chimico-fisiche dei suoli	Classificazione dei suoli U.S.D.A. 2919 Livello di Sottogruppo	Classificazione dei suoli W.R.B. 2007 Secondo livello	Land Capability Classification (sottoclasse)	Principali limitazioni d'uso	Indirizzi per la tutela e conservazione del suolo	Unità Cartografica
Depositi alluvionali ghiaiosi terrazzati olocenici.	Terrazzi fluviali di I° ordine, aree pianeggianti e subsareggianti, compresi tratti di piano alluvionali costiere. (Sottounità Fisiografica 0)	Ampla presenza di terreni ad utilizzazione agricola non specializzata, a prevalenza di seminativi e, subordinatamente, colture legnose (agrumeti, vigneti), localmente teneri a riposo, talvolta pascolati. Aree incolte o con vegetazione naturale a ganghe di degradazione vegetazionale e macchia mediterranea; localmente teneri arbustati o arborati utilizzati a pascolo.	Associazione di suoli a profilo Ap-Bw-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da FS a FAS, scheletro dell'orizzonte superficiale da scarso a abbondante, reazione da moderatamente acida a neutra, saturazione in basi da media a alta, da ben drenati a moderatamente ben drenati e di: suoli a profilo Ap-Bw-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da FS a FAS, scheletro dell'orizzonte superficiale da scarso a frequente, reazione da fortemente acida a neutra, saturazione in basi bassa, da eccessivamente drenati a moderatamente ben drenati e di: suoli a profilo Ap-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da S a FL, scheletro dell'orizzonte superficiale da frequente a abbondante, reazione da moderatamente acida a debolmente acida, saturazione in basi da molto bassa a media, da moderatamente ben drenati a piuttosto eccessivamente drenati e di: suoli a profilo Ap-Bw-C e A-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da S a FS, scheletro dell'orizzonte superficiale da frequente a abbondante, reazione da fortemente acida a neutra, saturazione in basi bassa, da ben drenati a piuttosto eccessivamente drenati.	Associazione di: Typic Haploerepts con inclusioni di Fluventic Haploerepts e di: Typic Dystraxepts con inclusioni di Fluventic Humic Dystraxepts e Fluventic Dystraxepts e di: Typic Xerofluvents con inclusioni di Mollic Xerofluvents e di: Dystric Xerothents	Suoli dominanti: Haplic Cambisols (Eutric), con inclusioni di Haplic Fluvisols (Eutric), Haplic Cambisols (Epipedystic), Fluvic Cambisols (Dystric), Haplic Regosols (Dystric), Haplic Fluvisols, con inclusioni di Haplic Fluvisols (Humic, Skeletic) e Haplic Regosols (Dystric, Skeletic)	III <sub>s,w,e</sub> - IV <sub>s,w</sub> Sottoclasse include: Vs Vis I	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.	Suoli generalmente arabili, con limitazioni localmente molto severe e a moderata o bassa altitudine agricola. Necessaria l'adozione di misure agronomiche di miglioramento della fertilità, contenimento del consumo di suolo, soprattutto se irrimediabile 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.	ATG

Figura 4.17 – Carta dell'Unità delle Terre – estratto legenda codice ATG

### 4.3.3. 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.

La maggior ricorrenza di una determinata classe di LCC ha portato a definire la classe, o l'insieme di classi e relative sottoclassi, di ciascuna UdT. A queste si affiancano le sottoclassi incluse, che rappresentano porzioni di territorio con suoli non cartografabili alla scala del progetto, ma con caratteristiche di potenzialità d'uso diverse rispetto alle principali.

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 4.18: 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.

Di seguito si riporta uno stralcio della legenda per la parte di interesse:

Descrizione sintetica delle classi di capacità d'uso dei suoli				
	Classe	Definizione	Descrizione	Uso
	Usi agricoli intensivi	<b>Terre arabili</b>		
I		Suoli privi o quasi privi di limitazioni che ne restringono l' uso.	Suoli pianeggianti e profondi, con assenza di fenomeni erosivi, assenza di pietrosità superficiale e di rocciosità, ben drenati e dotati di elevata capacità di ritenzione idrica.	Adatti a qualsiasi uso. Non richiedono speciali pratiche di gestione. Ordinari ordinamenti colturali con ampia scelta di colture. Tecniche ordinarie di conduzione per la conservazione di fertilità e struttura
II		Suoli che presentano moderate limitazioni con qualche riduzione delle alternative colturali e/o richiedono l'adozione di moderate pratiche conservative.	Suoli pianeggianti o con deboli pendenze, profondi, assenza di fenomeni erosivi, moderatamente ben drenati e dotati di elevata capacità di ritenzione idrica. Tessitura, pietrosità superficiale e scheletro generalmente non intralcianti le colture e le operazioni colturali.	Adatti a qualsiasi uso. Il potenziale di produzione è simile alla classe I ma con alcune restrizioni derivanti da lievi limitazioni. Coltivazioni ordinarie con lieve diminuzione nella scelta di colture. Tecniche conservative di gestione facili da attuare.
III		Suoli che hanno severe limitazioni che riducono le alternative colturali e/o che richiedono speciali pratiche di conservazione.	Suoli su morfologie ondulate, moderatamente profondi; debole erosione idrica laminare riferibile a superfici limitate. Tessitura, pietrosità superficiale e scheletro intralcianti alcune operazioni colturali e lo sviluppo di alcune colture	Adatti a qualsiasi uso ma con minore attitudine alla coltivazione intensiva. Limitata scelta di colture e pratiche di conservazione più difficili da applicare e da mantenere nel tempo
IV	Suoli che hanno limitazioni molto severe che restringono la scelta delle colture e/o richiedono rigorose tecniche conservative.	Suoli su morfologie da ondulate a collinari, moderati fenomeni erosivi laminari e/o incanalati riferibili a superfici di limitata estensione; maldrenati o eccessivamente drenati e dotati di moderatamente bassa capacità di ritenzione idrica. Pietrosità superficiale e scheletro notevolmente intralcianti alcune operazioni agricole e lo sviluppo delle colture	Adatti a qualsiasi uso ma con minima attitudine alla coltivazione intensiva. Drastica riduzione delle scelte colturali. Sono richieste complesse pratiche gestionali di conservazione, tecnicamente più onerose da applicare e da mantenere in buona efficienza.	

**Sottoclasse s** (soil), in questa sottoclasse vengono ascritte le aree interessate da limitazioni dovute alle caratteristiche del suolo, quali ridotta potenza, tessitura eccessivamente fine o grossolana, elevata pietrosità superficiale o rocciosità affiorante, bassa capacità di ritenzione idrica, ridotta fertilità, presenza di salinità e sodicità;

**Sottoclasse w** (water), alla sottoclasse vengono ascritte tutte le limitazioni connesse ad eccessi di acqua nel suolo, quali difficoltà di drenaggio interno, eccessiva umidità, elevati rischi di esondazione, o condizioni similari per le quali è necessario il ricorso a interventi di drenaggio di varia importanza;

**Sottoclasse e** (erosione), in questa sottoclasse ricadono aree dalle pendenze elevate che sono soggette a gravi rischi di erosione laminare o incanalata o dove l'elevato rischio di ribaltamento delle macchine agricole rallenta fortemente o impedisce la meccanizzazione delle operazioni colturali. Alle pendenze elevate è spesso associata la ridotta copertura vegetale derivante anche da precedenti errate pratiche agricole;

#### 4.3.4. 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) e dei sopralluoghi effettuati nell'area di intervento si riconoscono, procedendo da sud verso nord nell'immediato intorno dell'infrastruttura in progetto:

- 2.1.2.1 - Seminativi semplici e colture orticole;
- 2.1.1.2 - Prati artificiali;
- 2.2.3 - Oliveti;
- 3.2.2.2 - Formazioni di ripa non arboree;
- 1.2.1.2 - Insediamiento di grandi impianti di servizi;
- 1.2.1.1 - Insediamiienti industriali, artigianali e commerciali e spazi annessi;
- 1.2.2.1 – Reti stradali e spazi accessori
- 4.2.2 – Saline;
- 3.1.1.2.1 – Pioppeti, saliceti, eucalipteti anche in formazioni miste;
- 2.4.1.1 – Colture temporanee associate all'olivo.

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.

Si evidenzia che gran parte del tracciato, ad eccezione del solo tratto più a sud, ricade nella fascia di territorio che risulta marginale in quanto interclusa tra l'asse stradale dorsale CASIC esistente e il fascio tubiero, o direttamente afferente all'asse stradale preesistente. Tale fascia è prevalentemente classificata come "Seminativi semplici e colture orticole" o come "Prati artificiali".

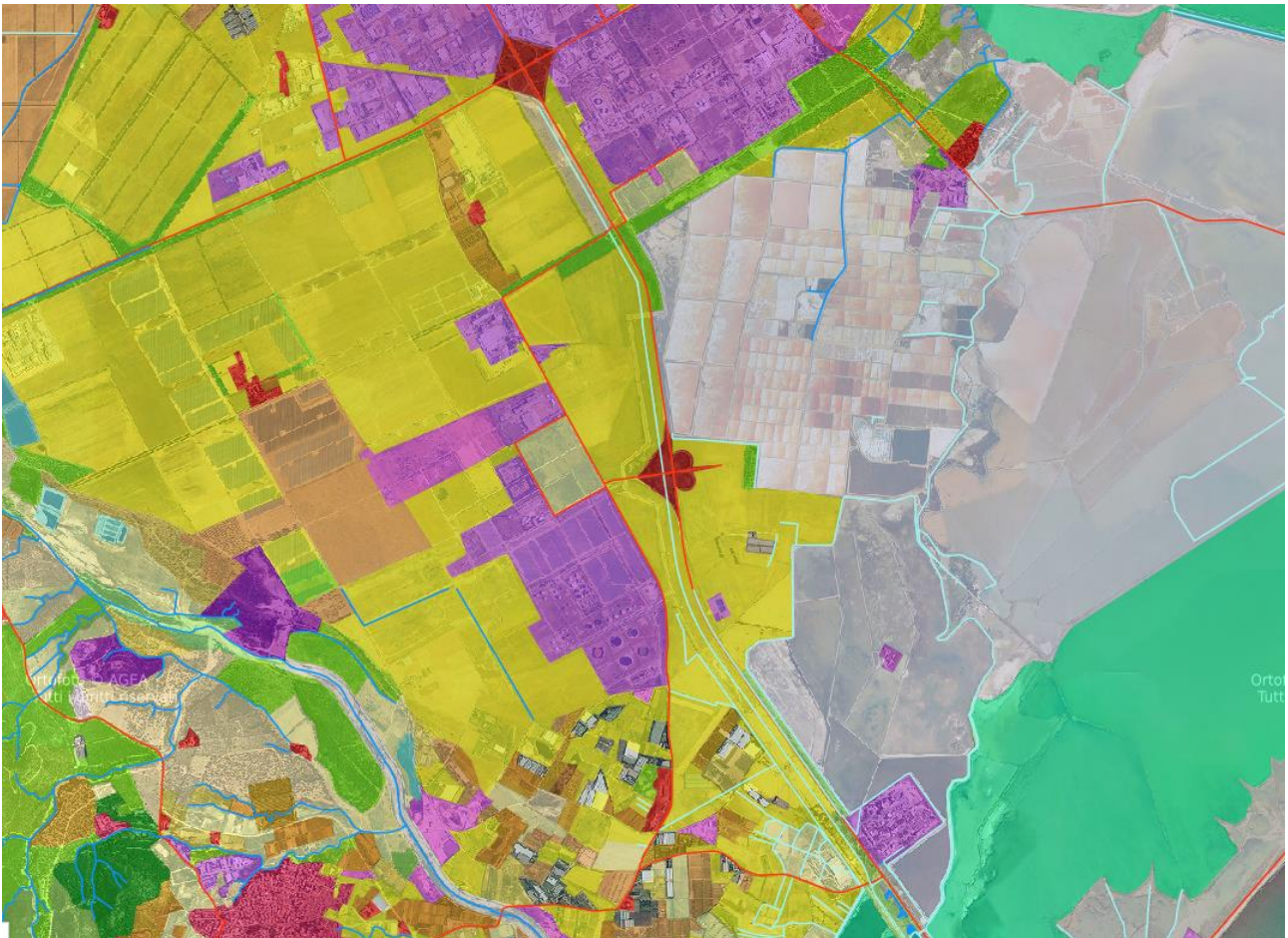


Figura 4.19: Stralcio dalla carta dell'uso del suolo

- 2.1.2.1 - Seminativi semplici e colture orticole;
- 2.1.1.2 - Prati artificiali;
- 2.2.3 - Oliveti;
- 3.2.2.2 - Formazioni di ripa non arboree;
- 1.2.1.2 - Insediamento di grandi impianti di servizi;
- 1.2.1.1 - Insediamenti industriali, artigianali e commerciali e spazi annessi;
- 1.2.2.1 – Reti stradali e spazi accessori
- 4.2.2 – Saline;
- 3.1.1.2.1 – Pioppeti, saliceti, eucalipteti anche in formazioni miste;
- 2.4.1.1 – Colture temporanee associate all'olivo.

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 4.20: Stralcio dalla carta dell'uso del suolo - legenda

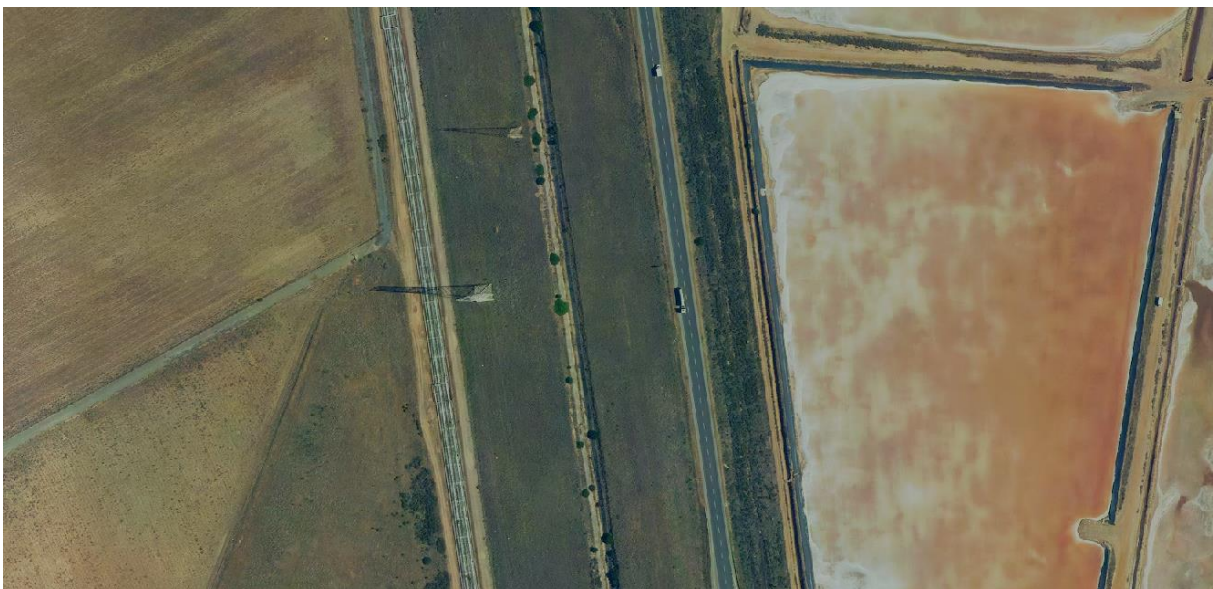


Figura 4.21: Stralcio fotografico (aerofoto 2019) dell'ambito interessato prevalentemente dall'infrastruttura in progetto. Si riconoscono a sinistra le aree a seminativo (2.1.2.1) e a destra l'area delle saline (4.2.2). Al centro si individua chiaramente la fascia interclusa tra il fascio tubiero e la strada dorsale CASIC attuale

PROGETTAZIONE ATI:

Nel tratto più a sud, invece, l'interferenza più evidente è quella con un'azienda agricola in cui si riconoscono serre, appezzamenti a oliveto e vigneti posti a ridosso del fascio tubiero.



Figura 4.22: Stralcio fotografico (aerofoto 2019) dell'ambito comprendente l'azienda agricola nel tratto più a sud del progetto.

#### 4.3.5. 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 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).

All'interno della filiera si identificano tre nuclei:

- il settore primario, che si distingue per la forte concentrazione di iniziative imprenditoriali (il 75% del comparto), ma con un peso minore sul piano occupazionale (47%);
- le industrie alimentari e delle bevande, meno incisive per numerosità di imprese, ma più rilevanti per numero medio di addetti (5,6 dipendenti per impresa contro una singola unità nel comparto agricolo)
- le attività commerciali (il 20% dell'intera filiera), rappresentate per due terzi dagli esercizi di vendita al dettaglio.

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.

PROGETTAZIONE ATI:

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>4</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.

---

<sup>4</sup> fonte: sistema informativo del lavoro in Sardegna – Assessorato dell'Industria - Sardegnaimpresa

PROGETTAZIONE ATI:



## 4.4. GEOLOGIA E ACQUE

### 4.4.1. 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 4-1 Ambienti morfologici su ortofoto

PROGETTAZIONE ATI:

#### 4.4.1.1. Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu e Laguna di Santa Gilla

L'area lagunare 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).

Il bacino imbrifero che alimenta il deflusso di acque dolci verso la laguna è molto ampio, abbraccia una vasta regione che comprende il bacino del Flumini Mannu e quello del Rio Cixerri, per una superficie totale di 2.242 kmq. Il flumini Mannu, che rappresenta il tributario più importante della laguna, drena estese regioni dell'Iglesiente, del Sarcidano, della Marmilla e della Trexenta per poi sfociare nel settore nord-orientale della stessa, quello più propriamente detto Stagno di Cagliari. Il Rio Cixerri si origina invece dai rilievi dell'Iglesiente e prosegue verso oriente fino alla confluenza con la laguna. Questi due corsi d'acqua apportano alla laguna grandi quantità di materiali fini che si distribuiscono e depositano.

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. Tali interventi, nell'area di progetto, consistono nella canalizzazione delle foci del fiume Cixerri e Fluminu Mannu, nella costruzione del polo industriale Macchiareddu, nell'attivazione delle saline e nella fitta rete viaria che serve l'area industriale.

#### 4.4.1.2. La piana del Campidano

Nella zona ad Ovest della laguna, propriamente nell'area di progetto, si sviluppa la seconda unità geomorfologica, 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 conoidi di deiezione torrentizia modellati a glacis.

Il raccordo dei depositi delle conoidi con i rilievi è netto, eccezion fatta per quei casi in cui una fascia di detrito interposta tra le due unità morfologiche rende più graduale la variazione di acclività. A valle i depositi di glacis sfumano talvolta nelle piane alluvionali generate dalle esondazioni antiche e recenti dei corsi d'acqua principali, altre volte giungono a mare in modo più o meno graduale.

Lo sviluppo morfologico della piana è comunque 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. Gli orli dei medesimi hanno altezze in genere comprese tra 0 e 5 metri ma nei casi più evidenti posti a ridosso degli alvei principali attivi, l'orlo raggiunge altezze anche di 10 metri e le scarpate sono in genere manifestamente interessate da fenomeni di ruscellamento a solchi attivi. Sia le alluvioni terrazzate antiche sia quelle recenti sono incise dagli alvei attuali e coperti dai sedimenti successivi. Il forte dislivello tra i punti più elevati del bacino e i tributari principali e quindi l'elevata energia del rilievo, determinano attualmente un forte modellamento fluviale della piana in cui scorrono il Rio Masoni Ollastu, il Rio Santa Lucia e il Rio San Girolamo. Mentre infatti le zone a monte sono principalmente modellate per effetto del ruscellamento diffuso ed incanalato e quindi sono sede di importanti fenomeni erosivi e di forme di tipo gravitativo e di ruscellamento, il tratto a valle risente più spiccatamente di un modellamento di tipo fluviale data la presenza di un alveo principale sufficientemente largo nel quale si manifestano forme tipiche ed erosioni dovute alla presenza dell'acqua.

PROGETTAZIONE ATI:

I depositi fluviali sono suddivisibili in due tipi, da una parte abbiamo le *alluvioni antiche terrazzate*, caratterizzate da ciottoli arrotondati eterometrici di scisto, granito a matrice sabbioso-argillosa, di colore bruno-rossastro a granulometria variabile dai 10 ai 60 cm, sono solitamente ben addensate e a luoghi cementate, lo spessore massimo è di 15 m. Si segnalano anche delle *alluvioni antiche non terrazzate*, costituite da ciottoli ben arrotondati, litologicamente simili ai precedenti, la componente sabbiosa non presenta arrossamenti ed è solo localmente leggermente addensata. Si rinvencono lungo gli alvei dei fiumi

L'elevato gradiente di pendio, dovuto alla vicinanza dei rilievi al mare, determina un'elevata capacità erosiva dei corsi d'acqua, per cui le valli sono per lo più strette e profonde nella zona montuosa, dove l'alveo è spesso scavato in roccia, per risultare notevolmente più aperte in prossimità dello sbocco nella zona pedemontana.

#### 4.4.1.3. Area collinare/montuosa di Capoterra

L'area 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.

L'area in questione è caratterizzata dall'affioramento di litotipi scistosi e granitici paleozoici. All'interno delle sequenze paleozoiche si può talora differenziare, almeno in via generale, l'aspetto a tratti maggiormente ondulato di alcuni settori nei quali l'omogeneità litologica permette un modellamento progressivo non differenziato da quello in cui sia per effetto della variabilità litologica all'interno delle formazioni metamorfiche o al passaggio tra queste e quelle granitiche, o per la presenza di manifestazioni filoniane o spesso in presenza di estese discontinuità di tipo tettonico o fratturazioni diffuse, sono presenti testate emergenti fratturate, forme aspre e acclivi con forti dislivelli e pendenze. Tali settori maggiormente aspri sono abbastanza visibili nel settore posto in sinistra idrografica del Rio San Girolamo, nei tratti apicali di tale bacino, nel settore compreso tra Arcu S. Antoni e sino al limite del bacino idrografico del Rio Baccu Tinghinu, oppure nella vallata del Canale Baccu Liconosu, o ancora nel settore montano posto in destra idrografica del Rio Lacunedda. Per effetto dei forti dislivelli e dell'erodibilità delle rocce i settori di versante sottostanti tali litologie sono in genere ricoperti da spesse coltri di detrito, attive. La tipologia dei sedimenti prodotti dall'erosione è funzione della roccia madre; l'erosione infatti produce materiali e blocchi rocciosi talora arrotondati di natura granitica e breccie invece più squadrate quando i materiali sono di origine metamorfica. Gli spessori delle coltri sono talora metrici specie nelle zone dove sono presenti canali in detrito (specie negli affluenti del 1° e 2° ordine posti sulla sinistra idrografica del Rio San Girolamo – foto n° 3). La loro granulometria è grossolana e assumono l'aspetto di una breccia con blocchi litoidi a tratti metrici immersi in una matrice sabbioso ghiaiosa.

Nelle litologie granitiche la fratturazione ortogonale preponderante e l'azione combinata degli agenti di modellamento esogeno hanno determinato le forme di degradazione meteorica tipiche dei litotipi granitici quali tafoni, sfiorimenti ed esfoliazioni di sottili e progressivi spessori di roccia che causano l'isolamento dei blocchi sferoidali. Le frequenti alternanze di umidificazione e disseccamento tipiche dell'ambiente mediterraneo, favoriscono inoltre i processi di dissoluzione chimica (idrolisi dei feldspati e delle miche) determinando l'alterazione superficiale della roccia (arenizzazione) e la conseguente locale formazione di un "sabbione" granitico prevalentemente quarzoso-feldspatico. In tutti i settori montani si ha una forte organizzazione della rete fluviale e un approfondimento vallivo talora lungo linee principali di frattura, con tratti ad elevatissima acclività e valli strette e tortuose con incisioni prevalentemente a "V". Tutte le valli montane, localizzate in seno alle medesime formazioni litologiche, sono in genere simmetriche.

PROGETTAZIONE ATI:

#### 4.4.2. ASSETTO GEOLOGICO

##### 4.4.2.1. Inquadramento geologico strutturale di area vasta

L'isola della Sardegna da un punto di vista geologico è costituita da varie litologie, sia sedimentarie, sia metamorfiche che magmatiche, che sono state messe in posto in concomitanza delle principali fasi tettoniche che hanno interessato l'isola dal Paleozoico al recente. Nel Paleozoico la Sardegna è stata interessata da una fase di tettonica compressiva (ciclo orogenico Ercinico), che ha contribuito alla formazione dei litotipi metamorfici che costituiscono il basamento Paleozoico sardo (Carmignani et al, 1982; Carosi et al, 1998; Frassi, 2006). Tale basamento è costituito da rocce appartenenti al periodo Carbonifero (Tournaisiano-Westfaliano superiore), che affiorano principalmente nella parte meridionale e sud-occidentale dell'Isola, e da rocce di età Cambro-Carbonifera, affioranti nelle zone centrali e settentrionali (Fig. 5.1). I prodotti del basamento sardo possono essere distinti in tre complessi tettono-metamorfici principali (Carmignani et al. 1978, 1982, 1994; Cortesogno et al., 1998; Carosi et al., 2005; Frassi, 2006):

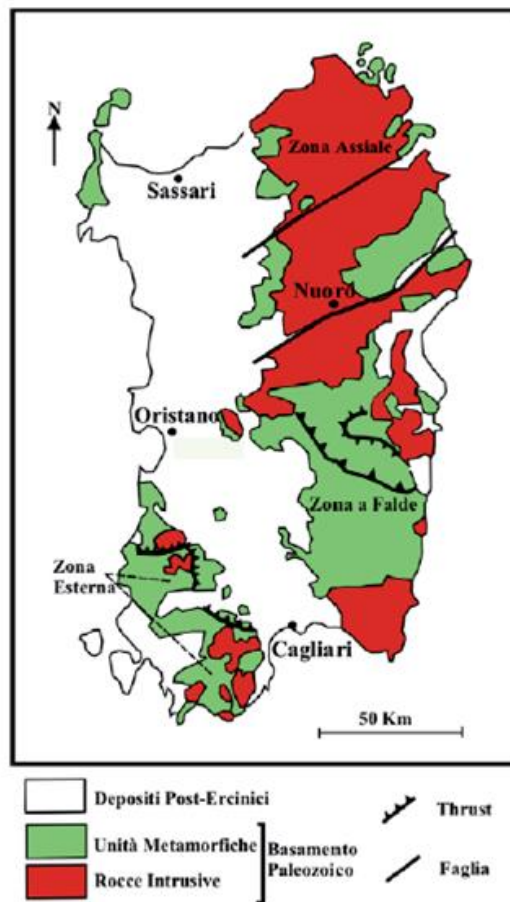


Figure 4-2 Schema geologico-strutturale della Sardegna (Modificata da Carosi et al.2005)

Durante le fasi dell'orogenesi Ercinica, la Sardegna ha subito un marcato processo di granitizzazione. Il cosiddetto "batolite Sardo" (Ghezzi e Orsini, 1982) presenta una struttura composita derivante dalla messa in posto di diversi plutoni, per i quali diversi autori hanno proposto una suddivisione, su base petrografica, in diverse facies (Ghezzi et al. 1972; Di Simplicio et al., 1974; Orsini, 1976; Bralio et al., 1982), tenendo conto della cronologia di messa in posto e delle correlazioni con l'evoluzione tettonico-strutturale del complesso metamorfico.

PROGETTAZIONE ATI:

Il Mesozoico è caratterizzato da una successione sedimentaria ben conservata principalmente nelle zone settentrionali della Sardegna. Questa successione viene divisa in tre unità litostratigrafiche principali, ben correlabili alle medesime sequenze delle zone centrali e meridionali dell'Isola (Cassinis et al., 2003; Barca e Costamagna, 2006). A partire dalla parte bassa della successione, la prima unità litostratigrafica poggia in discordanza sul substrato metamorfico Ercinico ed è rappresentata dalla "Formazione di Punta Lu Caparoni". Questa formazione è contraddistinta da un conglomerato basale, costituito da litici del basamento, e da una parte superiore, costituita da depositi di ambiente alluvio-lacustre. All'interno di questa sequenza affiorano anche rocce vulcaniche di presunta affinità calcalcalina. La seconda unità litostratigrafica è a sua volta suddivisa in due parti. La parte bassa è caratterizzata da depositi alluvionali (conglomerati quarzosi alternati ad arenarie), costituenti la "Formazione di Pedru Siligu", che giace in discontinuità sulla "Formazione di Punta Lu Caparoni". La parte alta della seconda unità litostratigrafica è costituita dalla "Formazione di Casa Satta", rappresentata da vulcaniti di presunta affinità calcalcalina e dalle formazioni di "Porto Ferro" e di "Cala del Vino", costituite da sedimenti fluviali che chiudono la seconda unità litostratigrafica. La terza unità litostratigrafica inizia con l'unità del Porticciolo, costituita da conglomerati quarzosi poggianti in discordanza sulle formazioni della seconda sequenza e seguiti da oltre 50 m di arenarie appartenenti alla "Formazione delle Arenarie di Cala Viola".

Nel Terziario, a seguito dell'orogenesi Alpina, la Sardegna è stata interessata da quattro cicli sedimentari marini e due cicli vulcanici (ciclo tardo-eocenico-medio miocenico e ciclo tardo miocenico-quadernario).

Questa fase tettonica ha interessato il basamento Paleozoico e la copertura carbonatica Mesozoica (Carmignani et al., 1994) ed ha portato alla formazione di bacini tipo pull-apart. All'interno dei quali è avvenuta la messa in posto dei depositi sedimentari e vulcani del ciclo tardo eocenico-medio miocenico.

Settori della Sardegna in cui affiorano rocce tardo eoceniche-medio mioceniche sono rappresentati in Figure 4-3.

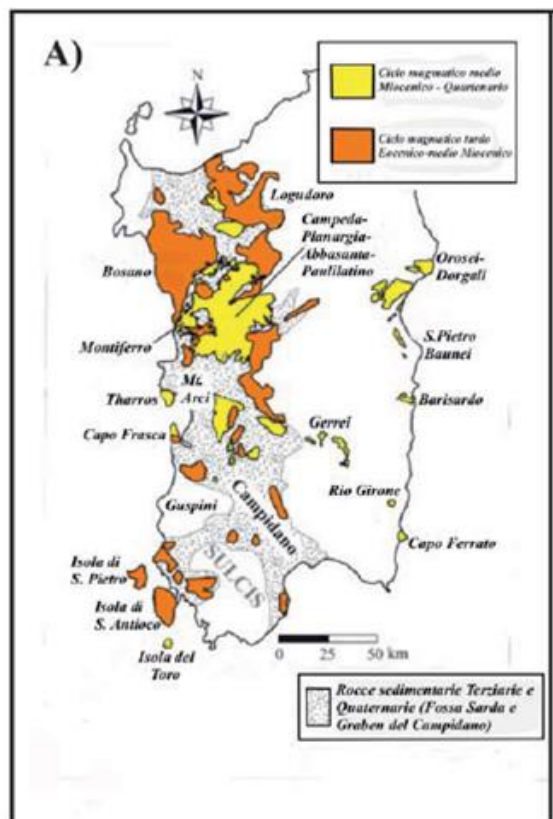


Figure 4-3 Principali distretti vulcani tardo eocenici-medio miocenici (Modificata da Lustrino et al.2007)

PROGETTAZIONE ATI:

I prodotti vulcanici del ciclo tardo-eocenico-medio miocenico sono rappresentati prevalentemente da daciti e rioliti in facies ignimbratica e raramente in facies lavica, con subordinate andesiti, basalti andesitici e basalti in facies lavica. Nella Sardegna sud-occidentale (Sulcis) affiorano prodotti ad affinità debolmente peralcalina (comenditi) riconducibili alle ultime fasi del ciclo.

La porzione centro meridionale dell'isola è stata successivamente interessata da un'ultima fase tettonica Neogenica (Tardo Miocenica-Quaternaria), che ha portato allo sviluppo del Graben Campidano al quale è associato un vulcanismo di tipo "anorogenico", caratterizzante il ciclovulcanico tardo miocenico-quaternario, e legato all'apertura del bacino del Tirreno (Assorgia et al., 1997; Brotzu et al., 1975; Lustrino et al., 2002, 2004, 2007).

#### 4.4.2.2. Indagini geognostiche

Nel corso dell'iter progettuale e approvativo del progetto sono state eseguite numerose campagne di indagine geognostica che sono state utilizzate per la ricostruzione del modello geologico e geotecnico di riferimento.

Per non appesantire la trattazione si rimanda agli elaborati geologici/geotecnici del progetto per eventuali approfondimenti; di seguito si riporta, a mero titolo informativo, l'elenco delle indagini eseguite.

- una prima fase di indagine (2003) ha riguardato la tratta dal km 5+850 al km 10+200 dell'opera connessa Nord, e risulta essere uno stralcio di quanto eseguito nell'ambito del progetto della Nuova SS 195 "Sulcitana" tratto Cagliari – Pula - Categoria B – Extraurbane principali. Queste indagini sono state eseguite da Tec.Am. srl, commissionate da A.I.C. Progetti S.p.A., le prove di laboratorio sono state eseguite da Geosystem del Dott. Geol. G.B. Demontis (CA);
- in una seconda fase (2007) sono state eseguite ulteriori indagini integrative, che si sono rese necessarie per integrare le indagini di prima fase dopo lo stralcio del tronco iniziale dallo svincolo "Variante Porto Canale" (km 0+000) all'innesto sulla dorsale Casic (km 6+800). Queste indagini sono state eseguite da Tec.Am. srl, commissionate da A.I.C. Progetti S.p.A., le prove di laboratorio sono state eseguite da Geosystem del Dott. Geol. G.B. Demontis (CA);
- indagini di dettaglio (2018) sono state poi eseguite nell'ambito dell'Accordo Quadro DGACQ 15-14 Lotto 4 del 07.08.2016 relative al progetto "SS195 Sulcitana, Tratto Cagliari – Pula, Opera Connessa Nord". Queste indagini sono state eseguite dal Dr. Antonello Angius, commissionate da Anas; le prove di laboratorio sono state eseguite da Studio Sperimentale Stradale S.r.l. (MI);
- indagini integrative di dettaglio (2020) sono state eseguite nell'ambito dell'Accordo Quadro DGACQ 15-14 Lotto 4 del 07.08.2016 relative al progetto "SS195 Sulcitana, Tratto Cagliari – Pula, Opera Connessa Nord". Queste indagini sono state eseguite dal Dr. Antonello Angius, commissionate da Anas, le prove di laboratorio sono state eseguite da Geosystem del dott. Geol G.B. De Montis (CA).

Sono state inoltre utilizzate le indagini eseguite per il progetto "S.S. 15 "Sulcitana" tratto Cagliari – Pula Categoria B – Extraurbane principali Lotti 1° - 3° e Opera Connessa SUD" che entrano nell'area di interesse del progetto corrente, e in particolare:

- indagini dalla campagna geognostica del progetto costruttivo delle opere d'arte minori: consolidamenti rilevati in approccio al viadotto Santa Lucia spalla A, eseguite dalla S.G.S. Società Geotecnica Sarda S.r.l.
- indagini della campagna relativa al piano di caratterizzazione ambientale del progetto esecutivo, eseguite da ISOGEA S.r.l.

PROGETTAZIONE ATI:

Durante la campagna del 2003 sono stati eseguiti n.5 sondaggi a carotaggio continuo di lunghezza compresa tra 18,0 e 25,0 m e n.5 pozzetti esplorativi di profondità di circa 2,0 m (ad eccezione del P9, spinto fino alla profondità di 4,0 m). Nei campioni prelevati nei pozzetti sono state eseguite prove di laboratorio per la classificazione UNI-CNR 10006. Durante le indagini integrative (2007) sono stati eseguiti n.2 pozzetti esplorativi, con l'esecuzione di prove di carico su piastra, e n. 5 carotaggi della pavimentazione esistente per la determinazione degli spessori dei conglomerati bituminosi.

Anno	Sondaggio o Pozzetto	Progressiva	Lunghezza (m)	Campioni indisturbati	Campioni rimaneggiati	Prove in sito		Strumentazione
						numero	tipo	
2007	PP2	5+440	1,20	-	-	-	-	-
2007	PP3	6+260	1,30	-	1	-	-	-
2003	S12	6+380	18,0	-	-	4	SPT	Letture livello di falda
2003	P5	6+785	2,0	-	1	-	-	-
2003	P6	7+180	2,1	-	1	-	-	-
2003	S13	7+560	25,0	-	-	3	SPT	Letture livello di falda
2003	P7	8+110	2,0	-	-	-	-	-
2003	P8	8+820	2,3	-	1	-	-	-
2003	P9	9+380	3,95	-	2	-	-	-
2003	S14	9+670	20,0	-	-	-	-	Letture livello di falda
2003	S15	9+770	25,0	-	-	4	SPT	Letture livello di falda

La campagna di indagini del 2018 è stata articolata nella esecuzione di n. 7 sondaggi geognostici spinti a profondità compresa tra 5 e 35 m dal p.c. Uno dei fori è stato strumentato con piezometro a tubo aperto (S5) e altri 3 per prove geofisiche down hole (S2, S3, S6). Durante i lavori sono stati prelevati campioni indisturbati e rimaneggiati da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio.

Anno	Sondaggio o Pozzetto	Progressiva	Lunghezza (m)	Campioni indisturbati	Campioni rimaneggiati	Prove in sito		Strumentazione
						numero	tipo	
2018	S1	6+475	5,0	-	3	2	SPT	-
2018	S2	6+520	25,0	-	7	9	SPT	Down Hole
2018	S3	7+550	35,0	-	7	11	SPT	Down Hole
2018	S4	7+650	25,0	1	4	8	SPT	-
2018	S5	9+480	35,0	-	5	11	SPT	Piezometro T.A.
2018	S6	9+780	35,0	2	5	10	SPT	Down Hole
2018	S7	10+075	25,0	3	4	8	SPT	-

Sui campioni prelevati nel corso delle indagini sono state eseguite prove di laboratorio.

La campagna integrativa del 2020 è stata articolata nella esecuzione di n. 4 sondaggi geognostici spinti a profondità comprese tra i 30 e i 35 m. Due fori sono stati strumentati con piezometro a tubo aperto (S9, S11), altri due per prove geofisiche down hole (S8, S10). Durante i lavori sono stati prelevati campioni indisturbati e rimaneggiati da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio.

Anno	Sondaggio o Pozzetto	Progressiva	Lunghezza (m)	Campioni indisturbati	Campioni rimaneggiati	Prove in sito		Strumentazione
						numero	tipo	
2020	S8DH	9+225	35,0	1	9	11	SPT	Down Hole
2020	S9PZ	8+560	30,0	2	6	9	SPT	Piezometro T.A.
2020	S10DH	8+350	35,0	1	8	11	SPT	Down Hole
2020	S11PZ	7+240	30,0	2	8	9	SPT	Piezometro T.A.

Sui campioni prelevati nel corso delle indagini sono state eseguite prove di laboratorio.

A cavallo tra novembre 2020 e gennaio 2021 è stata condotta una campagna al fine di caratterizzare da un punto di vista ambientale i materiali di scavo ai sensi del D.P.R. 120/2017. I campionamenti si

PROGETTAZIONE ATI:

sono espletati attraverso l'esecuzione di n. 17 pozzetti e n.4 sondaggi. Il fine delle analisi risiede nella caratterizzazione ambientale dei terreni, nonché nella determinazione del grado di aggressività del calcestruzzo. Le stratigrafie sono state utilizzate per il modello geologico tecnico.

Per la ricostruzione del modello geologico sono state utilizzate delle indagini relative al progetto della Opera Connessa Sud, ubicata a Sud del corrente progetto.

Anno	Sondaggio o Pozzetto	Progressiva	Lunghezza (m)	Campioni indisturbati	Campioni rimaneggiati	Prove in sito		Strumentazione
						numero	tipo	
2010	P15	10+268	5	1	3			lettura livello di falda
2013	CPT1	10+247	5,60					Prova penetrometrica statica

#### 4.4.2.3. 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.

Le alluvioni più antiche (**Pvm<sub>2</sub>**) appartenenti al *subsistema di Portoscuso* mostrano una maggiore estensione nell'area occidentale, e sono caratterizzati da un'alterazione molto spinta dei ciottoli e della matrice e si mostrano ben costipate e cementate. Queste rappresentano il piano superiore del cono alluvionale su cui si sono impostati i processi di incisione del Rio Santa Lucia al variare delle condizioni climatiche succedutesi nel corso del Quaternario. La disposizione caotica del deposito mostra elementi di pochi centimetri accanto a blocchi di notevoli dimensioni e i ciottoli risultano talora fortemente costipati in una matrice sabbioso-limosa molto arrossata a causa dei processi di ferrettizzazione cui sono stati sottoposti, costituiti prevalentemente da ghiaie grossolane, sino alla taglia dei blocchi, a spigoli subangolosi e subarrotondati. Essi presentano strutture incrociate concave in genere di limitata ampiezza e profondità. Sono inoltre frequenti lenti e livelli piano paralleli o massivi. I sedimenti più fini, rappresentati da sabbie grossolane sono sempre molto subordinati e si presentano in lenti e livelli intercalati ai livelli ghiaiosi. Lo spessore in superficie può superare i 30 m, ma è possibile che questo fosse maggiore al momento della deposizione, prima che i processi erosivi asportassero parte della copertura alluvionale. Questi depositi tendono a diminuire di spessore avvicinandosi alla laguna.

I depositi olocenici sono rappresentati sia da quelli attuali che da quelli derivati dalle modificazioni dell'ambiente fisico oloceniche e dunque sono caratterizzati da gradi variabili di inattività e seppellimento, tra questi sono compresi anche i depositi alluvionali terrazzati (**Aa**) posti a quote inferiori rispetto ai terrazzi pleistocenici. Nella parte occidentale dell'area di interesse affiorano i depositi di pianura alluvionale attuali (**a**), che mostrano passaggi progressivi a quelli di conoide alluvionale. La natura di questi sedimenti e la relazione laterale tra le varie facies è alquanto complessa.

PROGETTAZIONE ATI:



I depositi alluvionali terrazzati (**Aa**), ricoprono i sedimenti del sistema di Portovesme e sono ricoperti dai depositi alluvionali attuali. Si tratta di ghiaie a stratificazione incrociata concava deposte all'interno di canali bassi e poco continui, alternate a ghiaie a stratificazione piano parallela. Sono depositi posti ai lati dei letti attuali o dei tratti di alveo regimati ed in genere non interessati dalle dinamiche in atto. Nell'area di progetto, tali depositi affiorano al margine occidentale della laguna, e sono separati, localmente, dove l'attività antropica l'ha preservata, da una scarpata, dai depositi di conoide ad ovest. In occasione di eventi idrometeorici estremi questi depositi potrebbero essere interessati da dinamiche alluvionali. La mancanza di differenze planoaltimetriche marcate ha impedito di stabilire quali fossero i tratti interessati da dinamiche precedenti alla situazione idrografica attuale.

Al margine occidentale dell'area di progetto affiorano i sedimenti alluvionali attuali (**a**) depositi dal Rio Santa Lucia, sono rappresentati da depositi grossolani e solo localmente sono presenti intercalazioni di lenti e sottili livelli sabbia. Le strutture sedimentarie non si differenziano da quelle già descritte per i depositi alluvionali terrazzati olocenici, a testimoniare la presenza di un passato più o meno prossimo di corsi a canali intrecciati. I depositi in questione, essendo molto vicini al tratto montano del Rio Santa Lucia, possono essere anche molto grossolani con ciottoli e blocchi. Allo sbocco della valle il Rio Santa Lucia incide i depositi di conoide pleistocenici, dando luogo ad una scarpata di diversi metri di altezza. I depositi alluvionali recenti difficilmente superano i 5 metri di potenza

Al margine orientale dell'area progettuale affiorano depositi palustri (**e**) legati all'evoluzione attuale dell'adiacente Stagno di S. Gilla. Sono sedimenti fini, argilloso-limosi, con rari livelli di sabbie fini, ricchi in sostanza organica. L'esiguo areale di affioramento, nonché, la spinta antropizzazione di quest'area, non permettono osservazioni dettagliate, né di definirle lo spessore. Sono comunque riferibili all'Olocene. Considerata la posizione marginale rispetto al progetto non richiedono approfondimenti specifici.

#### 4.4.3. TETTONICA

La struttura tettonica generale dell'area di studio del progetto è caratterizzata da un semigraben di età pliocenica corrispondente alla piana del Campidano. Tale struttura generata, orientata NW-SE è considerata la principale struttura plio-quadernaria affiorante in Sardegna. Questa depressione limita a NE il blocco dell'Iglesiente-Sulcis e si estende per 100 km dal Golfo di Cagliari a quello di Oristano. Il suo bordo occidentale è limitato da una serie di faglie parallele sintetiche, generalmente denominate "*Faglia del Campidano*" immergenti verso i settori NORDORIENTALI, probabilmente già attive come faglie trascorrenti nel periodo Oligocene-Aquitano. Il rigetto di questa faglia durante la sua attività pliocenica è stimabile in almeno 500 m, in base allo spessore dei sedimenti sintettonici della formazione Samassi attraversata dai pozzi profondi eseguiti nel Campidano meridionale presso Villasor (Pecorini & Pomesano Cherchi, 1969) e settentrionale presso Oristano (Pomesano Cherchi, 1971).

#### 4.4.4. GEOTECNICA

Di seguito si riporta la definizione del modello geotecnico di sottosuolo. Tale modello è stato definito considerando gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici e geomorfologici individuati. Sono stati, inoltre, analizzati tutti i dati disponibili (rilievo geologico, risultati delle indagini in sito ed in laboratorio, rilievo della falda) per la definizione delle unità omogenee sotto il profilo fisico-meccanico, del regime delle pressioni interstiziali e dei valori caratteristici dei parametri geotecnici.

Al fine del dimensionamento delle opere si possono individuare quattro unità geotecniche, tre delle quali (UG1a, UG1b, UG1c) appartenenti all'unità geologica Pmv2 (depositi alluvionali antichi non terrazzati) e una (UG2) appartenente all'unità geologica e (depositi alluvionali e palustri attuali e recenti) rintracciata a fine lotto.

### UG1a – DEPOSITO GHIAIOSO

PROGETTAZIONE ATI:

L'unità UG1a rappresenta la porzione dei depositi alluvionali antichi non terrazzati (Pmv2) costituita da materiale a prevalente componente ghiaiosa in matrice sabbiosa limosa a volte debolmente argillosa, da sciolto a denso.

#### UG1b – DEPOSITO SABBIOSO

L'unità UG1b rappresenta la porzione dei depositi alluvionali antichi non terrazzati (Pmv2) costituita da materiale a prevalente componente sabbiosa in matrice limosa argillosa, da sciolto a molto denso.

#### UG1c – DEPOSITO LIMOSO ARGILLOSO

L'unità UG1c rappresenta la porzione dei depositi alluvionali antichi non terrazzati (Pmv2) costituita da materiale fortemente coesivo con una componente limosa argillosa prossima al 40%, da poco consistente a consistente, a volte molto consistente.

#### UG2 – DEPOSITO SABBIOSO GHIAIOSO

L'unità UG2 rappresenta la coltre superficiale dei depositi alluvionali e palustri attuali e recenti (e) costituita da materiale a grana grossa in scarsa matrice limosa argillosa. A circa 4,50 m si rinviene un livello decimetrico di materiale con abbondante frazione organica (torba).

parametri caratteristici

Con riferimento ai terreni precedentemente individuati si è proceduto a definire le caratteristiche fisico-meccaniche combinando i risultati delle prove di laboratorio e delle indagini in sito svolte nel corso delle diverse campagne d'indagini, mediante correlazioni proposte in letteratura e già ampiamente verificate sul piano sperimentale.

Sono stati quindi definiti per ciascuna unità geotecnica i valori caratteristici dei parametri di resistenza e deformabilità.

Tabella 4.3 Sintesi parametri caratteristici

Unità geotecnica		$\gamma_n$	$c'$	$\varphi'$	$c_u$	$E$
		(kN/m <sup>3</sup> )	(kPa)	(°)	(kPa)	(MPa)
UG1a	Deposito ghiaioso	20 ÷ 22	0 ÷ 5	34 ÷ 38	-	40 ÷ 60
UG1b	Deposito sabbioso	19 ÷ 20	5 ÷ 20	32 ÷ 36	-	20 ÷ 50
UG1c	Deposito limoso argilloso	19 ÷ 20	15 ÷ 30	26 ÷ 28	50 ÷ 200	10 ÷ 30
UG2	Deposito sabbioso ghiaioso	18 ÷ 20	0 ÷ 5	28 ÷ 32	-	20 ÷ 30

#### 4.4.5. SISMICA

Il territorio italiano, in base all'intensità e alla frequenza dei terremoti del passato, è classificato in quattro zone sismiche. Sino al 2003 il territorio nazionale era classificato in tre categorie sismiche a diversa severità, nel 2003 sono stati emanati i criteri della nuova classificazione sismica, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia un'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una certa intensità o magnitudo. A tal fine è stata pubblicata l'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003.

Tale provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le regioni, a cui lo stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio, hanno compilato l'elenco dei comuni con relativa attribuzione ad una delle quattro zone (e relative sottozone), a pericolosità decrescente, nelle quali è stato classificato l'intero territorio nazionale.

<b>Zona 1</b>	È la zona più pericolosa. La probabilità che capiti un forte terremoto è alta
<b>Zona 2</b>	In questa zona forti terremoti sono possibili
<b>Zona 3</b>	In questa zona i forti terremoti sono meno probabili rispetto alla zona 1 e 2
<b>Zona 4</b>	È la zona meno pericolosa: la probabilità che capiti un terremoto è molto bassa

Table 4-1 Descrizione zone sismiche, fonte Protezione Civile

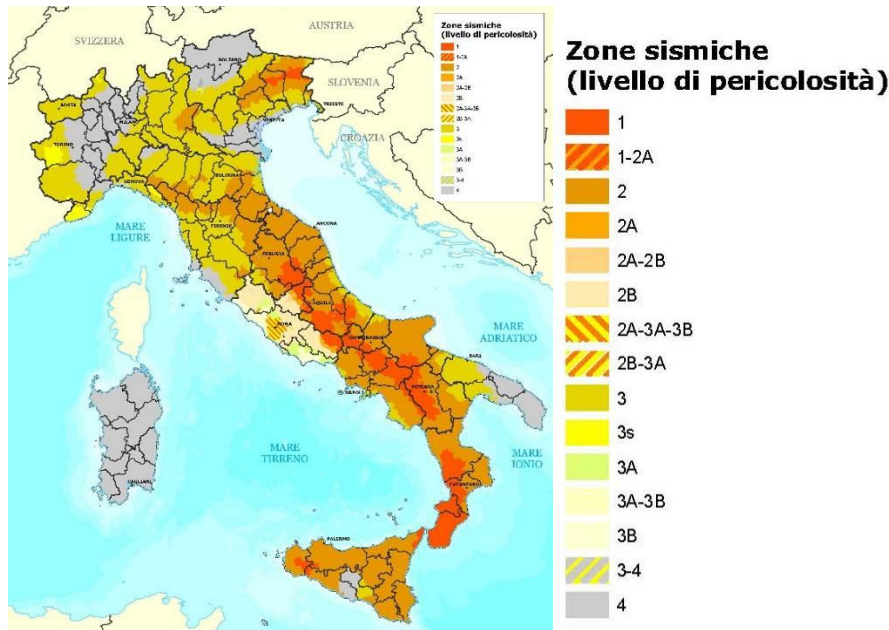


Figure 4-4 Stralcio classificazione sismica

L'attuazione dell'ordinanza n.3274 del 2003 ha permesso di ridurre notevolmente la distanza fra conoscenza scientifica consolidata e la sua traduzione in strumenti normativi e ha portato a progettare e realizzare costruzioni nuove, più sicure ed aperte all'uso di tecnologie innovative.

Le novità introdotte con l'ordinanza sono state pienamente recepite e ulteriormente affinate grazie anche agli studi svolti dai centri di competenza (INGV, Reluis, Eucentre). Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro, 2004), previsto dall'OPCM3274/03, è stato adottato con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3519 del 28 aprile 2006. Il nuovo studio di pericolosità allegato all'ordinanza ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio introducendo intervalli di accelerazione ( $a_g$ ), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni da attribuire alle 4 zone sismiche.

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g$ )
1	$a_g > 0.25$
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$
4	$a_g \leq 0.05$

Table 4-2 Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM3519/06)

PROGETTAZIONE ATI:

Con la Delibera n. 15/31 del 30.03.2004 la Giunta Regionale ha recepito la riclassificazione sismica dei comuni della Regione Sardegna contenuta nell'Allegato 1 all'Ordinanza PCM 3274/03 assegnando a tutti i comuni della Sardegna la zona sismica 4 che, nella classificazione sismica dei territori, rappresenta quella a rischio sismico molto basso.

Le NTC 2018, approvate con Decreto Ministeriale il 17 gennaio, definiscono le azioni sismiche di progetto in funzione della "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizione di campo libero sul sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita nelle categorie di sottosuolo), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$ , in alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica locale dell'area della costruzione.

Ai fini della normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento  $P_{VR}$ , nel periodo di riferimento  $V_R$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_o$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_c$  valore di riferimento per la determinazione del periodo inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Come indicato nel paragrafo 3.2 del D.M. 17/01/2018, per tali parametri si fa riferimento agli allegati A e B del Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti.

Isole	$T_R=30$			$T_R=50$			$T_R=72$			$T_R=101$			$T_R=140$			$T_R=201$			$T_R=475$			$T_R=975$			$T_R=2475$		
	$a_g$	$F_o$	$T_c$	$a_g$	$F_o$	$T_c$	$a_g$	$F_o$	$T_c$	$a_g$	$F_o$	$T_c$	$a_g$	$F_o$	$T_c$	$a_g$	$F_o$	$T_c$	$a_g$	$F_o$	$T_c$	$a_g$	$F_o$	$T_c$	$a_g$	$F_o$	$T_c$
Arcipelago Toscano, Isole Egadi, Pantelleria, Sardegna, Lampedusa, Linosa, Ponza, Palmarola, Zannone	0,186	2,61	0,273	0,235	2,67	0,296	0,274	2,70	0,303	0,314	2,73	0,307	0,351	2,78	0,313	0,393	2,82	0,322	0,500	2,88	0,340	0,603	2,98	0,372	0,747	3,09	0,401
Ventotene, Santo Stefano	0,239	2,61	0,245	0,303	2,61	0,272	0,347	2,61	0,298	0,389	2,66	0,326	0,430	2,69	0,366	0,481	2,71	0,401	0,600	2,92	0,476	0,707	3,07	0,517	0,852	3,27	0,564
Ustica, Tremiti	0,429	2,50	0,400	0,554	2,50	0,400	0,661	2,50	0,400	0,776	2,50	0,400	0,901	2,50	0,400	1,056	2,50	0,400	1,500	2,50	0,400	1,967	2,50	0,400	2,725	2,50	0,400
Alicudi, Filicudi,	0,350	2,70	0,400	0,558	2,70	0,400	0,807	2,70	0,400	1,020	2,70	0,400	1,214	2,70	0,400	1,460	2,70	0,400	2,471	2,70	0,400	3,212	2,70	0,400	4,077	2,70	0,400
Panarea, Stromboli, Lipari, Vulcano, Salina	0,618	2,45	0,287	0,817	2,48	0,290	0,983	2,51	0,294	1,166	2,52	0,290	1,354	2,56	0,290	1,580	2,56	0,292	2,200	2,58	0,306	2,823	2,65	0,316	3,746	2,76	0,324

Table 4-3 Valori  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_c$  per le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida e Capri

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi da eseguire con le modalità descritte nel capitolo 7 delle NTC 2018. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie sotto specificate, si può far riferimento ad un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$ . La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_{s,eq}$ , definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = H / (\sum_{i=1..N} (h_i / V_{s,i}))$$

$h_i$  spessore dell'i-esimo strato

$V_{s,i}$  velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato

$N$  numero di strati

PROGETTAZIONE ATI:

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia e terreno con  $V_s$  non inferiore a 800 m/s

La profondità H del substrato è calcolata a partire dal piano di imposta per le fondazioni superficiali, dalla testa dei pali per le fondazioni profonde e a partire dalla testa dell'opera per le opere di sostegno. Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono riportate in tabella:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Table 4-4 Categorie di sottosuolo per approccio semplificato da NTC 2018

Per qualunque condizione di sottosuolo, differente dalle cinque esposte in tabella, è necessario predisporre analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismica. Per le condizioni che ricadono nelle 5 categorie le azioni sismiche sono definite nel paragrafo 3.2.3 delle NTC 2018.

La classificazione sismica del sito e dei suoli delle aree interessate dal progetto è stata eseguita elaborando i risultati di alcune prospezioni Down Hole eseguite nell'ambito della campagna di indagini geognostiche e qui di seguito elencate:

Sondaggio	Down-hole	Numero misure	Profondità (m)	$V_{seq}$ (m/sec)	Categoria di suolo
S2	DH2	26	25,00	521,14*	B
S3	DH3	31	30,00	558,51	B
S6	DH6	31	30,00	587,82	B

Figure 4-5 Classificazione sismica dei suoli

Per tener conto delle condizioni topografiche si utilizzano i valori del coefficiente topografico S riportati nella tabella seguente in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento. La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base, dove ST assume valore unitario.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$

PROGETTAZIONE ATI:

T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$
----	--

Tabella 4.4 – Categorie topografiche

Categoria Topografica	Ubicazione dell'opera	ST
T1	-	1.0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

Tabella 4.5 - Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica ST (la variazione spaziale di ST è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo dalla sommità fino alla base dove ST=1,0).

Lungo il tracciato stradale in progetto è stata considerata la categoria topografica **T1** corrispondente al comparto di fondovalle.

#### 4.4.6. 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.

È possibile distinguere nell'area di studio almeno 3 complessi idrogeologici:

- **Complesso sabbioso ghiaioso:** impostato nei depositi fluviali olocenici distribuiti lungo gli alvei dei corsi d'acqua, è caratterizzato da granulometria grossolana e alta permeabilità. Non è considerato un acquifero rilevante poiché di estensione areale modesta, limitata agli alvei dei corsi d'acqua. È in connessione idraulica diretta con il sottostante complesso limoso-sabbioso-ghiaioso. Nella cartografia idrogeologica (T00GE00GEOCI01\_A) tale complesso affiora solo nel margine sudoccidentale, in corrispondenza del corso d'acqua Rio Santa Lucia.
- **Complesso limoso-sabbioso-ghiaioso:** è impostato prevalentemente entro i depositi fluviali pleistocenici e fluvio lascustri pleistocenici-olocenici e subordinatamente entro i depositi litorali. È caratterizzato da permeabilità media e medio bassa, in funzione della presenza di livelli a maggiore contenuto limoso. Questi livelli possono determinare variazioni verticali e locali della permeabilità.
- **Complesso idrogeologico dei depositi palustri e costieri:** caratterizzante l'area sud orientale corrispondente alla laguna di San Gilla, costituita da sedimenti fini argilloso-limosi con rari di livelli di sabbie e ghiaie fini e ricchi in sostanza organica. Tale complesso è caratterizzato da permeabilità bassa

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.

Il sub-complesso alluvionale superiore può essere schematizzato come un acquifero multifalda, caratterizzato da un'ampia variabilità degli orizzonti che lo costituiscono, in cui si possono distinguere una falda superficiale freatica e una falda confinata multistrato. Il grado di confinamento di questa

PROGETTAZIONE ATI:

seconda falda è molto variabile, in funzione della continuità locale degli orizzonti argilloso-limosi e delle modalità costruttive dei pozzi presenti nell'area, spesso realizzati con filtri che non garantiscono l'isolamento tra i due corpi idrici. Di conseguenza, a scala regionale, spesso i carichi idraulici associati alle due falde sopra descritte tendono a coincidere.

Studi pregressi (Cas. Mez, 1986) hanno individuato lo spessore e l'andamento del complesso alluvionale superiore, attraverso prospezione geoelettriche appoggiate a misure di taratura in corrispondenza di perforazioni. In particolare, lo studio mette in evidenza una vasta zona di conoidi che si estende al piede degli affioramenti paleozoici lungo il margine Orientale Campidano. Al di sotto di tali depositi il complesso diventa progressivamente più argilloso, e il più delle volte, sterile.

Nel dettaglio, dalle indagini dirette eseguite, risulta che le formazioni prevalentemente sabbiose-ghiaiose, presenti per almeno 15-25 metri di profondità dal piano campagna, anche se localmente vi si intercalano strati limosi argillosi di ridotta estensione laterale, costituiscono un acquifero freatico poggiate su uno strato argilloso limoso (*aquiclude o aquitard*).

L'area delle saline, che si sovrappone parzialmente al complesso sabbioso-ghiaioso e quello dei depositi palustri, potrebbe generare anche se posta a livello del mare, delle anomalie nella circolazione idrica sotterranea, per l'ampia superficie coinvolta dalle vasche.

Il flusso dell'acqua sotterranea naturale è diretto da NO verso SE, in direzione dello Stagno di Cagliari. Di seguito si riportano i punti di monitoraggio con i quali è stato ricostruito l'assetto locale dell'idrogeologia, si è fatto riferimento oltre che ai piezometri installati, anche ai sondaggi in cui è stata individuata in fase di esecuzione la falda.

Sondaggio	Anno esecuzione	Strumentazione / Misura	Anno misura	Quota boccapozzo (mslm)	Soggiacenza (m)
S12	2003	Lettura livello	2003	11,3	<b>8,5</b>
S13	2003	Lettura livello	2003	10,6	<b>8,5</b>
S14	2003	Lettura livello	2003	3,9	<b>1,8</b>
S15	2003	Lettura livello	2003	3,3	<b>1,7</b>
P15*	2010	Lettura livello	2010	2,9**	<b>1,4</b>
S5	2018	Piezometro T.A.	2018	5,6**	<b>8,6</b>
S9	2020	Piezometro T.A.	2020	9,9	<b>7,8</b>
S11	2020	Piezometro T.A.	2020	10,65	<b>7,6</b>

\*Indagini OCS \*\*quote estrapolate da modello digitale del suolo

#### 4.4.7. ACQUE SUPERFICIALI

##### 4.4.7.1. Analisi idrologica

L'individuazione del reticolo idrografico e la caratterizzazione fisiografica dei bacini è stata condotta in conformità a:

- Tavole I.G.M. alla scala 1:25.000;
- Reticolo idrografico ufficiale della Regione Autonoma della Sardegna;
- DTM, di maglia 1 x 1 m;
- Rilievo celerimetrico appositamente realizzato per il presente progetto.

La perimetrazione dei bacini è stata limitata ai soli corsi d'acqua interferenti con le opere in progetto congiuntamente ai fossi realizzati per il drenaggio delle acque superficiali afferenti all'opera in progetto che vedono la sezione di chiusura in corrispondenza dei compluvi. Per ciascun bacino individuato, sono state determinate:

- Superficie del bacino A [km<sup>2</sup>], attraverso elaborazione GIS;
- Altitudine massima  $H_{max}$  [m.s.l.m.], altitudine media  $H_{mean}$  [m.s.l.m.], altitudine minima (altitudine sezione di chiusura)  $H_{min}$  [m.s.l.m.], attraverso un'elaborazione di analisi statistica in

PROGETTAZIONE ATI:

GIS (valore medio, minimo e massimo) sulle quote altimetriche delle celle del DTM racchiuse all'interno del perimetro di ciascun bacino idrografico analizzato;

- Pendenza media del bacino SL [m/m]: attraverso elaborazione GIS, analizzando le pendenze medie delle celle del modello digitale ricadenti all'interno del bacino in questione;
- Lunghezza dell'asta L [km]: rappresentando digitalmente il corso d'acqua e stimandone la lunghezza in GIS.

Le caratteristiche fisiografiche dei principali bacini individuati sono illustrate in Tab. 4. La delimitazione dei bacini, effettuata su base cartografica CTR 1: 10.000, è riportata nei relativi elaborati grafici (Corografia), assieme alle interferenze tra reticolo idrografico e gli interventi in progetto.

Tab. 4 Caratteristiche fisiografiche e morfometriche dei bacini.

BACINO ID	A [km <sup>2</sup> ]	H			L [km]	SL %
		min [m s.l.m.]	max [m s.l.m.]	mean [m s.l.m.]		
IMBOI - B.01	4.0	9	40	22	4.2	3.0
IMBOI - B.02	8.7	6	45	22	5.8	4.0
IMBOI - B.03	12.5	2	45	19	7.0	4.0
C.01	0.5	5	15	7	1.6	0.6
C.02	0.5	3	14	7	1.6	0.6

Una volta stabiliti i parametri delle curve di possibilità pluviometrica da utilizzare, i valori di durata critica e di CN per ciascun bacino, sono state ricavate le altezze di pioggia lorda per assegnato tempo di ritorno.<sup>5</sup>

Rimandando alle relazioni specialistiche di progetto per gli approfondimenti, di seguito si riportano i valori adottati nel progetto in esame per le verifiche idrauliche in termini di parametri idrologici e valori di portata di riferimento.

Le curve di possibilità climatica adottate, ottenute in base alla regionalizzazione di primo livello, sono le seguenti.

Tab. 5 Parametri delle curve di possibilità pluviometriche.

TR	2	5	10	20	25	50	100	200	500
a	22.75	34.64	46.46	59.97	64.85	81.48	101.14	123.33	153.06
n	0.376	0.357	0.335	0.331	0.332	0.337	0.333	0.325	0.317

Nella tabella a seguire sono descritti i valori di portata di progetto duecentennale dei bacini individuati come interferenti al tracciato stradale. Si evidenzia per ciascun bacino il valore di portata specifica q, ottenuto rapportando la portata al colmo con la superficie sottesa.

Tab. 6 Valori delle portate al colmo TR200 anni nella sezione di chiusura di ciascun bacino.

Bacino ID	Area (km <sup>2</sup> )	Q <sub>200</sub> [m <sup>3</sup> /s]	q (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> km <sup>-2</sup> )	PAI/PGRA/PSFF
B.01	4.0	43	11	Hi1
B.02	8.7	96	11	Hi1

<sup>5</sup> Si rimanda alla lettura delle relazioni idrologiche e idrauliche di progetto per la trattazione completa.



<b>B.03</b>	12.5	127	10	Hi1
<b>C.01</b>	0.5	5	11	Assente
<b>C.02</b>	0.5	5	11	Assente

In termini di pericolosità, in corrispondenza del tracciato di progetto il canale Imboi, interferente con l'opera, risulta mappato PAI e PSFF in termini di Hi1.

Le mappe del PGRA non riportano scenari di pericolosità nei pressi dell'opera in progetto.

In termini di rischio, la mappa del PAI interessa principalmente il Riu Santa Lucia, non interferente con l'opera connessa nord.

#### 4.4.7.2. Studio idraulico – canale Imboi e idraulica di versante

L'area oggetto del presente studio è situata tra la periferia sud di Macchiareddu e lo sbocco in mare tra lo stagno di Capoterra, stagno di Conti Vecchi e le saline di Santa Gilla. Il corso d'acqua denominato canale Imboi nasce per collettare le acque che da ovest drenano verso est e quindi verso le saline e che sono state intercluse con la realizzazione della strada Consortile Macchiareddu.

Il corso d'acqua di natura antropica nasce a sud dello svincolo della strada consortile con la SP1 e prosegue verso sud-est in direzione mare con una sezione trapezia rivestita in cls per uno sviluppo di circa 4,75 km per poi proseguire a mare con una sezione naturale in terra.

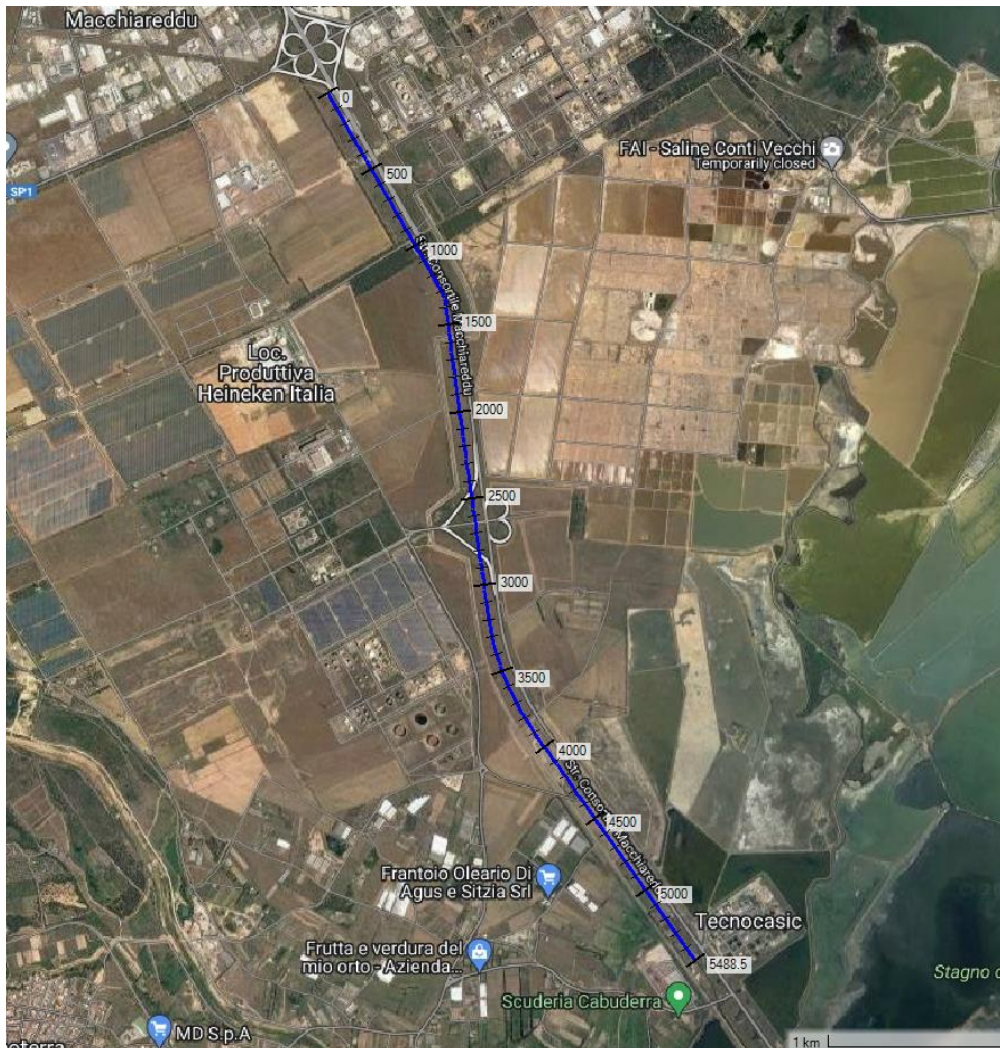


Figura 4.23 – Inquadramento planimetrico del canale Imboi

PROGETTAZIONE ATI:

La sezione trapezia rivestita in lastre in cls ha una base di larghezza media pari a circa 2.5 m, le sponde hanno una pendenza di 3/2 e sono rivestite per un'altezza media della sezione di deflusso di circa 1.7 m, dopodichè è presente una banca di circa un metro su entrambe le sponde per poi proseguire con una scarpata in terra sempre con pendenza 3/2 che si raccorda al piano campagna.

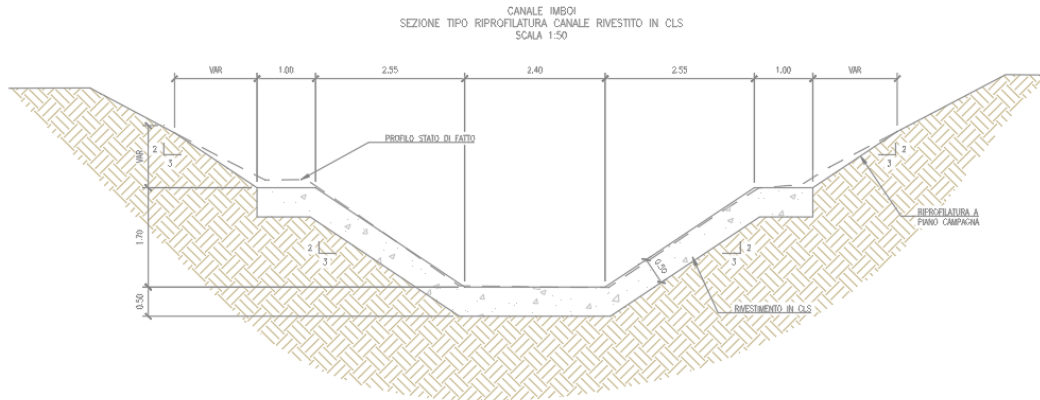


Figura 4.24 – Sezione tipo canale Imboi (tratto rivestito)

Lungo il tratto di canale sono presenti 7 attraversamenti di diversa natura, di seguito si riportano alcune immagini fotografiche rimandando all'elaborato specifico di progetto con la documentazione fotografica di tutti gli attraversamenti presenti.



Figura 4.25 – Dettagli fotografici del canale Imboi e di un attraversamento

Dal punto di vista dell'analisi idraulica, le verifiche si sono distinte tra i corsi d'acqua principali (Imboi) (codifica B nella tabella di bacino) e quelli NON censiti nel reticolo regionale (denominati compluvi, codifica C nella tabella di bacino).

I corsi d'acqua principali sono normalmente analizzati mediante modellistica numerica; nel caso specifico del Canale Imboi la verifica è stata condotta con metodologia bidimensionale mediante software Hec Ras versione 6.3.1, attuando scenari ANTE e POST OPERAM.

I compluvi sono stati invece approcciati mediante metodologia Inlet/Outlet control.

Le geometrie utilizzate per i modelli numerici derivano tutte dal rilievo celerimetrico/aerofotogrammetrico appositamente realizzato e dai sopralluoghi effettuati.

Dall'analisi dei risultati della simulazione ante – Operam si evince un diffuso e generalizzato allagamento, con sormonto della strada consortile principalmente in corrispondenza della fascia

PROGETTAZIONE ATI:

tubiera e dello svincolo intermedio. Si evidenzia che la strada consortile esistente ha quota altimetrica prossima al piano campagna, pertanto a rischio sormonto.

La configurazione post Operam prevede il nuovo rilevato stradale SS195 Opera Connessa Nord, con mantenimento dell'attuale attraversamento della fascia tubiera ma adeguamento di tutti i restanti attraversamenti (anche delle rampe).

L'intervento necessita della deviazione di un tratto del canale Imboi, al fine di ottimizzare l'intersezione tra tracciato stradale e quello del canale artificiale.

La dinamica di propagazione della piena duecentennale in tal configurazione evidenzia come l'acqua rimane all'interno del canale e gli attraversamenti sono dimensionati con garanzia di 1.5 m rispetto al ciglio spondale del canale.

Il passaggio sulla fascia tubiera definisce l'inizio di raccordo con la viabilità esistente, che si conclude qualche centinaia di metri più a nord: in tale tratto l'intervento progettuale è inteso di raccordo obbligatorio con la viabilità esistente. Come si evince dalle cartografie degli allagamenti in tale tratto la viabilità in progetto è lambita dall'esonazione dovuta al restringimento della sezione di deflusso nel passaggio al di sotto della fascia tubiera del canale. Per risolvere tale nodo di raccordo stradale è stata studiata una livelletta di progetto tale da mantenere la viabilità in progetto in asciutto rispetto alla piena duecentennale con un minimo franco di sicurezza (3 m circa). Il campo di moto nelle zone di espansione della piena che lambiscono il rilevato stradale in progetto sono prossime allo zero scongiurando pertanto eventuali azioni erosive alla struttura viaria.

L'intervento progettuale è di potenziamento e raccordo con la viabilità esistente, 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.

Si riportano di seguito le verifiche dei franchi idraulici degli attraversamenti, sia sul canale principale che sui compluvi.

**Tabella 6 – Franco idraulico attraversamenti (canale principale Imboi)**

Evento di piena	Attraversamento	Sezione di controllo di riferimento	Quota di intradosso di riferimento	Livello di piena	Fr (NTC)	Fr (calcolato)
			(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(m)
TR200	rampa A – tratto1	SEZ.B	12,16	10,66	1,5	1,50
TR200	Cavalcavia – tratto2	SEZ.C	19,98	10,48	1,5	9,50
TR200	Asse principale – tratto 4	SEZ.E	14,27	9,91	1,5	4,36

**Tabella 7 - Franco idraulico attraversamenti (compluvi)**

Interferenza	Attraversam.	Portata	Tirante	Altezza critica	Velocità di moto uniforme	Franco NTC 2018	Franco calcolato
id	pk	TR=200	h	y <sub>c</sub>	V	F(min)	F
		(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m/s)	(m)	(m)
C.01	TM01	5.2	1.33	0.69	2.95	0.67	0.67
C.02	TM02	5.2	1.33	0.69	2.95	0.67	0.67

#### 4.4.7.3. 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.

#### 4.4.8. I RISCHI DI INQUINAMENTO CONNESSI ALLA PRESENZA DEL SITO INQUINATO DI ASSEMINI

Il progetto si inserisce nella sua interezza all'interno del vasto sito inquinato di Assemini, del quale si è già trattato al paragrafo 3.5. "La disciplina relativa ai siti inquinati".

L'area di Assemini – 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).

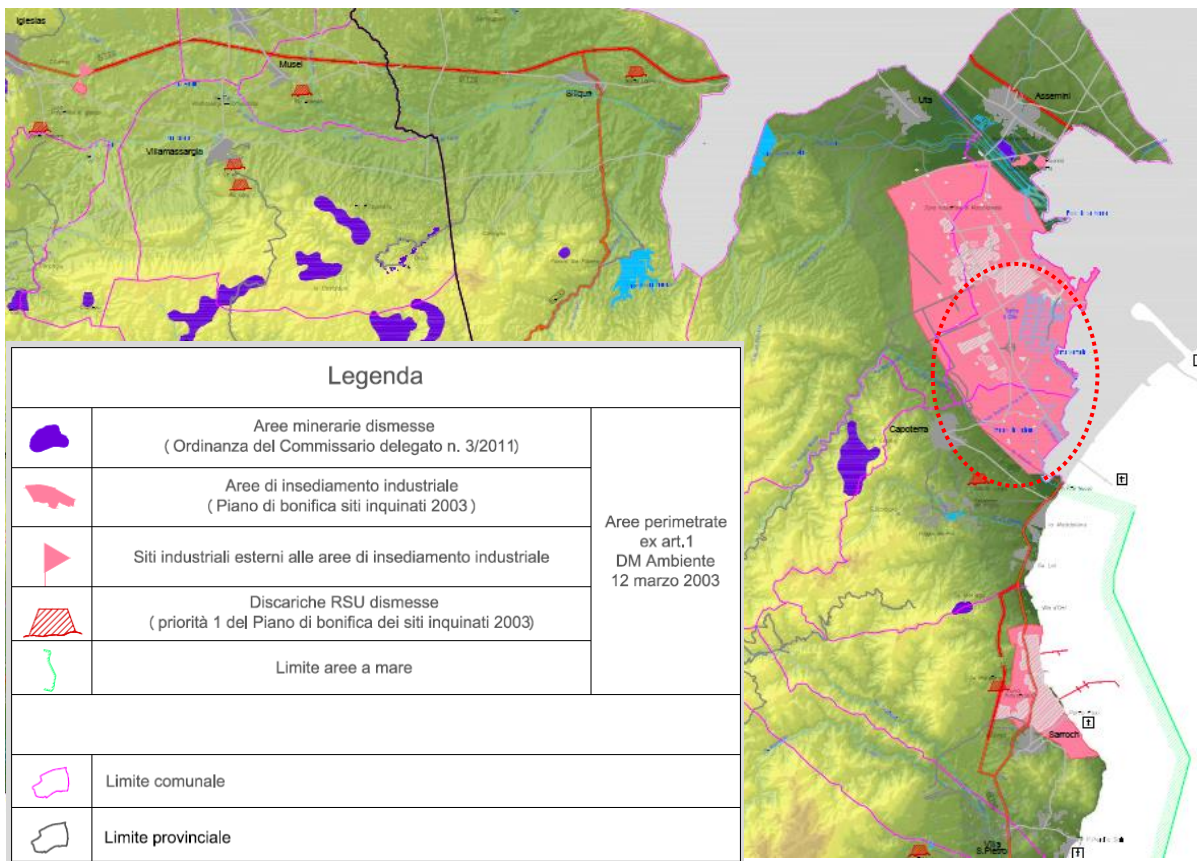


Figura 4.26: Perimetrazione del SIN del Sulcis Iglesiente Guspinese, area di Assemini – Macchiareddu. Nell’ovale è evidenziata l’area di intervento.

Come riportato nel Piano Regionale Bonifica Siti Inquinati della Regione Sardegna (agg, 2018), l’agglomerato di Macchiareddu è dominato dallo stabilimento petrolchimico della Syndial e da quello di Fluorsid, oltre che da numerose attività di servizio alla produzione.

I contaminanti principali di conseguenza sono quelli legati ai cicli produttivi del cloro soda e del dicloroetano, ovvero Idrocarburi, BTXES, IPA, alifatici clorurati e alogenati.

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<sup>6</sup>

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.

Di seguito si descrivono le caratteristiche dei tre interventi più prossimi all’intervento: area Is Campus, Deposito Costiero e Impianti.

<sup>6</sup> Fonte – ENI Rewind - <https://www.eni.com/enirewind/it-IT/bonifiche/progetti-bonifica-assemini.html>

**Area Is Campus**



**Figura 4.27: Perimetrazione area Is Campus**

**STATO DEL PROCEDIMENTO:** Progetto di bonifica della matrice suolo insaturo e delle acque di falda approvato dal ministero dell’Ambiente nel 2015.

**BREVE DESCRIZIONE PROGETTO/TECNOLOGIE:** l’area è di proprietà del consorzio CACIP (ex CASIC) e si trova lungo l’oleodotto di collegamento tra l’Area Impianti, il Deposito Costiero e Radice Pontile. A causa della contaminazione provocata dallo sversamento di dicloroetano, avvenuta nel maggio 2005, Is Campus è soggetta a un iter di bonifica sotto la responsabilità di Eni Rewind. Gli interventi per il suolo insaturo prevedono il trattamento delle sorgenti di contaminazione del suolo mediante l’applicazione della tecnologia in situ Multi-Phase Extraction (MPE). Gli interventi per la falda hanno previsto la realizzazione di una barriera di palancole metalliche lunga 850 metri, l’installazione di 110 piezometri con sistema di emungimento Pump & Treat e l’applicazione delle tecnologie Multi Phase Extraction ed Enhanced Natural Attenuation (ENA)

**STATO AVANZAMENTO ATTIVITÀ:** Attività in corso. Per il suolo sono state completate le attività di installazione del modulo Pilota Multi-Phase Extraction (MPE). Per la falda è stato avviato il modulo pilota Multi-Phase Extraction (MPE) preliminare alla realizzazione dell’impianto full scale. Il completamento delle attività è previsto nel 2026.

PROGETTAZIONE ATI:

### Deposito Costiero



**Figura 4.28: Perimetrazione area Deposito costiero**

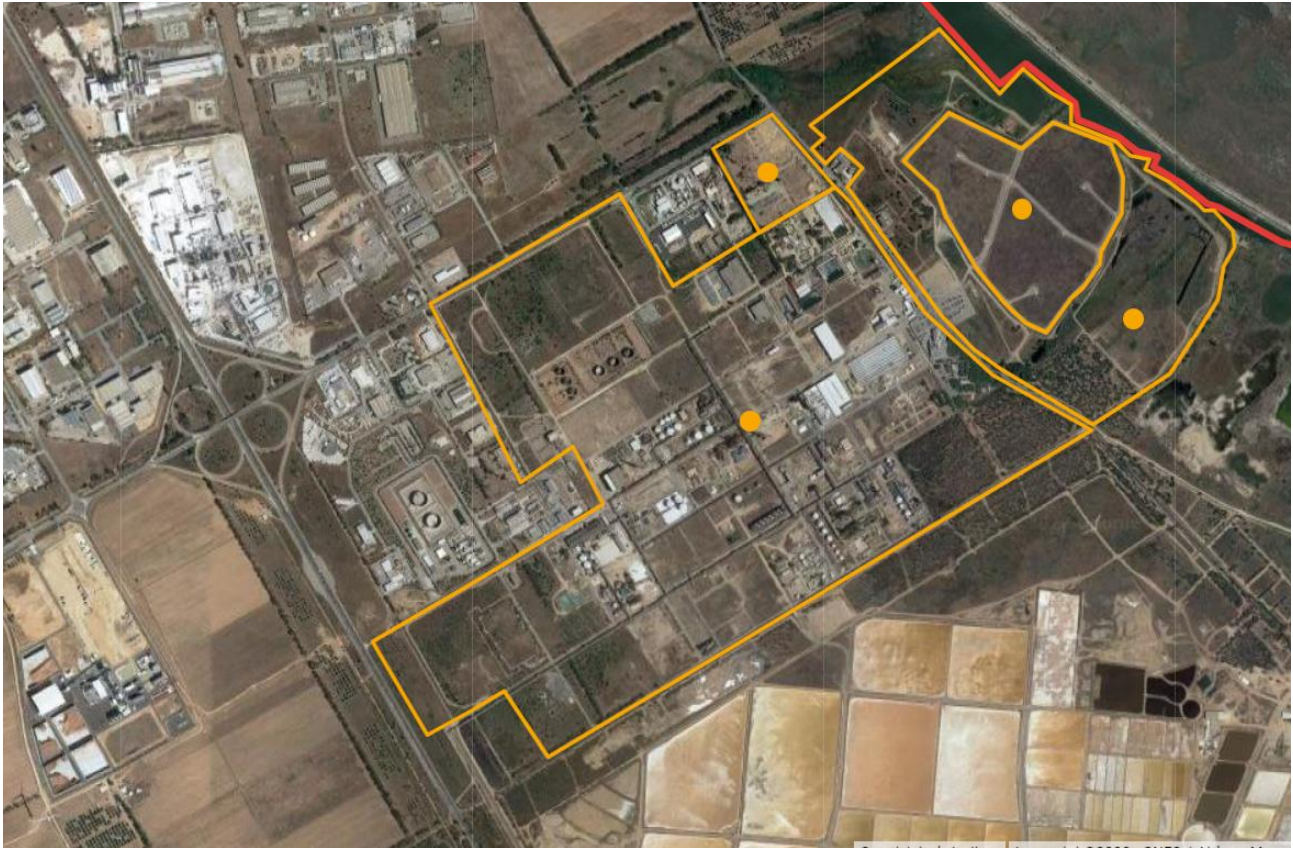
**STATO DEL PROCEDIMENTO:** Progetto operativo di bonifica area Deposito Costiero approvato nel 2017 con decreto del ministero dell’Ambiente. La variante al progetto presentata nel 2019 è in istruttoria.

**BREVE DESCRIZIONE PROGETTO/TECNOLOGIE:** nel 2009 è stata attivata, in regime di messa in sicurezza d’emergenza, una barriera idraulica composta da 20 pozzi di emungimento. È in fase di progettazione un impianto di trattamento delle acque dedicato all’area. È inoltre prevista la realizzazione di tre pozzi di emungimento per la rimozione dei contaminanti e di un impianto per l’applicazione della tecnologia in situ Enhanced Natural Attenuation (ENA).

**STATO AVANZAMENTO ATTIVITÀ:** è stata conclusa la realizzazione dei pozzi di emungimento e avviata la realizzazione dell’impianto per l’applicazione della tecnologia in situ Enhanced Natural Attenuation (ENA).

PROGETTAZIONE ATI:

**Area Impianti**



**Figura 4.29: Perimetrazione area Impianti**

**STATO DEL PROCEDIMENTO:** Progetto di bonifica del suolo e della falda relativo all'Area Impianti approvato nel 2015 con decreto del ministero dell'Ambiente. L'Area Impianti comprende la zona degli impianti della Ing. Luigi Conti Vecchi e della Società Chimica Assemini.

**BREVE DESCRIZIONE PROGETTO/TECNOLOGIE:** è prevista la rimozione delle sorgenti di contaminazione e l'interruzione dei percorsi di esposizione ai contaminanti per il terreno insaturo e per l'acqua sotterranea. Gli interventi per i suoli comprendono lo scotico superficiale per un totale di 14.000 m<sup>3</sup> con relativo smaltimento, l'impermeabilizzazione superficiale con capping dell'area e le attività di Soil Vapor Extraction (SVE) e di Enhanced Natural Attenuation (ENA).

Gli interventi per la falda, avviati durante la fase della messa in sicurezza di emergenza, contemplano una barriera idraulica di emungimento costituita da 13 pozzi, l'applicazione combinata delle tecnologie in situ Air Sparging & Soil Vapor Extraction (AS/SVE), oltre all'impiego della tecnologia in situ Enhanced Natural Attenuation (ENA).

**STATO AVANZAMENTO ATTIVITÀ:** per il suolo è stata completata l'ingegneria esecutiva dello scotico superficiale ed è stato assegnato l'incarico dei lavori. Per la falda è stata eseguita la prova pilota per l'impianto Air Sparging e Soil Vapour Extraction (AS/SVE) e avviata la gara per l'applicazione full scale. Sono in fase di installazione i moduli 1, 2 e 5 della tecnologia Enhanced Natural Attenuation (ENA).

PROGETTAZIONE ATI:



Si rammenta che, sulla base di quanto previsto dall'art. 242-ter del D.Lgs. 152/06 (1) "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.

Le indagini pregresse, svolte da Syndial lungo l'oleodotto e all'interno dell'area Is Campus, hanno evidenziato la presenza di sorgenti secondarie di contaminazione in diverse matrici ambientali; nel suolo superficiale, nel suolo profondo e nelle acque sotterranee. Nei mesi di novembre 2020 e gennaio 2021, Anas ha eseguito ulteriori indagini ambientali con prelievo di campioni di terreno da sottoporre ad analisi di laboratorio. I risultati analitici conseguiti sono stati confrontati con le CSC indicate dal D.Lgs. 152/06 per siti ad uso commerciale e industriale ed hanno restituito per tutti i campioni e per tutti i parametri ricercati, concentrazioni inferiori alle corrispondenti CSC di riferimento.

PROGETTAZIONE ATI:

## 4.6. ARIA E CLIMA

### 4.6.1. CLIMATOLOGIA E METEOROLOGIA

La conoscenza dettagliata delle caratteristiche fisiche dei bassi strati dell'atmosfera, unita ad informazioni sulle emissioni e le reazioni chimiche intercorrenti tra i vari inquinanti, è un elemento basilare per comprendere e prevedere fenomeni di inquinamento atmosferico.

Nel presente studio, l'analisi meteorologica viene effettuata:

- dapprima analizzando i dati CLINO (acronimo di CLImate NOrmals) per il trentennio 1961-1990, elaborati dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare;
- quindi analizzando i dati dell'Atlante Climatico, elaborato dal Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare, per il trentennio 1971 – 2000.

Tutto ciò consente di trarre conclusioni sulle caratteristiche fisico-meteorologiche medie diurne e notturne in tutte le stagioni.

#### 4.6.1.1. Caratteristiche a scala sinottica e a mesoscala: loro interazione con la scala locale

A nostra conoscenza, le caratteristiche meteo-climatiche nella bassa Sardegna non sono state specificatamente analizzate in lavori scientifici. In alcuni articoli recenti, tuttavia, si è posta l'attenzione sui cambiamenti climatici degli ultimi decenni anche relativamente a tale area del nostro Paese, con particolare riferimento ai trend climatici di temperatura e precipitazione<sup>7</sup>.

In questo contesto, si inquadrerà il clima della bassa Sardegna nell'ambito della circolazione mediterranea e dei fenomeni ad essa correlati, come si evincono da analisi a più grande scala<sup>8</sup> e da considerazioni di climatologia a mesoscala e a carattere locale.

Come noto, i moti a grande scala, che coinvolgono spostamenti di masse d'aria di caratteristiche termodinamiche diverse su distanze di migliaia di km, sono i responsabili del ricambio completo di aria su vaste zone.

La loro azione viene ovviamente influenzata dalla struttura del territorio a mesoscala (poche centinaia di km). I moti e i processi a queste scale spaziali rappresentano il termine forzante per i cambiamenti dell'aria su un determinato sito sulla scala temporale di alcuni giorni. Essi tuttavia interagiscono fortemente con altri moti e processi a scala locale (decine di km). Al limite, nel caso di condizioni pressoché stazionarie a grande scala, i moti e i processi a scala locale diventano dominanti per stabilire le caratteristiche fisiche dei bassi strati dell'atmosfera sul sito di interesse.

Ebbene, la bassa Sardegna è dominata dalla circolazione a grande scala nel bacino del Mediterraneo.

Questi moti a scala sinottica sono guidati dal posizionamento di centri di azione a carattere globale come l'anticiclone dinamico delle Azzorre, quello termico siberiano, la depressione di Islanda e infine quella sahariana, la cui influenza pure si risente in diversi casi alle latitudini di interesse. Nel periodo che va dall'autunno inoltrato alla prima parte della primavera, il posizionamento di questi centri di azione permette l'ingresso sull'area di interesse di depressioni, di volta in volta con un tragitto differente, il che regola la presenza di precipitazioni e la rotazione dei venti in loco.

Nel restante periodo dell'anno, quando mediamente sono più frequenti i casi di presenza di un campo di pressioni alte e livellate sulla bassa Sardegna con precipitazioni più scarse, diventano più importanti gli effetti dovuti alla scala locale, dove il mare (e il contrasto termico che si origina con l'entroterra) rappresenta ovviamente l'elemento forzante.

<sup>7</sup> E. Piervitali, M. Colacino e M. Conte (2001), *Signals of Climatic Change in the Central-Western Mediterranean Basin*, *Theor. Appl. Clim.* 58, 211-219 e M. Brunetti, M. Colacino, M. Maugeri e T. Nanni (2001), *Trends in the daily intensity of precipitation in Italy from 1951 to 1996*, *Int. J. Clim.* 21, 299-316.

<sup>8</sup> Servizio Meteorologico dell'Aeronautica, *Atlante climatico d'Italia (in stampa)* e M. Giuliacci, S. Abelli e G. Dipierro (2001), *Il clima dell'Italia nell'ultimo ventennio*, Alpha Test edizioni.

PROGETTAZIONE ATI:

Tra i venti originati sulla bassa Sardegna da configurazioni bariche a scala sinottica e a mesoscala, particolarmente tipici sono il Maestrale e lo Scirocco.

Il Maestrale, vento proveniente da nord-ovest, porta aria fredda sulla bassa Sardegna e favorisce la dispersione di inquinanti; lo Scirocco, vento da sud-est, porta invece sulla zona aria calda e umida, accentuando la stratificazione ai bassi livelli dell'atmosfera e reprimendo i moti verticali, fattori questi negativi per la qualità dell'aria.

A scala locale il fenomeno più significativo è ovviamente quello delle brezze dovute al riscaldamento differenziale di mare e superficie terrestre (mediamente 8 m/s dai quadranti occidentali durante il giorno e 3 m/s dai quadranti orientali durante la notte).

Come già detto, questo fenomeno diventa statisticamente dominante nel periodo estivo.

Inoltre, un'analisi sinottica delle carte di pressione al suolo mediate sugli ultimi 20 anni<sup>9</sup> (riportate nelle Figura 4.30 e Figura 4.31), mostra come in autunno e in inverno la configurazione barica media favorisca il provenire dei venti da est o est-sud-est sulla zona di interesse.

Nelle altre stagioni le mappe analoghe (non riportate) mostrano un gradiente medio di pressione più lasco che non permette di individuare una direzione prevalente di origine sinottica.

Dunque in primavera inoltrata e in estate, quando la circolazione a grande scala è mediamente debole, sulla bassa Sardegna il fenomeno più significativo è ovviamente quello delle brezze diurne e notturne dovute al riscaldamento differenziale di terra e mare.

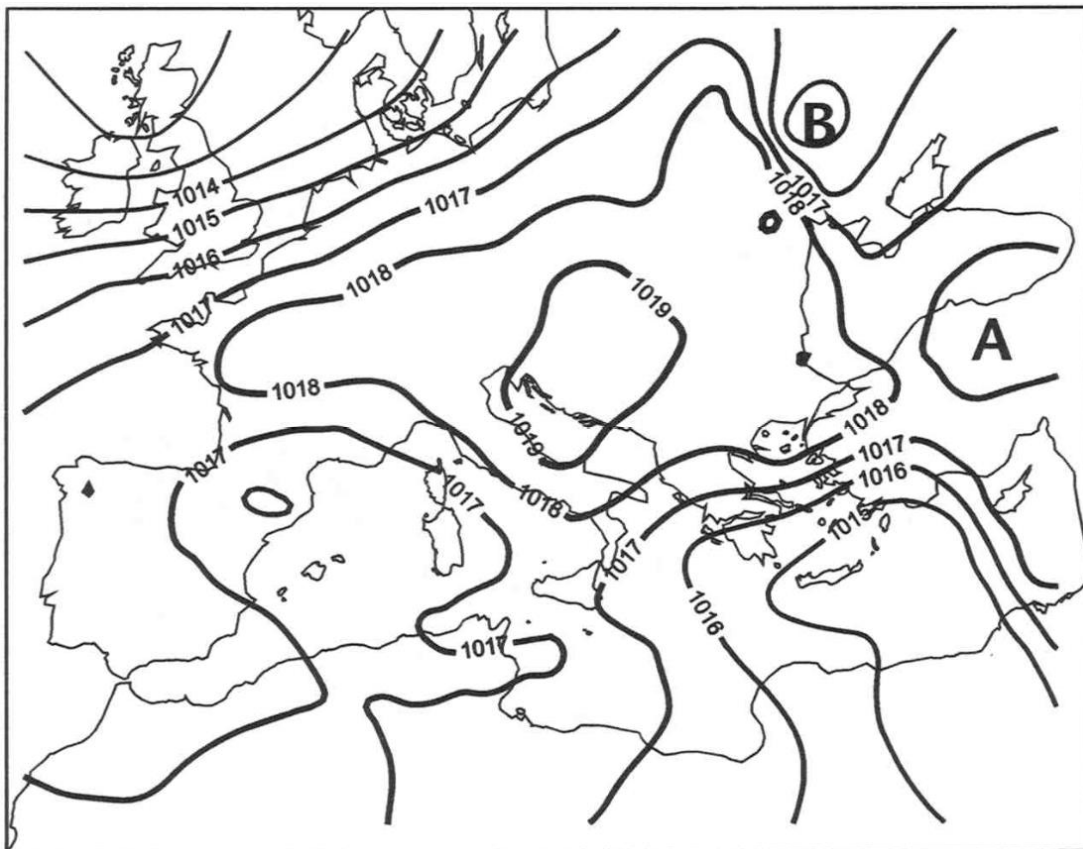


Figura 4.30 Media della pressione atmosferica al livello del mare in autunno

<sup>9</sup> M. Giuliacci, S. Abelli e G. Dipierro (2001), *Il clima dell'Italia nell'ultimo ventennio*, Alpha Test edizioni

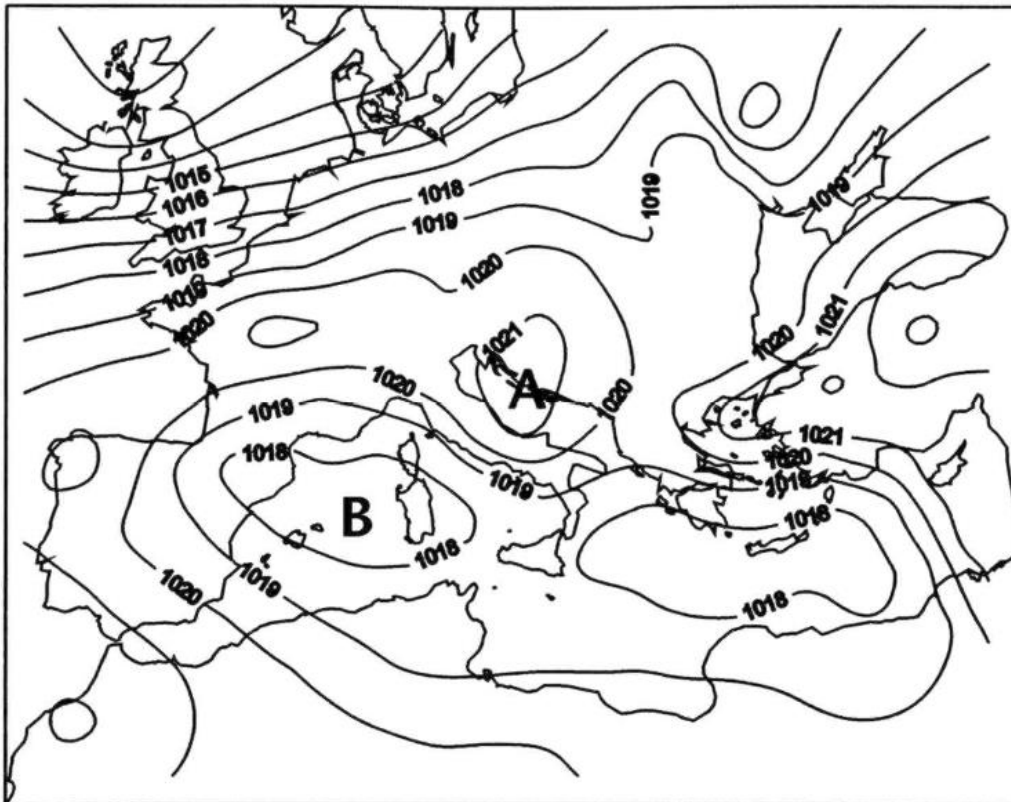


Figura 4.31 Media della pressione atmosferica al livello del mare in inverno

Da quanto sopra emerge che la bassa Sardegna è caratterizzata da condizioni meteorologiche e climatiche differenziate la cui ricorrenza scandisce i ritmi stagionali del clima: durante il semestre freddo è ricorrente una configurazione barica depressionaria al suolo centrata fra la Sardegna ed il Mar Adriatico e compresa tra l'anticiclone atlantico e l'anticiclone asiatico. Questa è la condizione tipica in cui le masse d'aria freddo-umida investono l'isola producendo effetti di vorticità, marcata ventosità, nuvolosità interna e precipitazioni a carattere di rovescio, alle quali seguono, dopo breve tempo, ampie schiarite.

Un altro ricorrente regime di depressione presenta formazioni cicloniche che si originano sull'Europa occidentale e che si spostano verso est, nord-est. Tali condizioni si presentano generalmente in autunno e in primavera con flusso di aria relativamente calda e umida dei quadranti sud-occidentali. L'impatto di tali masse d'aria con le coste occidentali e i rilievi montuosi dell'isola produce abbondante nuvolosità e precipitazioni intense e continue.

Nel semestre caldo, il Mediterraneo occidentale rimane sotto l'influenza dell'anticiclone delle Azzorre: in tali condizioni si ha notevole insolazione, scarsa nuvolosità e ventilazione debole a prevalente regime di brezza.

In sintesi la Sardegna, collocata al centro del bacino del Mediterraneo, si trova in una fascia di transizione tra le aree tropicali e quelle temperate: nelle prime l'andamento stagionale è marcato dalle forti variazioni delle precipitazioni, nelle seconde da accentuate variazioni della temperatura. La Sardegna, posta circa a metà tra i due tipi climatici, presenta marcate variazioni stagionali sia per quanto riguarda le piogge che le temperature, senza tuttavia raggiungere valori estremi.

I fattori locali influenzano notevolmente la temperatura, che in prossimità della costa risulta pertanto mediamente più mite, con inverni non eccessivamente freddi ed estati più fresche. La distanza dal mare influisce anche sulla variabilità termica tra un giorno e l'altro, con differenze termiche minori, sia per le temperature minime che per le massime, nelle aree costiere.

PROGETTAZIONE ATI:

Le precipitazioni invece dipendono dalle modalità con cui le perturbazioni si manifestano nell'isola, definendo tre diversi regimi di precipitazione: nord-occidentale, sud-orientale e sud-occidentale (quest'ultimo include l'area oggetto dell'intervento). In generale comunque il numero medio di giorni piovosi (con almeno 1 mm di pioggia) si attesta tra 50 e 100 giorni, con valori più elevati nelle aree montuose (area del Gennargentu), mentre la maggiore frequenza di eventi di precipitazione si riscontra nella porzione nordoccidentale dell'Isola. L'andamento delle piogge nel XX secolo, analizzato dal Servizio Agrometeorologico Regionale, mostra un'alternanza di stagioni più secche con altre più piovose, ma senza un andamento caratteristico.

Infine, per quanto riguarda i venti, la regione è caratterizzata da rari giorni di assenza di vento o con venti leggeri; in particolare, i giorni a predominanza di vento forte (velocità superiore a 13,5 m/s) sono distribuiti nel periodo invernale, tra dicembre e marzo, mentre i venti moderati (velocità tra 8 e 13,5 m/s) prevalgono nel periodo estivo, tra giugno e settembre. I venti deboli risultano variamente distribuiti nell'isola, poiché fortemente influenzati dalle condizioni locali, dalla vicinanza al mare, dall'orografia.

#### 4.6.1.2. L'analisi dei dati CLINO per il trentennio 1961-1990

Si riportano di seguito i dati CLINO (acronimo di CLImate NOrmals), rilevati nella stazione 560 di Cagliari Elmas (ubicata presso l'aeroporto di Cagliari a 2 ms.l.m.) nel trentennio 1961-1990.

Mese	Tx1d	Tx2d	Tx3d	Tx-m	Tn1d	Tn2d	Tn3d	Tn-m	Tx>S	Tn<I	OT>S	OT<I
gennaio	14,2	14,0	14,5	14,2	5,5	5,7	5,9	5,7	0,0	28,2	0,0	11,0
febbraio	14,7	14,5	14,9	14,7	6,2	6,1	6,3	6,2	0,0	24,7	0,0	10,0
marzo	15,2	16,1	16,9	16,1	6,3	7,2	8,1	7,2	0,0	25,5	0,0	7,4
aprile	17,9	18,1	19,1	18,4	8,6	9,2	9,6	9,1	0,0	18,7	0,0	3,7
maggio	20,7	22,2	23,8	22,3	11,0	12,3	13,3	12,3	0,2	7,3	0,0	0,6
giugno	24,9	26,7	28,2	26,6	14,7	16,1	17,3	16,1	4,0	0,5	0,3	0,0
luglio	29,0	29,7	30,2	29,6	19,3	18,6	19,0	18,6	12,8	0,0	1,8	0,0
agosto	30,3	30,2	28,9	29,8	19,5	19,3	18,5	19,1	14,0	0,0	1,8	0,0
settembre	28,1	26,9	25,8	26,9	17,8	16,8	16,2	17,0	4,1	0,1	0,3	0,0
ottobre	24,5	23,1	21,0	22,8	15,2	14,2	11,9	13,7	0,1	4,9	0,0	0,5
novembre	19,9	18,2	16,5	18,2	10,9	9,8	7,8	9,5	0,0	17,2	0,0	3,9
dicembre	15,5	15,2	14,7	15,1	7,2	7,0	6,3	6,8	0,0	25,9	0,0	8,9

Tabella 4.8 Dati CLINO per la stazione Cagliari Elmas (1)

Dove:

- Tx1d = media della temperatura massima della prima decade [°C]
- Tx2d = media della temperatura massima della seconda decade [°C]
- Tx3d = media della temperatura massima della terza decade [°C]
- Tx-m = media della temperatura massima dell'intero mese [°C]
- Tn1d = media della temperatura minima della prima decade [°C]
- Tn2d = media della temperatura minima della seconda decade [°C]
- Tn3d = media della temperatura minima della terza decade [°C]
- Tn-m = media della temperatura minima dell'intero mese [°C]
- Tx>S = numero medio di giorni al mese con temperatura massima pari o superiore a 30°C
- Tn<I = numero medio di giorni al mese con temperatura minima pari o inferiore a 10°C
- OT>S = numero medio di ore al giorno con temperatura pari o superiore a 30°C
- OT<I = numero medio di ore al giorno con temperatura pari o inferiore a 10°C

PROGETTAZIONE ATI:

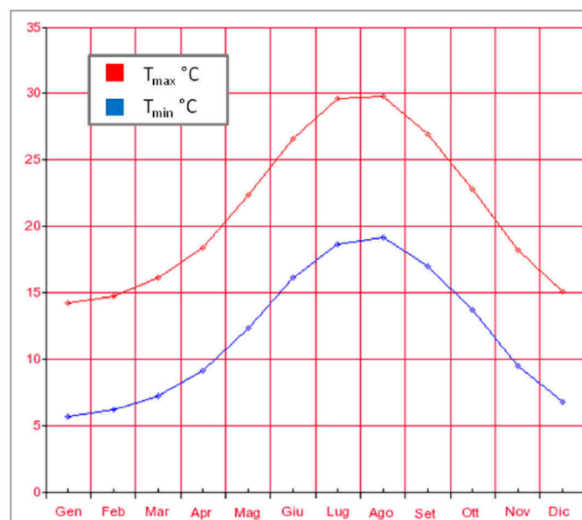


Figura 4.32 CLINO Cagliari Elmas 1961-1990 – range temperature medie

Mese	UR%	Rtot	R>R1	R>R2	Rmin	Q1	Q2	Q3	Q4	Rmax	Sol	Rdz
gennaio	79	45,8	7,9	1,1	2,3	10,5	30,2	50,9	72,9	122,5	4,4	742
febbraio	77	57,1	7,6	1,5	3,8	28,3	37,8	54,7	87,7	168,8	4,8	1015
marzo	75	44,1	7,1	1,2	1,6	18,3	26,7	44,7	63,3	162,9	6,0	1494
aprile	73	37,1	5,9	0,9	3,3	12,7	24,1	38,6	50,0	111,1	7,1	1903
maggio	71	23,9	3,6	0,7	0,4	7,4	14,5	18,4	41,3	106,2	8,7	2355
giugno	67	9,2	1,6	0,2	0,1	1,0	4,1	7,1	16,4	40,4	9,6	2588
luglio	65	3,2	0,5	0,1	0,0	0,1	0,2	0,7	3,8	27,9	10,8	2709
agosto	65	8,5	1,21	0,2	0,0	0,1	0,6	2,1	12,6	78	10,0	2392
settembre	71	30,6	3,8	0,8	0,2	2,7	12,6	26,2	58,5	98	8,2	1852
ottobre	77	55,6	6,3	1,7	4,0	16,7	34,7	56,1	79,6	169,7	6,4	1299
novembre	79	56,0	8,3	1,4	1,2	24,7	33,9	61,7	79,7	138,3	4,9	840
dicembre	80	55,3	8,4	1,4	6,8	24,1	33,4	48,3	94,3	158,7	4,1	644

Tabella 4.9 Dati CLINO per la stazione Cagliari Elmas (2)

Dove:

- UR% = media dell'umidità relativa [%]
- Rtot = media della quantità di precipitazione cumulata mensile [mm]
- R>R1 = numero medio di giorni al mese con precipitazione pari o superiore a 1 mm
- R>R2 = numero medio di giorni al mese con precipitazione pari o superiore a 10 mm
- Rmin = minimo della precipitazione cumulata mensile [mm]
- Q1 = primo quintile della precipitazione cumulata mensile [mm]
- Q2 = secondo quintile della precipitazione cumulata mensile [mm]
- Q3 = terzo quintile della precipitazione cumulata mensile [mm]
- Q4 = quarto quintile della precipitazione cumulata mensile [mm]
- Rmax = massimo della precipitazione cumulata mensile [mm]
- Sol = media della durata giornaliera del soleggiamento [ore]
- Rdz = media della radiazione globale [ $10^{-2}$  MJ/m<sup>2</sup>]

PROGETTAZIONE ATI:

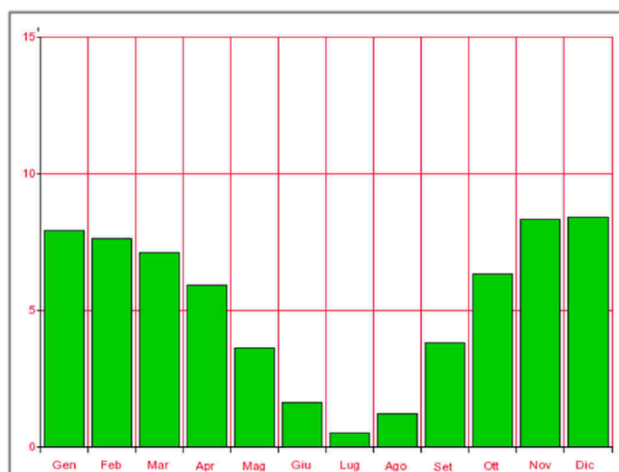


Figura 4.33 CLINO Cagliari Elmas 1961-1990 – media dei giorni con precipitazione >= 1 mm

#### 4.6.1.3. L'analisi dei dati dell'Atlante Climatico per il trentennio 1971-2000

Si riportano di seguito i dati dell'Atlante Climatico per il trentennio 1971 – 2000, sempre registrati nella stazione 560 di Cagliari Elmas, relativamente alle precipitazioni.

Mese	Rtot	RQ0	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4	RQ5	Rx12a	Rx12b	Rx24	An Rx24
<b>gennaio</b>	49,7	2,2	12,9	26,7	44,5	70,5	334,9	41,2	27,2	41,2	1988
<b>febbraio</b>	53,3	2,6	11	33,1	52	88,8	180,9	41	94,8	109,6	1974
<b>marzo</b>	40,4	0,1	18	28,3	42,4	56,8	157,6	42,6	56,6	79,2	1985
<b>aprile</b>	39,7	3,3	14,5	32,5	38,3	51,7	111,1	34	20,4	34,1	1978
<b>maggio</b>	26,1	0,4	8,5	15,9	24,8	41,6	102,8	44	24,4	51	1972
<b>giugno</b>	11,9	0,1	2,2	4	7,4	17	69,2	16,8	41	41,1	1996
<b>luglio</b>	4,1	0	0,1	0,6	2,9	9,8	27	11,8	22	22	1976
<b>agosto</b>	7,5	0	0,1	0,8	5	15,5	32,5	13,8	23,2	23,3	1995
<b>settembre</b>	34,9	0,4	5,9	25,5	35,5	59,5	98	30,6	78,2	78,4	1971
<b>ottobre</b>	52,6	3,9	21,3	31,9	51,2	85,5	164,2	77,6	33,8	80,6	1982
<b>novembre</b>	58,4	1,2	21,4	33,9	57,8	80,4	195	101,4	35	101,4	1993
<b>dicembre</b>	48,9	6,4	22,2	38,2	43,9	69,4	117,7	31,6	42,6	49,6	1996

Tabella 4.10 Dati dell'Atlante Climatico sulle precipitazioni per la stazione Cagliari Elmas (1)

Dove:

- Rtot = precipitazione totale media mensile [mm]
- RQ0 = minimo della distribuzione in quintili delle precipitazioni [mm]
- RQ1 = primo quintile della distribuzione delle precipitazioni [mm]
- RQ2 = secondo quintile della distribuzione delle precipitazioni [mm]
- RQ3 = terzo quintile della distribuzione delle precipitazioni [mm]
- RQ4 = quarto quintile della distribuzione delle precipitazioni [mm]
- RQ5 = massimo della distribuzione in quintili delle precipitazioni [mm]
- Rx12a = precipitazione massima fra le ore 00 e le 12 (ora UTC) [mm]
- Rx12b = precipitazione massima fra le ore 12 e le 24 (ora UTC) [mm]
- Rx24 = precipitazione massima in 24 ore [mm]
- An Rx24 = anno in cui si è verificata Rx24.

PROGETTAZIONE ATI:

Mese	Ng R>1	Ng R>5	Ng R>10	Ng R>50	Ng fog	Ux%	Un%	Ng h6 Nuv≤4	Ng h6 Nuv>4	Ng h18 Nuv≤4	Ng h18 Nuv>4
<b>gennaio</b>	6,8	2,6	1,1	0,1	2,9	96	62	16,8	13,7	15,1	15,4
<b>febbraio</b>	6,8	2,6	1,1	0,1	2,7	96	56	14	13,8	12,3	15,5
<b>marzo</b>	6,8	2,4	1,1	0,1	2,3	96	52	15,2	15,3	13,2	17,2
<b>aprile</b>	7	2,6	0,8	0	1,2	95	49	14,4	16,1	13	17,5
<b>maggio</b>	4,4	1,6	0,7	0	2,1	95	47	17,5	12,9	15,8	14,6
<b>giugno</b>	2,1	0,6	0,3	0	0,4	94	40	21,5	7,9	20,7	8,7
<b>luglio</b>	0,8	0,3	0,1	0	0,7	93	37	26,4	4,1	26,4	4,1
<b>agosto</b>	1,3	0,5	0,2	0	0,3	92	39	26,3	5,1	25,7	5,7
<b>settembre</b>	4,3	2	1	0,1	0,5	94	46	20,4	10,2	19,2	11,3
<b>ottobre</b>	6,5	3,3	1,7	0,1	1,7	96	55	16,6	14,9	16,4	15,1
<b>novembre</b>	7,4	4	1,5	0,1	1,9	96	61	15,5	15	16	14,4
<b>dicembre</b>	7,4	3,2	1,3	0	3,4	96	64	17,9	13,6	16,6	15

Tabella 4.11 Dati dell'Atlante Climatico sulle precipitazioni per la stazione Cagliari Elmas (2)

Dove:

- Ng R>1 = numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 1 mm
- Ng R>5 = numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 5 mm
- Ng R>10 = numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 10 mm
- Ng R>50 = numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 50 mm
- Ng fog = numero medio di giorni al mese con nebbia
- Ux% = media mensile dell'umidità percentuale massima [%]
- Un% = media mensile dell'umidità percentuale minima [%]
- Ng h6 Nuv≤4 = numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa ≤ 4/8 alle ore 6
- Ng h6 Nuv>4 = numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa > 4/8 alle ore 6
- Ng h18 Nuv≤4 = numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa ≤ 4/8 alle ore 18
- Ng h18 Nuv>4 = numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa > 4/8 alle ore 18

Si riportano anche i dati dell'Atlante Climatico relativi alle temperature.

Mese	Tm	Tx1d	Tx2d	Tx3d	Txm	Tn1d	Tn2d	Tn3d	Tnm	TxP85-15	TnP85-15
<b>gennaio</b>	9,9	14	14,2	14,5	14,3	5,3	5,2	5,8	5,5	4,2	7,4
<b>febbraio</b>	10,3	14,8	14,6	14,9	14,8	6	5,7	5,7	5,8	4,8	7
<b>marzo</b>	11,8	15,6	16,6	17,4	16,5	6,3	7,1	7,7	7,1	5,2	6,6
<b>aprile</b>	13,7	18,3	18,1	19,4	18,6	8,5	8,5	9,7	8,9	5,4	6,4
<b>maggio</b>	17,7	21,2	22,8	24,5	22,9	10,9	12,6	13,7	12,4	6,2	6,2
<b>giugno</b>	21,7	26	27,2	28,5	27,3	15,3	16,1	17,2	16,2	5,8	5,2
<b>luglio</b>	24,7	29,6	30,5	31	30,4	18,4	18,9	19,4	18,9	5,8	4,8
<b>agosto</b>	25,2	31,3	31,2	29,9	30,8	19,9	19,8	19,1	19,6	5,4	4,8
<b>settembre</b>	22,3	28,7	27,5	26,1	27,4	17,9	17	16,4	17,1	5,6	5,8
<b>ottobre</b>	18,4	24,6	23,2	21,6	23,1	15	14,2	12	13,7	5,4	6,8
<b>novembre</b>	13,8	20,1	18,3	16,4	18,3	10,6	9,6	7,8	9,3	5,8	7,0
<b>dicembre</b>	11	15,7	15,6	14,8	15,4	7,1	6,6	6,1	6,6	4,8	7,2

Tabella 4.12 Dati dell'Atlante Climatico sulle precipitazioni per la stazione Cagliari Elmas (3)

PROGETTAZIONE ATI:



Dove

- Tm = temperatura media (max + min)/2 [°C]
- Tx 1d = temperatura massima media della prima decade [°C]
- Tx 2d = temperatura massima media della seconda decade [°C]
- Tx 3d = temperatura massima media della terza decade [°C]
- Txm = temperatura massima media mensile [°C]
- Tn 1d = temperatura minima media della prima decade [°C]
- Tn 2d = temperatura minima media della seconda decade [°C]
- Tn 3d = temperatura minima media della terza decade [°C]
- Tnm = temperatura minima media mensile [°C]
- TxP85-15 = differenza tra 85° e 15° percentile della distribuzione delle temp, massime [°C]
- TnP85-15 = differenza tra 85° e 15° percentile della distribuzione delle temp, minime [°C]

Mese	NgTn≤0	NgTn≤-5	NgTn≥25	NgTn≥30	GrGi>0	GrGi>5	GrGi_18	Txx	An Txx	Tnn	An Tnn
<b>gennaio</b>	1,8	0	0	0	307	151	254	20,2	1979	-4,8	1981
<b>febbraio</b>	0,8	0	0	0	292	150	218	21,6	1978	-3	1999
<b>marzo</b>	0,4	0	0	0	368	212	193	24,5	1989	-2,2	1998
<b>aprile</b>	0,1	0	0,4	0	411	262	128	26,6	1985	-0,4	1995
<b>maggio</b>	0	0	7,8	0	549	394	37	34,4	1997	4,8	1987
<b>giugno</b>	0	0	24,1	5,3	645	497	1	38,6	1982	8,8	1986
<b>luglio</b>	0	0	30,2	16,5	764	609	0	43,6	1983	12,2	1991
<b>agosto</b>	0	0	30,5	19,2	779	624	0	41,4	1999	12,6	1981
<b>settembre</b>	0	0	24,9	5,1	672	521	1	35	1987	9,6	1984
<b>ottobre</b>	0	0	8,3	0	570	415	28	31,8	1999	5	1974
<b>novembre</b>	0,1	0	0,1	0	415	265	128	25,2	1987	-2	1998
<b>dicembre</b>	0,8	0	0	0	332	180	213	23,2	1989	-3,4	1996

Tabella 4.13 Dati dell'Atlante Climatico sulle precipitazioni per la stazione Cagliari Elmas (4)

Dove:

- NgTn≤0 = n° di giorni con temperatura minima ≤ 0°C
- NgTn≤-5 = n° di giorni con temperatura minima ≤ -5°C
- NgTn≥25 = n° di giorni con temperatura massima ≥ 25°C
- NgTn≥30 = n° di giorni con temperatura massima ≥ 30°C
- GrGi>0 = gradi-giorno (somme (Tm-0) solo se (Tm-0)>0°) [°C]
- GrGi>5 = gradi-giorno (somme (Tm-5) solo se (Tm-5)>0°) [°C]
- GrGi\_18 = gradi-giorno (somme (18-Tm) solo se (18-Tm)>0°) [°C]
- Txx = temperatura massima assoluta [°C]
- An Txx = anno in cui si è verificata Txx
- Tnn = temperatura minima assoluta [°C]
- An Tnn = anno in cui si è verificata Tnn

Di seguito sono riportati i diagrammi di vento relativi ad ogni stagione.

PROGETTAZIONE ATI:

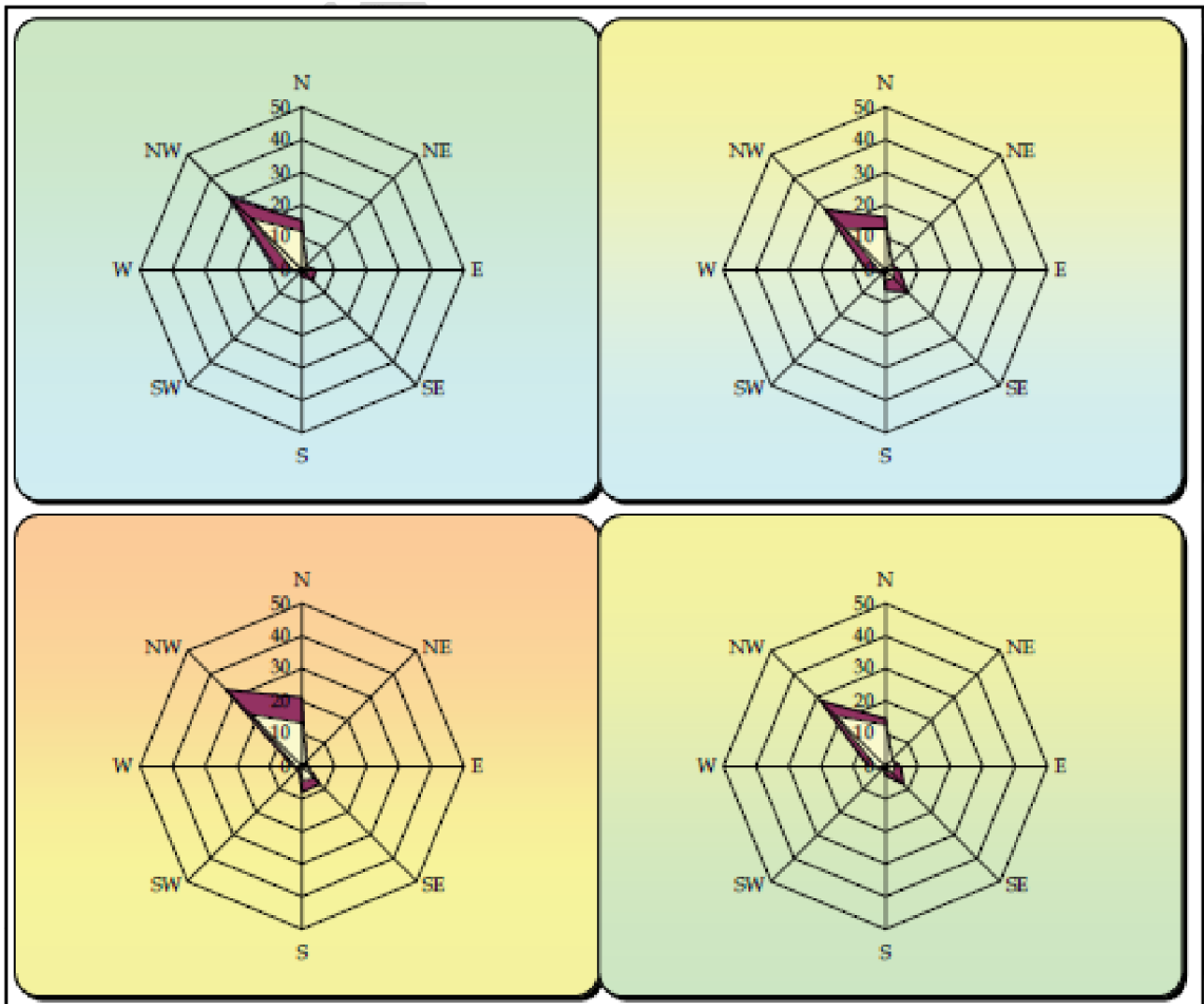


Figura 4.34 Diagrammi tipo Rosa dei Venti realizzati su misure effettuate alle ore 00:00 stagionali (partendo in alto a sx ed in senso orario – Inverno, Primavera, Estate, Autunno)

<p>INVERNO % calme di vento =30</p>	<p>PRIMAVERA % calme di vento =27</p>
<p>ESTATE % calme di vento =22</p>	<p>AUTUNNO % calme di vento =32</p>

Tabella 4.14 Frequenza delle calme di vento alee ore 0.00 stagionali

PROGETTAZIONE ATI:

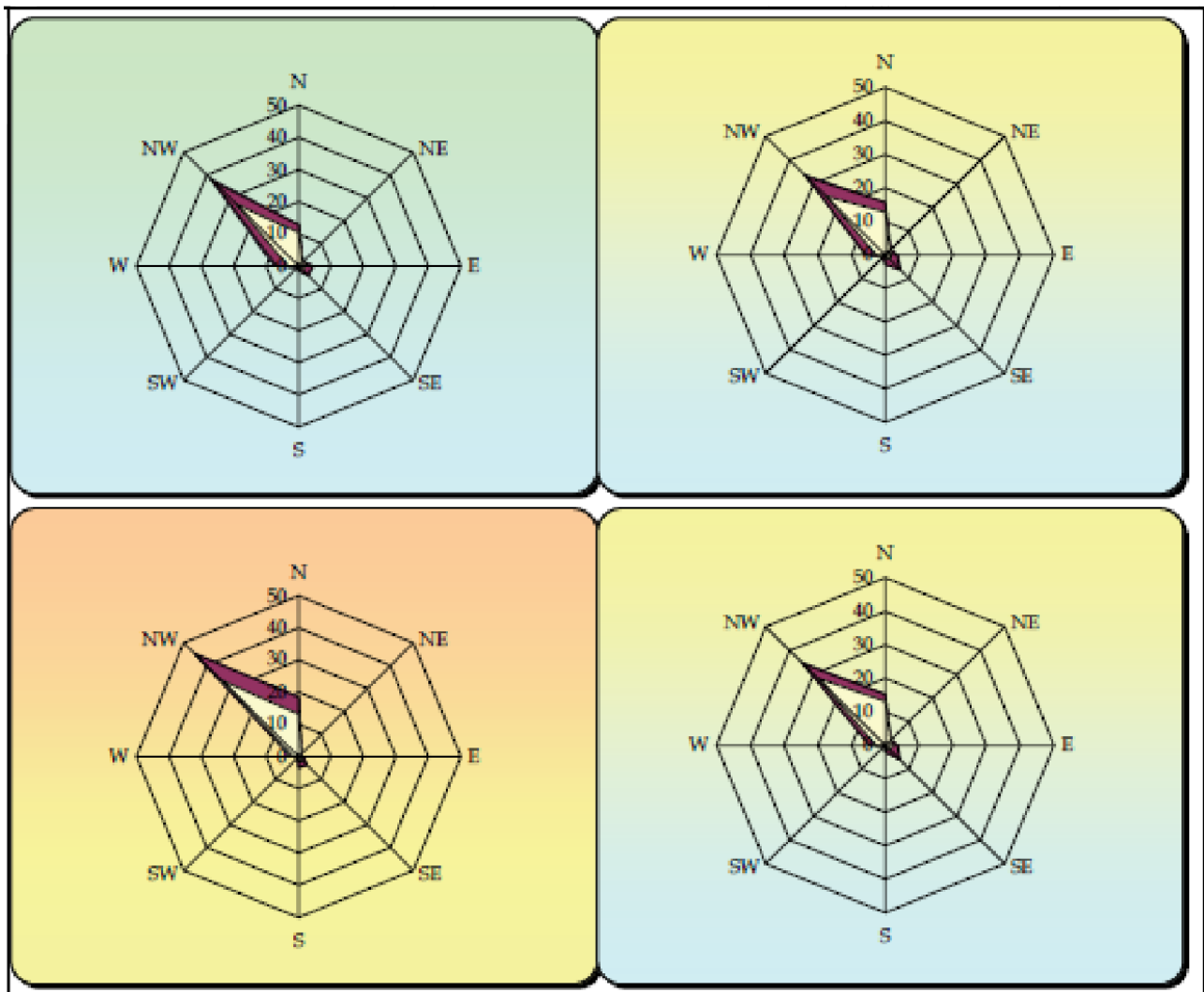


Figura 4.35 Diagrammi tipo Rosa dei Venti realizzati su misure effettuate alle ore 06:00 (partendo in alto a sx ed in senso orario – Inverno, Primavera, Estate, Autunno)

<p>INVERNO % calme di vento =29</p>	<p>PRIMAVERA % calme di vento =29</p>
<p>ESTATE % calme di vento =24</p>	<p>AUTUNNO % calme di vento =31</p>

Tabella 4.15 Frequenza delle calme di vento alee ore 06.00 stagionali

PROGETTAZIONE ATI:

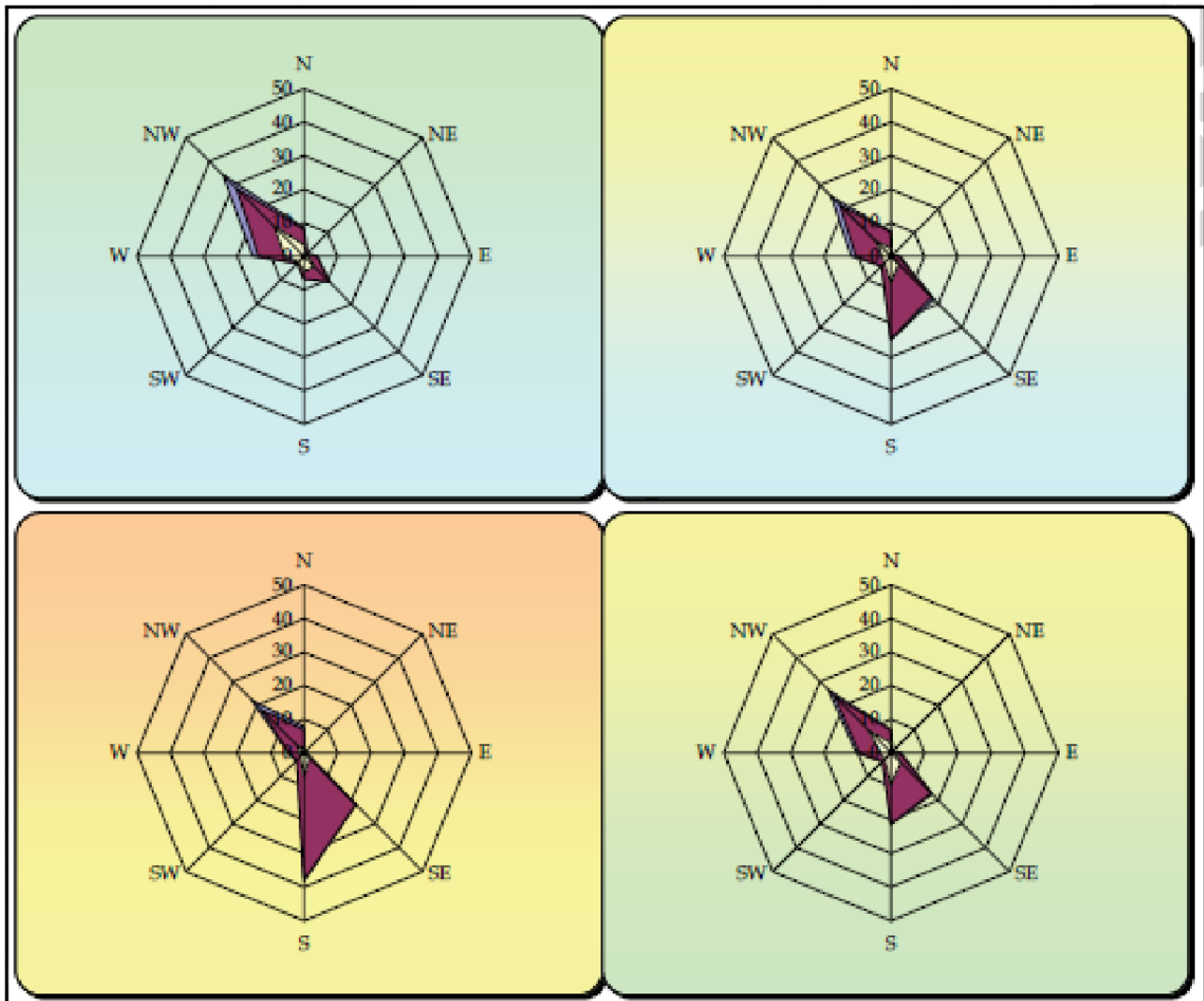


Figura 4.36 Diagrammi tipo Rosa dei Venti realizzati su misure effettuate alle ore 12:00 (partendo in alto a sx ed in senso orario – Inverno, Primavera, Estate, Autunno)

<p>INVERNO % calme di vento =16</p>	<p>PRIMAVERA % calme di vento =5</p>
<p>ESTATE % calme di vento =1</p>	<p>AUTUNNO % calme di vento =10</p>

Tabella 4.16 Frequenza delle calme di vento alee ore 12.00 stagionali

PROGETTAZIONE ATI:

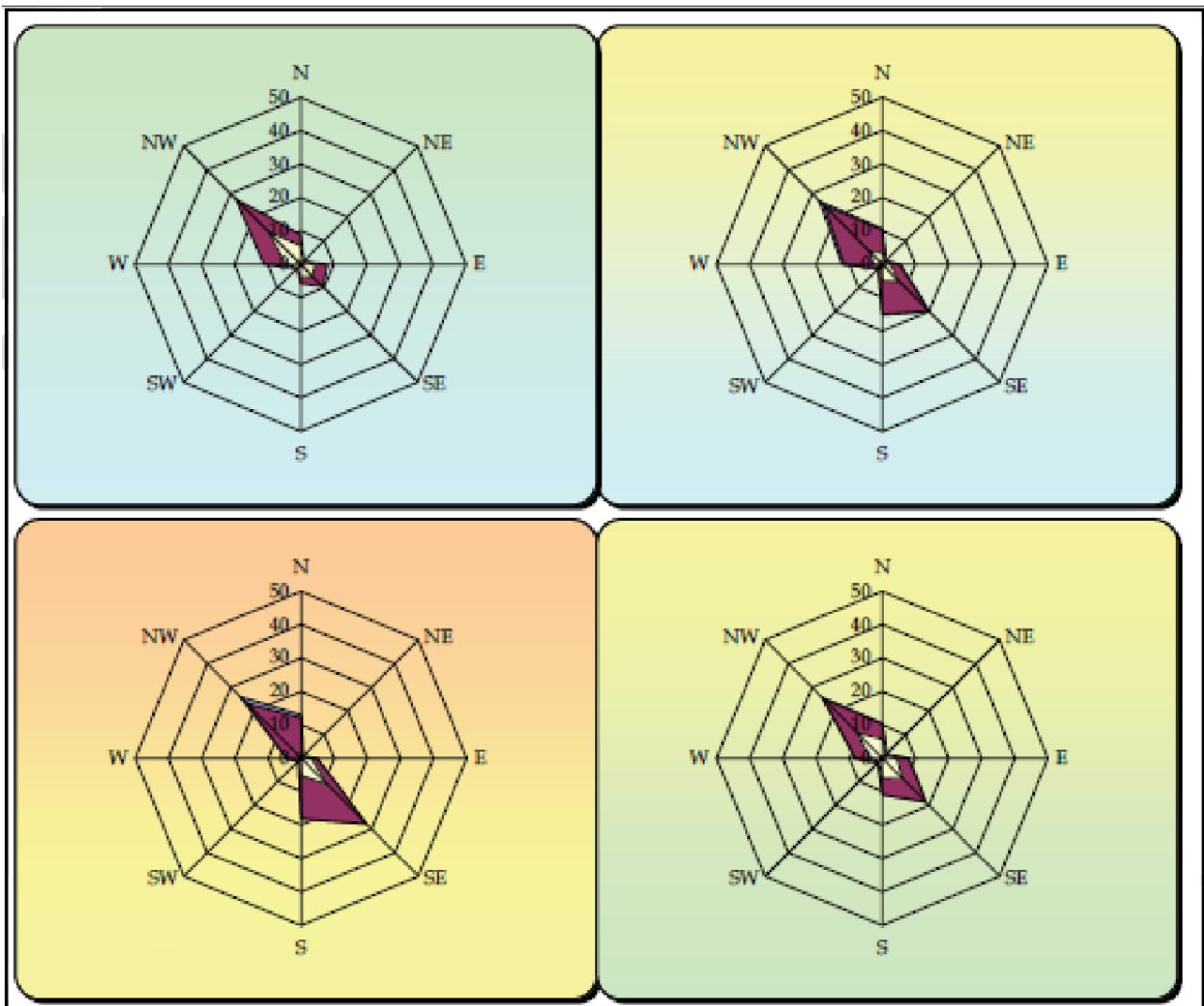


Figura 4.37 Diagrammi tipo Rosa dei Venti realizzati su misure effettuate alle ore 18:00 (partendo in alto a sx ed in senso orario – Inverno, Primavera, Estate, Autunno)

<p>INVERNO % calme di vento =22</p>	<p>PRIMAVERA % calme di vento =6</p>
<p>ESTATE % calme di vento =4</p>	<p>AUTUNNO % calme di vento =14</p>

Tabella 4.17 Frequenza delle calme di vento alee ore 18.00 stagionali

PROGETTAZIONE ATI:

#### 4.6.1.4. Conclusioni

Per quanto detto, risulta chiaro che 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 a quella della Pianura Padana, che, a causa della protezione della catena alpina, risente 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.

#### 4.6.2. ZONIZZAZIONE E CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO PER QUALITÀ DELL'ARIA

Il Piano della qualità dell'aria ambiente della Regione Sardegna è stato approvato con D.G.R. n.1/3 del 10/01/2017.

In seguito al recepimento delle Direttive Europee relative alla qualità dell'aria, con D.Lgs. n.155 del 13/08/2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE" la Regione Sardegna ha presentato una proposta di Piano regionale di qualità dell'aria ambiente.

La finalità di questo piano consiste nel valutare annualmente la qualità dell'aria ambiente, utilizzando la rete di monitoraggio e le altre tecniche di valutazione di cui la Regione dispone, in conformità alle disposizioni del decreto nazionale.

Contestualmente alla redazione del Piano sono stati definiti i seguenti obiettivi volti a migliorare la qualità dell'aria:

- promozione dell'efficienza energetica;

- sviluppo delle fonti rinnovabili per la produzione di energia e delle tecnologie innovative per la riduzione delle emissioni;
- protezione ed estensione delle foreste per l'assorbimento del carbonio;
- promozione dell'agricoltura sostenibile;
- limitazione e riduzione delle emissioni di metano dalle discariche di rifiuti e dagli altri settori energetici;
- riduzione delle emissioni degli altri gas dagli usi industriali e commerciali;
- misure fiscali appropriate per disincentivare le emissioni di gas serra.

La presente proposta di piano e le relative misure per la gestione della qualità dell'aria sono state elaborate sulla base delle informazioni sulle emissioni di inquinanti dell'aria che fanno riferimento ai seguenti documenti:

- Inventario delle emissioni di inquinanti dell'aria (aggiornato al 2010);
- Zonizzazione e classificazione del territorio regionale, di cui alla deliberazione della Giunta regionale n.52/19 del 10/12/2013.

La zonizzazione individuata ai sensi del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii., adottata con D.G.R. n. 52/19 del 10/12/2013 e approvata in data 11 novembre 2013 (protocollo DVA/2013/0025608) dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, suddivide il territorio regionale in zone omogenee ai fini della gestione della qualità dell'aria ambiente; le zone individuate ai fini della protezione della salute sono:

- IT2007 Agglomerato di Cagliari
- IT2008 Zona urbana
- IT2009 Zona industriale
- IT2010 Zona rurale
- IT2011 Zona per l'ozono

L'identificazione delle zone è stata effettuata sulla base delle caratteristiche del territorio, dei dati di popolazione e del carico emissivo distribuito su base comunale.

Si precisa che la zona industriale nella quale rientra l'infrastruttura oggetto dello studio, è costituita da aree prettamente industriali (Assemmini, Portoscuso, Porto Torres e Sarroch), su cui il carico emissivo è determinato prevalentemente da più attività energetiche e/o produttive, situate nel territorio dei Comuni che ne fanno parte. Ad esse si aggiunge il Comune di Capoterra che è stato inserito a fini cautelativi nella zona industriale poiché il suo territorio è compreso tra le aree industriali di Sarroch ed Assemmini-Macchiareddu.

La suddivisione del territorio in zone di qualità dell'aria è rappresentata nella successiva immagine.

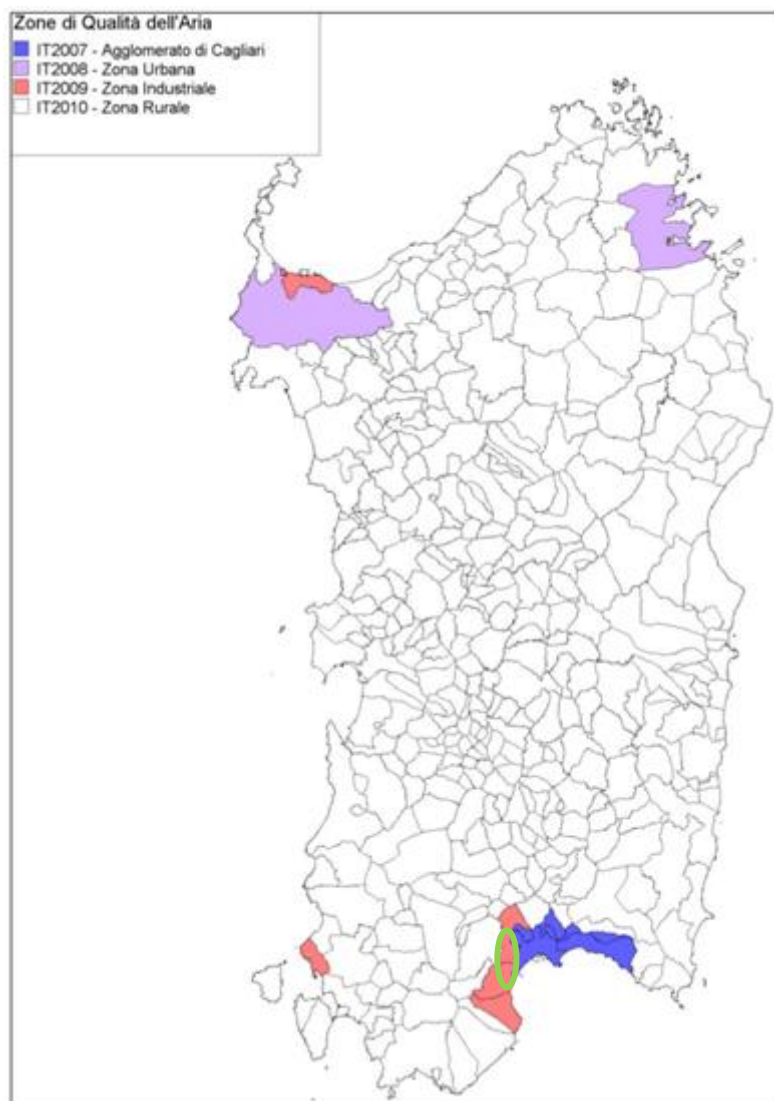


Figura 4.38 Zone di qualità dell'aria individuate ai sensi del D.Lgs. 155/2010

Le zone di qualità dell'aria sono state quindi classificate in base al regime di concentrazione medio per determinarne gli obblighi di monitoraggio.

A tal fine, coerentemente con i criteri stabiliti dal D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii., sono stati impiegati i dati provenienti di monitoraggio utilizzati per le comunicazioni ufficiali al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare nel formato predisposto dalla Commissione europea per il reporting annuale (Decisione 2004/461/CE) e relativi al quinquennio 2007-2011.

I risultati provenienti dalla valutazione, sono riportati nella successiva tabella nella quale con la x sono indicati, per ciascuna zona, gli inquinanti per cui si ritiene opportuno proseguire il monitoraggio in siti fissi; tra questi, quelli cui corrispondono le celle colorate in verde, sono quelli per cui sussiste l'obbligo di monitoraggio in base ai requisiti stabiliti dalla normativa.

PROGETTAZIONE ATI:



Inquinante	IT2007	IT2008	IT2009	IT2010	IT2011
	Agglomerato di Cagliari	Zona urbana	Zona industriale	Zona rurale	Zona per l'ozono
SO <sub>2</sub>	-	x	x	-	-
NO <sub>2</sub>	x	x	x	x	-
PM <sub>10</sub>	x	x	x	x	-
PM <sub>2,5</sub>	x	x	-	-	-
As	x	-	x	-	-
Cd	x	-	x	-	-
Ni	x	-	x	-	-
BaP	x	x	x	x	-
Pb	x	-	x	-	-
B	x	x	-	-	-
CO	x	x	-	-	-
O <sub>3</sub>	-	-	-	-	x

Tabella 4.18 Classificazione delle zone di qualità dell'aria

Come si evince dalla Figura 4.38 il Comune di Assemmini è compreso nella zona industriale, per tali zone il Piano di qualità dell'aria ambiente indica l'obbligo di proseguire il monitoraggio relativamente agli inquinanti NO<sub>2</sub>, PM10, SO<sub>2</sub>, Cd e BaP.

#### 4.6.3. 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.

Pertanto, in base al piano "Tavolo Tecnico Fluorsid - Piano di monitoraggio straordinario matrici ambientali - Relazione finale" del 29/06/2017, l'ARPAS ha programmato ed eseguito per competenza le attività di monitoraggio, in relazione alle matrici ambientali acque, sedimenti e aria.

In particolare per il monitoraggio della qualità dell'aria è stata potenziata la Rete regionale, nella parte di territorio interessato dall'indagine straordinaria, con il posizionamento delle due Unità Mobili nelle aree urbane dei comuni di Elmas e di Assemmini.

L'indagine è iniziata con alcuni monitoraggi preliminari eseguiti nel secondo semestre del 2017, e che si sono estesi significativamente con copertura annuale nei tre anni successivi, che ha cominciato a operare in data 24/05/2017.

Per questo straordinario piano di monitoraggio è stata potenziata la Rete regionale, nella parte di territorio interessato dall'indagine straordinaria, con il posizionamento delle una Unità Mobile nell'area urbana del comune di Assemmini.

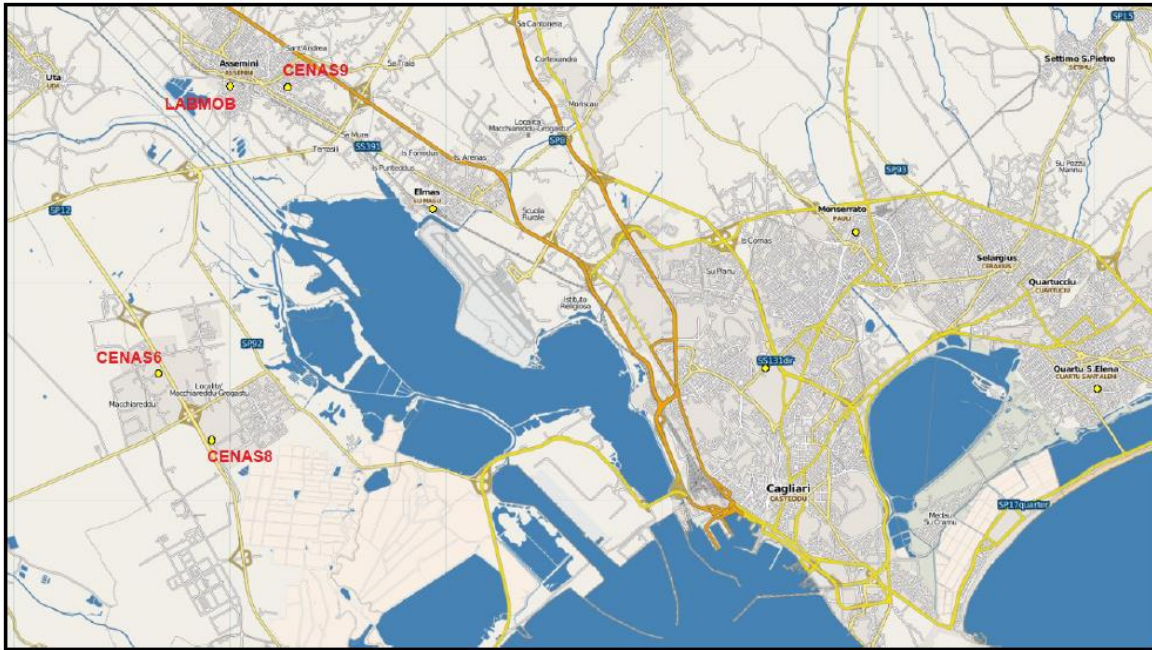


Figura 4.39 Posizione delle stazioni di misura fisse e mobili nell'area di Assemini

Di seguito sono riportati i risultati delle campagne annuali svolte nel comune di Assemini.

#### 4.6.3.1. Annualità 2018

Nelle tabelle seguenti vengono riportate le concentrazioni annuali per ciascun inquinante, nei rispettivi siti di campionamento

Stazione	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	PM10	SO <sub>2</sub>	PM <sub>2,5</sub>
	µg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
CENAS6			10,6		21,2	9,0	
CENAS8		0,3	10,9	59,7	28,5	10,7	
CENAS9			16,9	47,2	21,5	0,7	
LABMOB	0,7	0,3	11,0	56,6	25,2	1,5	

Figura 4.40 Medie annuali – Confronto tra le stazioni dell'area di Assemini nel 2018

Stazione	As	Cd	Hg	Ni	Pb
	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
CENAS8	1,343	0,040	0,079	3,360	2,760
CENAS9	0,342	0,108	0,079	1,020	3,280
LABMOB	0,412	0,071	0,079	1,073	4,315

Figura 4.41 Concentrazioni annuali dei metalli nella frazione PM10 – Annualità 2018

In relazione al monossido di carbonio (CO) il Laboratorio Mobile ha registrato massime medie mobili di otto ore di 1,8 mg/m<sup>3</sup>, entro il limite di legge di 10 mg/m<sup>3</sup>. I valori mostrano come in area urbana le concentrazioni di CO siano più elevate che in area industriale con concentrazioni massime di 0,7 mg/m<sup>3</sup> (CENAS8).

Il monitoraggio del biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) col Laboratorio Mobile indica una media annuale di 11 µg/m<sup>3</sup> e una massima media oraria di 66 µg/m<sup>3</sup>, valore modesti e rispettosi dei limiti normativi.

PROGETTAZIONE ATI:

I dati sono coerenti con le stazioni fisse della zona con medie annuali che variando tra 11  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (CENAS6 e CENAS8) e 17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (CENAS9) e massimi valori orari tra 64  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (CENAS8) e 209  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (CENAS9).

L'ozono ( $\text{O}_3$ ) ha una massima media mobile di otto ore di 139  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , con concentrazioni leggermente più elevate delle stazioni fisse della zona che hanno una variabilità tra 118  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (CENAS9) e 125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (CENAS8).

La massima media oraria è di 160  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , al di sotto della soglia di informazione (180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e della soglia di allarme (240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ma comunque più elevata delle stazioni fisse che presentano valori tra 137  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (CENAS9) e 144  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (CENAS8).

In relazione al PM10, il Laboratorio Mobile ha un valore medio annuale di 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , una massima media giornaliera di 87  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e un numero di superamenti della media giornaliera pari a 12. Si evidenziano concentrazioni congruenti rispetto a quelle misurate dalle stazioni fisse, che presentano medie annuali che oscillano tra 21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (CENAS6) e 29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (CENAS8), medie giornaliere massime comprese tra 74  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (CENAS9) e 134  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (CENAS6), e superamenti giornalieri tra 9 (CENAS9) e 11 (CENAS6 e CENAS8).

Per quanto riguarda l'anidride solforosa ( $\text{SO}_2$ ), si evidenziano medie giornaliere massime di 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e medie orarie massime di 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (LABMOB), valori contenuti e confrontabili con quelli della stazione urbana CENAS9, rispettivamente di 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (CENAS9) e 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Viceversa, i valori sono elevati nell'area industriale, con massime medie giornaliere che variano tra 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (CENAS8) e 101  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (CENAS6) e massimi valori orari tra 334  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (CENAS6) e 913  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (CENAS8).

In relazione all'arsenico, il LABMOB rileva una media annuale di arsenico pari a 0,412  $\text{ng}/\text{m}^3$ , valore concorde con la stazione urbana CENAS9, entrambi più bassi rispetto alla concentrazione di 1,343  $\text{ng}/\text{m}^3$  misurata dalla stazione industriale CENAS8. Tutte le medie annuali rispettano il valore obiettivo di 6,0  $\text{ng}/\text{m}^3$  indicato dalla normativa.

Il cadmio mostra valori molto bassi, la LABMOB ha un valore di 0,071  $\text{ng}/\text{m}^3$ , compreso tra 0,040  $\text{ng}/\text{m}^3$  (CENAS8) e 0,108  $\text{ng}/\text{m}^3$  (CENAS9). Tutti i valori abbondantemente al di sotto del valore obiettivo del cadmio (media annuale di 5,0  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

Le medie annue del mercurio sono inferiori al limite di rilevabilità strumentale (<0,079  $\text{ng}/\text{m}^3$ <sup>10</sup>).

Il valore della media annuale del nichel per il LABMOB\* è pari a 1,073  $\text{ng}/\text{m}^3$ , poco al di sopra del valore di 1,020  $\text{ng}/\text{m}^3$  della CENAS9, ma entrambi abbondantemente al di sotto del valore di 3,360  $\text{ng}/\text{m}^3$  della stazione industriale CENAS8. Tutti i valori rispettano il valore obiettivo per il nichel (media annuale di 20,0  $\text{ng}/\text{m}^3$ ).

Infine, per quanto riguarda il piombo, il valore della media annuale del LABMOB è pari a 4,315  $\text{ng}/\text{m}^3$ , rispetto a un valore massimo di 3,280  $\text{ng}/\text{m}^3$  (CENAS9) delle stazioni della stessa zona. Tutte le rilevazioni rispettano ampiamente il valore obiettivo del piombo di 500,0  $\text{ng}/\text{m}^3$ .

#### 4.6.3.2. Annualità 2019

Stazione	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	PM10	SO <sub>2</sub>	PM <sub>2,5</sub>
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\text{mg}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
CENAS6			9,5		18,6	16,8	
CENAS8		0,3	12,4	56,5	21,6	11,6	
CENAS9			15,8	49,9	22,1	0,6	
LABMOB	0,7	0,3	11,2	58,2	23,6	2,0	

Figura 4.42 Medie annuali – Confronto tra le stazioni dell'area di Assemini nel 2019

<sup>10</sup> Per questo parametro, al momento, non sono fissati livelli di concentrazione in atmosfera, sia a livello europeo che italiano, ma i valori sono ampiamente entro il valore di riferimento più basso fissato dall'ATSDR (Agency for ToxicSubstances and DiseaseRegistry) a 200  $\text{ng}/\text{m}^3$

Stazione	As	Cd	Hg	Ni	Pb
	ng/m <sup>3</sup>	ng /m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
<b>CENAS8</b>	1,414	0,025	0,063	2,440	2,462
<b>CENAS9</b>	0,540	0,039	0,063	1,336	2,879
<b>LABMOB</b>	0,240	0,045	0,061	0,911	2,900

Figura 4.43 Concentrazioni annuali dei metalli nella frazione PM10 – Annualità 2019

Per quanto riguarda il benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), rispetto a un limite di legge di 5 µg/m<sup>3</sup> sulla media annuale, è stata rilevata dal Laboratorio Mobile una media annuale di 0,7 µg/m<sup>3</sup>.

In relazione al monossido di carbonio (CO) il Laboratorio Mobile ha registrato massime medie mobili di otto ore di 1,6 mg/m<sup>3</sup>, entro il limite di legge di 10 mg/m<sup>3</sup>. I valori mostrano come in area urbana le concentrazioni di CO siano più elevate che in area industriale con concentrazioni massime di 0,6 mg/m<sup>3</sup> (CENAS8).

Il monitoraggio del biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) col Laboratorio Mobile indica una media annuale di 11 µg/m<sup>3</sup> e una massima media oraria di 72 µg/m<sup>3</sup>, valore modesti e rispettosi dei limiti normativi. I dati sono coerenti con le stazioni fisse della zona con medie annuali che variando tra 10 µg/m<sup>3</sup> (CENAS6) e 16 µg/m<sup>3</sup> (CENAS9) e massimi valori orari tra 67 µg/m<sup>3</sup> (CENAS6) e 106 µg/m<sup>3</sup> (CENAS9).

L'ozono (O<sub>3</sub>) ha una massima media mobile di otto ore di 130 µg/m<sup>3</sup>, con concentrazioni leggermente più elevate delle stazioni fisse della zona che hanno una variabilità tra 110 µg/m<sup>3</sup> (CENAS9) e 112 µg/m<sup>3</sup> (CENAS8). La massima media oraria è di 134 µg/m<sup>3</sup>, al di sotto della soglia di informazione (180 µg/m<sup>3</sup>) e della soglia di allarme (240 µg/m<sup>3</sup>), ma comunque più elevata delle stazioni fisse che presentano valori tra 121 µg/m<sup>3</sup> (CENAS9) e 131 µg/m<sup>3</sup> (CENAS8).

In relazione al PM10, il Laboratorio Mobile ha un valore medio annuale di 24 µg/m<sup>3</sup>, una massima media giornaliera di 73 µg/m<sup>3</sup> e un numero di superamenti della media giornaliera pari a 8. Si evidenziano concentrazioni congruenti rispetto a quelle misurate dalle stazioni fisse, che presentano medie annuali che oscillano tra 19 µg/m<sup>3</sup> (CENAS6) e 22 µg/m<sup>3</sup> (CENAS9), medie giornaliere massime comprese tra 75 µg/m<sup>3</sup> (CENAS9) e 121 µg/m<sup>3</sup> (CENAS6), e superamenti giornalieri tra 6 (CENAS8) e 12 (CENAS6 e CENAS9).

Per quanto riguarda l'anidride solforosa (SO<sub>2</sub>), si evidenziano medie giornaliere massime di 5 µg/m<sup>3</sup> e medie orarie massime di 18 µg/m<sup>3</sup> (LABMOB), valori contenuti e confrontabili con quelli della stazione urbana CENAS9, rispettivamente di 5 µg/m<sup>3</sup> (CENAS9) e 11 µg/m<sup>3</sup>. Viceversa, i valori sono elevati nell'area industriale, con massime medie giornaliere che variano tra 61 µg/m<sup>3</sup> (CENAS8) e 260 µg/m<sup>3</sup> (CENAS6) e massimi valori orari tra 412 µg/m<sup>3</sup> (CENAS6) e 723 µg/m<sup>3</sup> (CENAS8).

In relazione all'arsenico, il LABMOB rileva una media annuale di arsenico pari a 0,240 ng/m<sup>3</sup>, valore inferiore rispetto alla stazione urbana CENAS9\*, ma entrambi più bassi rispetto alla concentrazione di 1,414 ng/m<sup>3</sup> misurata dalla stazione industriale CENAS8\*. Tutti i valori sono al di sotto del valore obiettivo (media annuale di 6,0 ng/m<sup>3</sup>).

Il cadmio mostra valori molto bassi. Nella zona industriale, dove la LABMOB ha un valore di 0,045ng/m<sup>3</sup>, di poco superiore alla misura di 0,039 ng/m<sup>3</sup> rilevata nella zona dalla CENAS9. Tutti i valori abbondantemente al di sotto del valore obiettivo del cadmio (media annuale di 5,0 ng/m<sup>3</sup>).

Le medie annue del mercurio sono prossime al limite di rilevabilità strumentale.

Il valore della media annuale del nichel per il LABMOB è pari a 0,911 ng/m<sup>3</sup>, inferiore sia al valore di 1,336 ng/m<sup>3</sup> della CENAS9 che di 2,440 ng/m<sup>3</sup> della stazione industriale CENAS8. Tutti i valori rispettano il valore obiettivo per il nichel (media annuale di 20,0 ng/m<sup>3</sup>).

Infine, per quanto riguarda il piombo, il valore della media annuale del LABMOB\* pari a 2,900 ng/m<sup>3</sup>, di poco superiore al valore massimo di 2,879 ng/m<sup>3</sup> (CENAS9\*) delle stazioni della stessa zona. Tutte le rilevazioni rispettano ampiamente il valore obiettivo del piombo di 500,0 ng/m<sup>3</sup>.

#### 4.6.3.3. Annualità 2020

Stazione	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	PM10	SO <sub>2</sub>	PM <sub>2,5</sub>
	µg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
CENAS6			30,5		17,6	14,8	
CENAS8		0,4	28,8	48,6	18,0	11,9	
CENAS9			39,7	42,7	18,9	0,5	
LABMOB	3,3	0,9	33,4	60,5	21,0	1,1	

Figura 4.44 Medie annuali – Confronto tra le stazioni dell'area di Assemini nel 2020

Stazione	As	Cd	Hg	Ni	Pb
	ng/m <sup>3</sup>	ng /m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
CENAS8	2,973	0,092	0,063	5,690	5,110
CENAS9	0,179	0,075	0,061	0,773	4,330
LABMOB	0,243	0,088	0,063	1,148	4,440

Figura 4.45 Concentrazioni annuali dei metalli nella frazione PM10 – Annualità 2020

In relazione al monossido di carbonio (CO) il Laboratorio Mobile ha registrato massime medie mobili di otto ore di 1,8 mg/m<sup>3</sup>, entro il limite di legge di 10 mg/m<sup>3</sup>. I valori mostrano come in area urbana le concentrazioni di CO siano più elevate che in area industriale con concentrazioni massime di 0,5 mg/m<sup>3</sup> (CENAS8).

Il monitoraggio del biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) col Laboratorio Mobile indica una media annuale di 10 µg/m<sup>3</sup> e una massima media oraria di 33 µg/m<sup>3</sup>, valori modesti e rispettosi dei limiti normativi. I dati sono coerenti con le stazioni fisse della zona con medie annuali che variando tra 8 µg/m<sup>3</sup> (CENAS6) e 14 µg/m<sup>3</sup> (CENAS9) e massimi valori orari tra 54 µg/m<sup>3</sup> (CENAS6) e 287 µg/m<sup>3</sup> (CENAS9).

L'ozono (O<sub>3</sub>) ha una massima media mobile di otto ore di 122 µg/m<sup>3</sup>, con concentrazioni leggermente più elevate delle stazioni fisse della zona che hanno una variabilità tra 92 µg/m<sup>3</sup> (CENAS9) e 98 µg/m<sup>3</sup> (CENAS8). La massima media oraria è di 136 µg/m<sup>3</sup>, al di sotto della soglia di informazione (180 µg/m<sup>3</sup>) e della soglia di allarme (240 µg/m<sup>3</sup>), ma comunque più elevata delle stazioni fisse che presentano valori tra 98 µg/m<sup>3</sup> (CENAS9) e 110 µg/m<sup>3</sup> (CENAS8).

In relazione al PM10, il Laboratorio Mobile ha un valore medio annuale di 21 µg/m<sup>3</sup>, una massima media giornaliera di 68 µg/m<sup>3</sup> e un numero di superamenti della media giornaliera pari a 3. Si evidenziano concentrazioni congruenti rispetto a quelle misurate dalle stazioni fisse, che presentano medie annuali che oscillano tra 18 µg/m<sup>3</sup> (CENAS6 e CENAS8) e 19 µg/m<sup>3</sup> (CENAS9), medie giornaliere massime comprese tra 58 µg/m<sup>3</sup> (CENAS8) e 82 µg/m<sup>3</sup> (CENAS9), e superamenti giornalieri tra 1 (CENAS8) e 12 (CENAS9).

Per quanto riguarda l'anidride solforosa (SO<sub>2</sub>), si evidenziano medie giornaliere massime di 6 µg/m<sup>3</sup> e medie orarie massime di 35 µg/m<sup>3</sup> (LABMOB), valori contenuti e confrontabili con quelli della stazione urbana CENAS9, rispettivamente di 3 µg/m<sup>3</sup> (CENAS9) e 8 µg/m<sup>3</sup>. Viceversa, i valori sono elevati nell'area industriale, con massime medie giornaliere che variano tra 101 µg/m<sup>3</sup> (CENAS8) e 241 µg/m<sup>3</sup> (CENAS6) e massimi valori orari tra 384 µg/m<sup>3</sup> (CENAS8) e 452 µg/m<sup>3</sup> (CENAS6).

In relazione all'arsenico il LABMOB presenta una media annuale pari a 0,243 ng/m<sup>3</sup>, prossima al valore di 0,179 ng/m<sup>3</sup> della stazione urbana CENAS9, entrambi decisamente inferiori al valore 2,973 ng/m<sup>3</sup> della stazione industriale CENAS8. Tutti i valori rispettano il valore obiettivo (media annuale di 6,0 ng/m<sup>3</sup>).

Il cadmio mostra valori molto bassi, la LABMOB ha un valore di 0,088 ng/m<sup>3</sup>, compreso tra 0,075 ng/m<sup>3</sup> (CENAS9) e 0,092 ng/m<sup>3</sup> (CENAS8). Tutti i valori abbondantemente al di sotto del valore obiettivo del cadmio (media annuale di 5,0 ng/m<sup>3</sup>).

Le medie annue del mercurio sono prossime al limite di rilevabilità strumentale.

Il valore della media annuale del nichel nella stazione mobile LABMOB è pari a 1,148 ng/m<sup>3</sup>, al di sopra del valore di 0,773 ng/m<sup>3</sup> della CENAS9 ma abbondantemente al di sotto del valore di 5,690 ng/m<sup>3</sup> della stazione industriale CENAS8. Tutti i valori rispettano il valore obiettivo per il nichel (media annuale di 20,0 ng/m<sup>3</sup>).

Infine, per quanto riguarda il piombo, il valore della media annuale del LABMOB è pari a 4,440 ng/m<sup>3</sup>, compreso tra il valore di 4,330 ng/m<sup>3</sup> (CENAS9) e il valore di 5,110 ng/m<sup>3</sup> (CENAS8) delle stazioni della stessa zona. Tutte le rilevazioni rispettano ampiamente il valore obiettivo del piombo di 500,0 ng/m<sup>3</sup>.

#### 4.6.3.4. Conclusioni

L'analisi dei dati delle Unità Mobili ubicate ad Elmas ed Assemini, 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 Assemini.

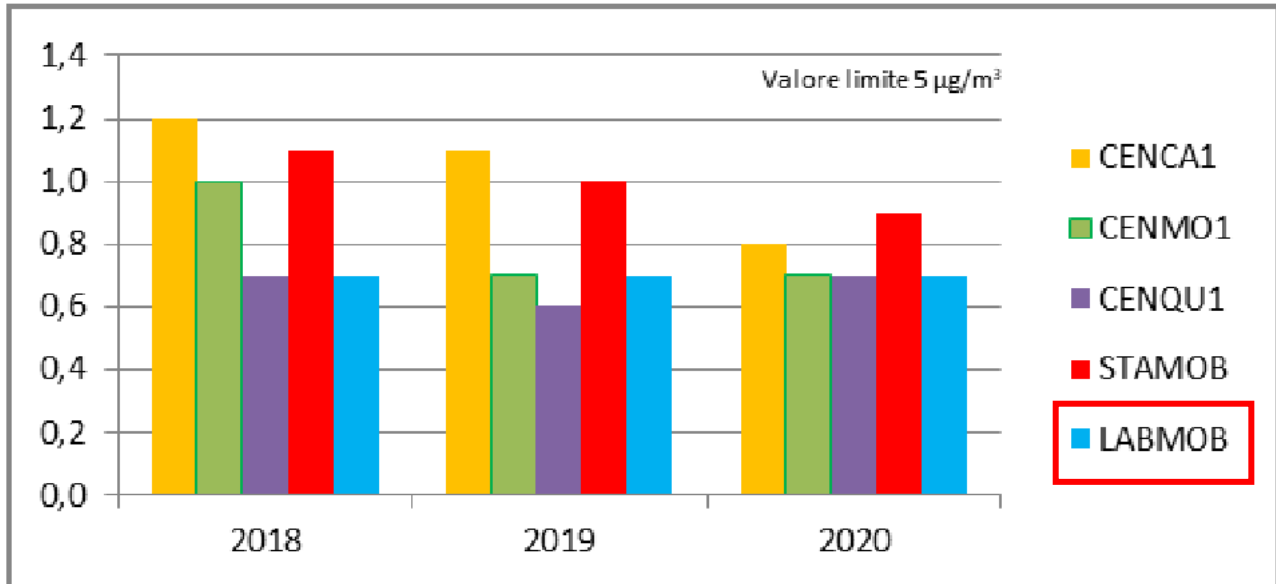


Figura 4.46 Andamento delle medie annuali di Benzene (µg/m<sup>3</sup>) – Agglomerato di Cagliari e area di Assemini

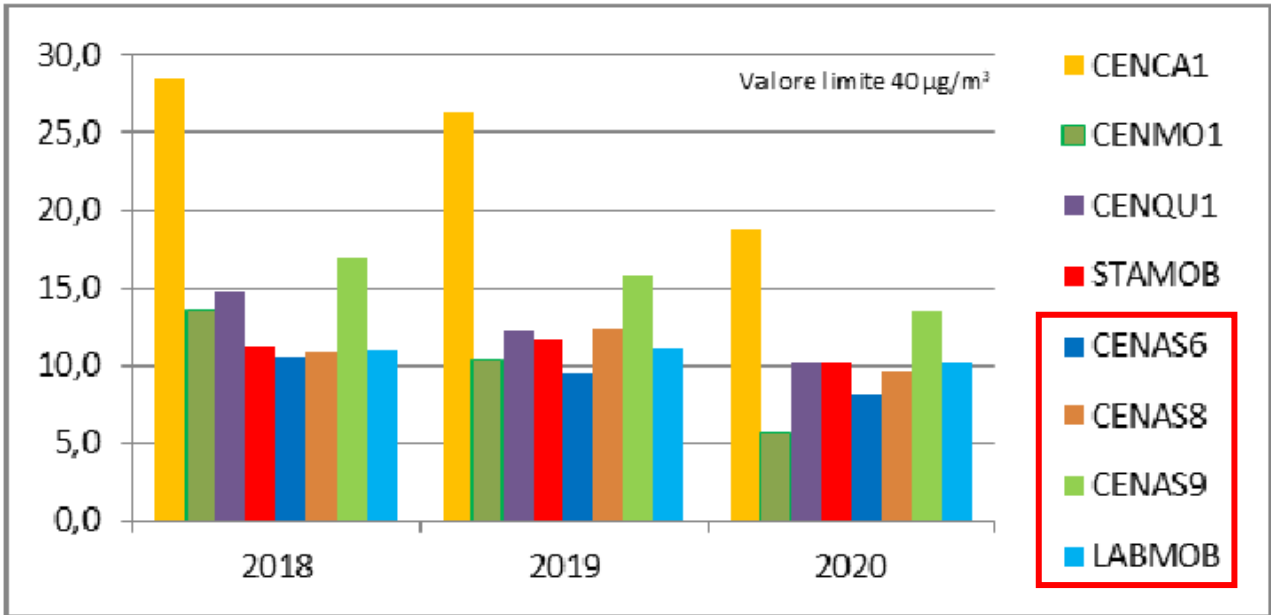


Figura 4.47 Andamento delle medie annuali di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) – Agglomerato di Cagliari e area di Assemini

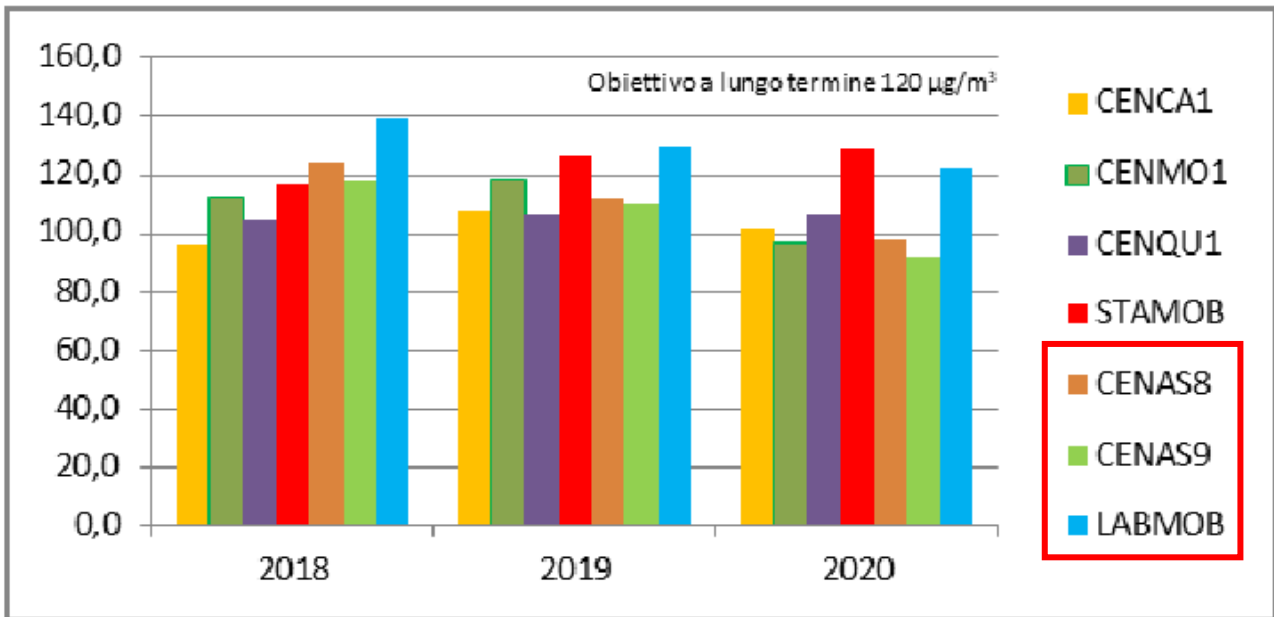


Figura 4.48 Andamento delle massime medie di 8 ore di O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>) – Agglomerato di Cagliari e area di Assemini

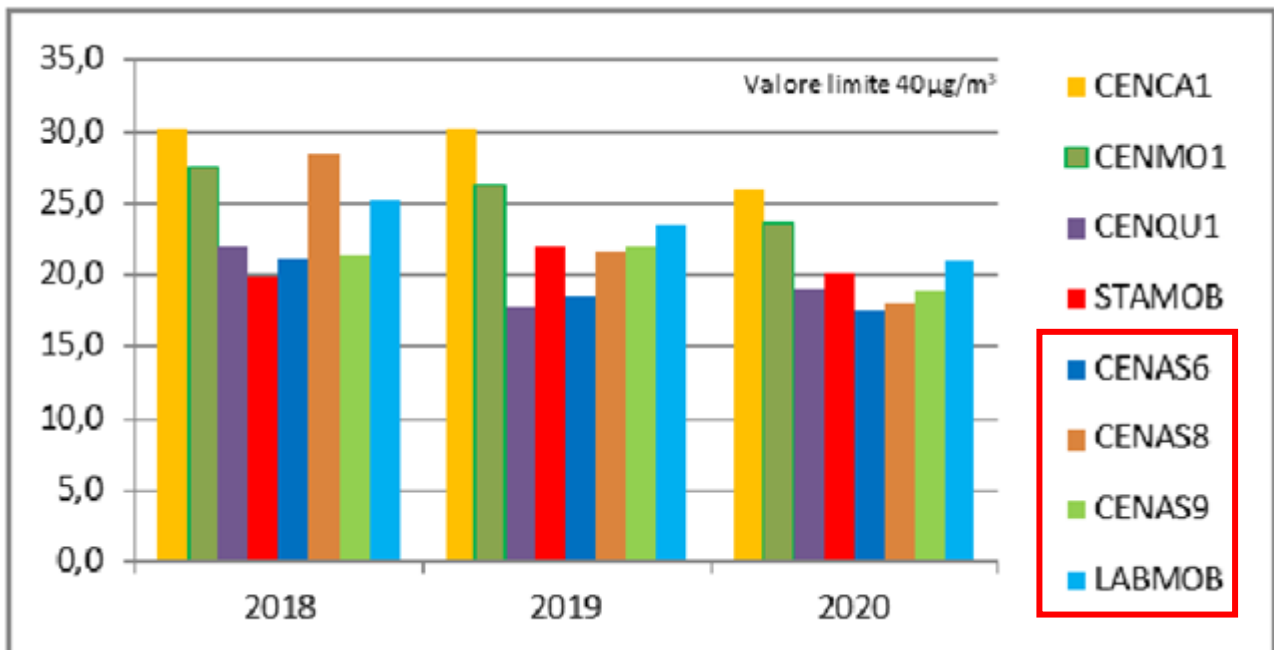


Figura 4.49 Andamento delle medie annuali di PM10 (µg/m³) – Agglomerato di Cagliari e area di Assemini

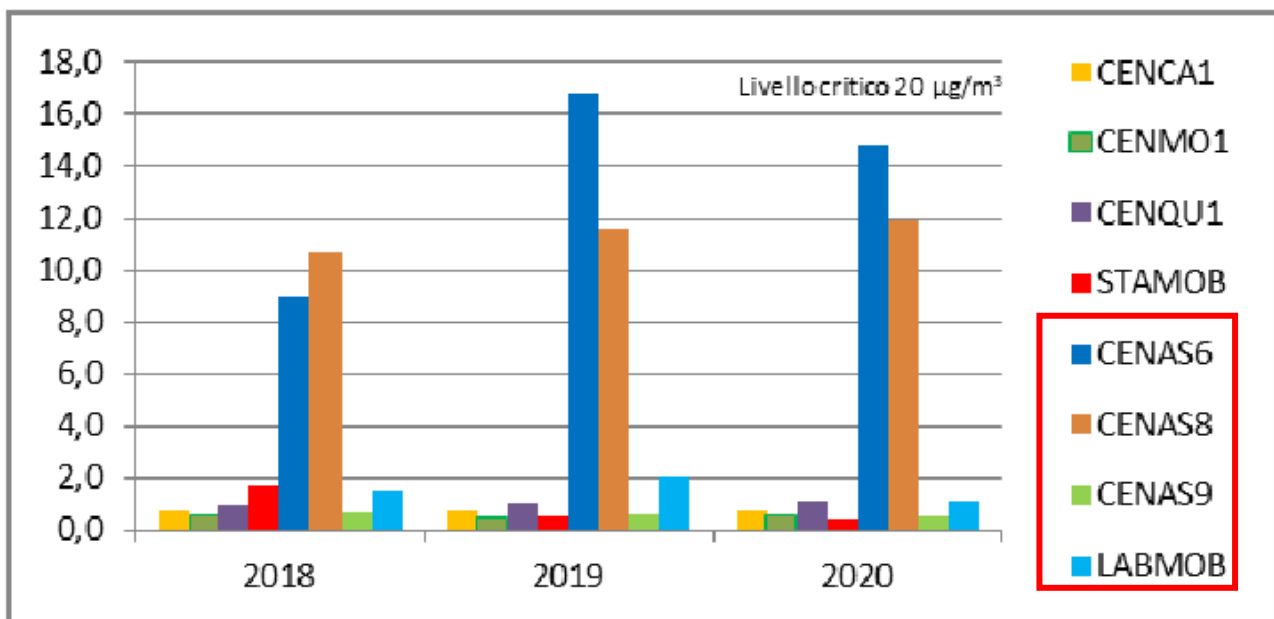


Figura 4.50 Andamento delle medie annuali di SO2 (µg/m³) – Agglomerato di Cagliari e area di Assemini

PROGETTAZIONE ATI:



La caratterizzazione del PM10, con particolare riguardo ai metalli, nelle tre annualità evidenzia andamenti costanti e regolari con medie e stime annuali entro i limiti normativi.

Le concentrazioni misurate dalle Unità Mobili sono generalmente moderate e coerenti con quelle delle stazioni fisse ubicate nelle rispettive zone di riferimento.

Il mercurio è presente in tracce, con concentrazioni prossime al limite di rilevabilità strumentale.

Si evidenzia peraltro che esiste una potenziale criticità evidenziabile nel sito di misura CENAS8, ubicato presso l'area industriale di Macchiareddu, con valori di arsenico e nichel decisamente superiori a tutte le restanti stazioni, sebbene in assenza di superamenti dei valori obiettivi normativi.

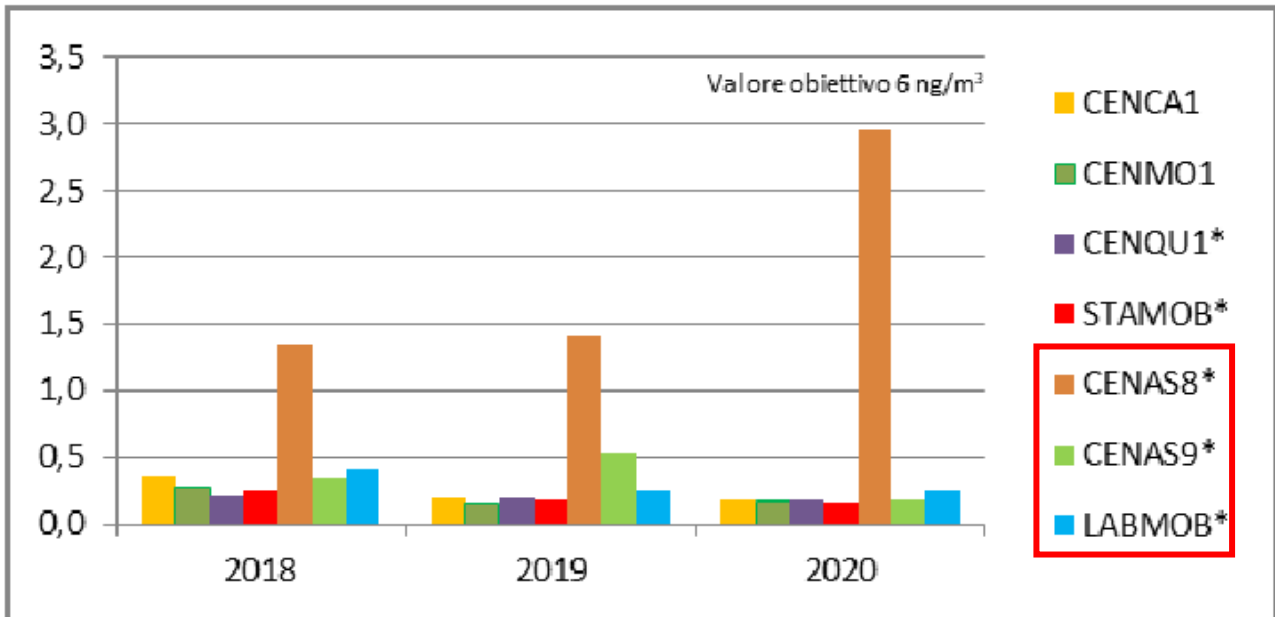


Figura 4.51 Andamento delle medie annuali di As (ng/m³) – Agglomerato di Cagliari e area di Assemini

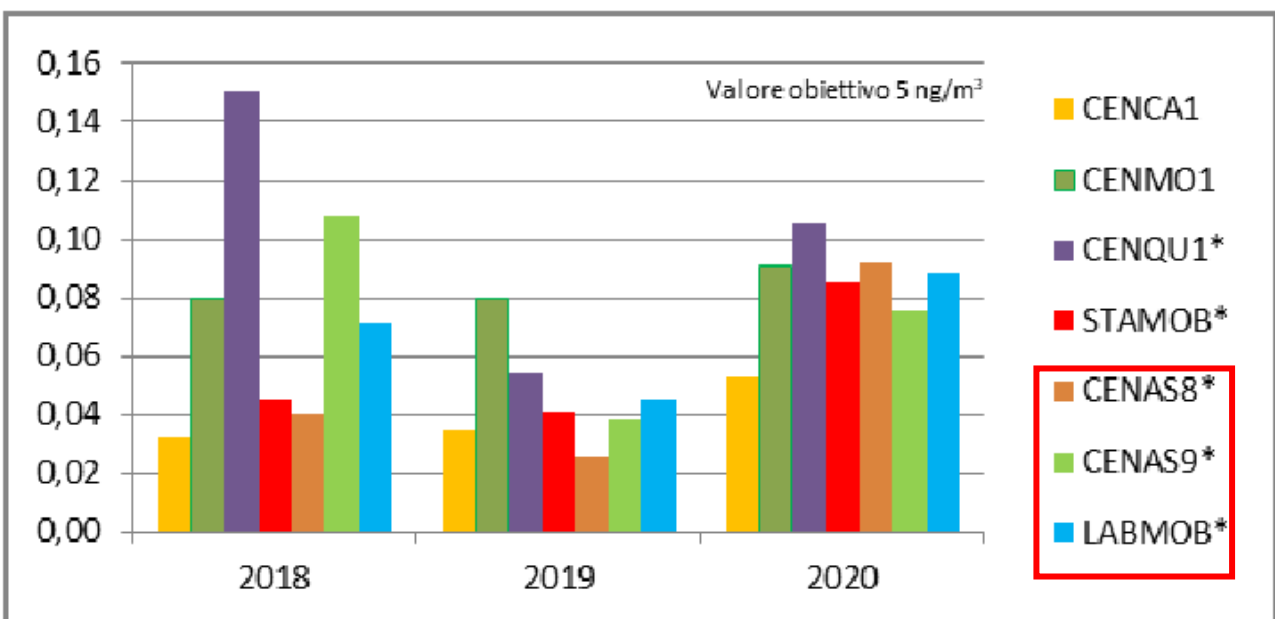


Figura 4.52 Andamento delle medie annuali di Cd (ng/m³) – Agglomerato di Cagliari e area di Assemini

PROGETTAZIONE ATI:

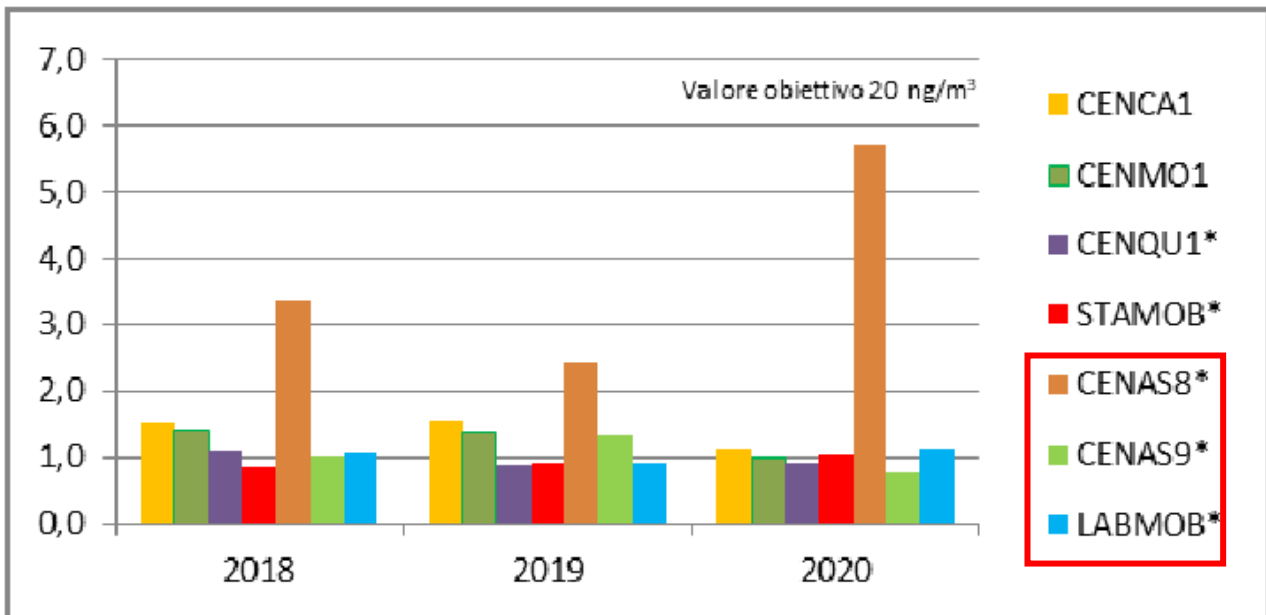


Figura 4.53 Andamento delle medie annuali di Ni (ng/m³) – Agglomerato di Cagliari e area di Assemini

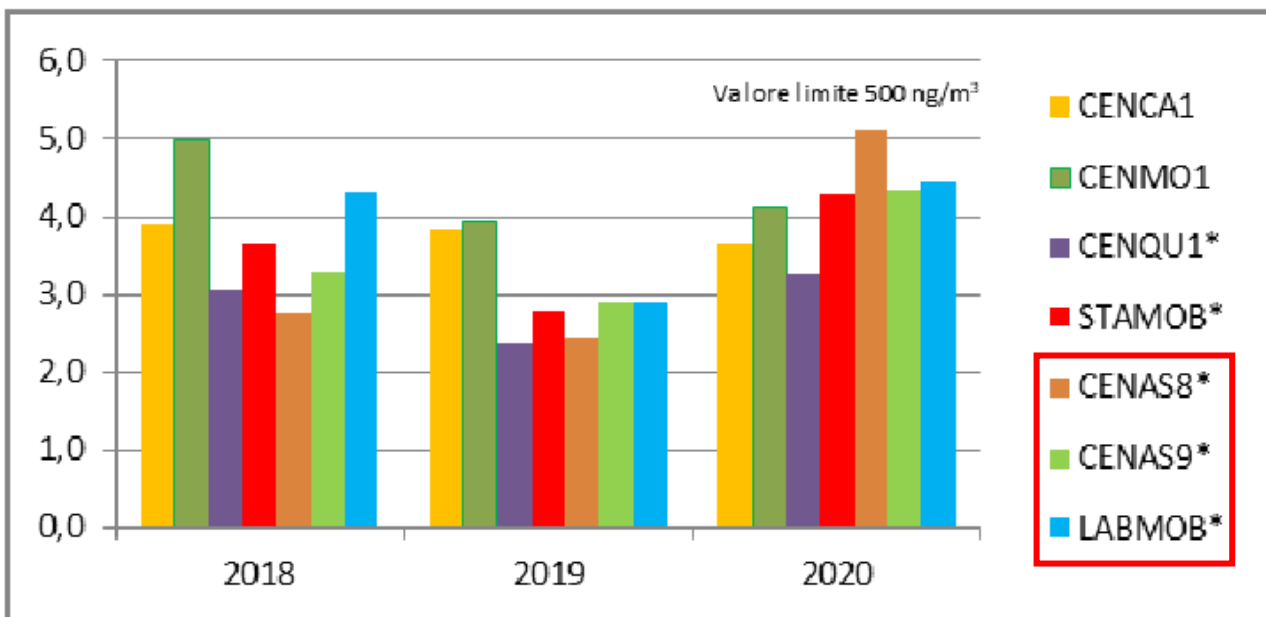


Figura 4.54 Andamento delle medie annuali di Pb (ng/m³) – Agglomerato di Cagliari e area di Assemini

#### 4.6.4. FONDO AMBIENTALE

Di seguito si riassumono le concentrazioni medie dei principali inquinanti precedentemente illustrati, che verranno presi in considerazione nel proseguo dello Studio, vale a dire il particolato sottile PM10, PM2.5 ed il Biossido di Azoto. Tali inquinanti, infatti, sono da considerare i principali inquinanti le cui emissioni potrebbero essere prodotte dalle attività emmissive correlate all'Opera in esame e di seguito analizzate.

PROGETTAZIONE ATI:

Per arrivare a definire le concentrazioni di fondo rappresentative dell'area di studio, si sono mediati i valori rilevati nelle centraline CENAS6 e CENAS8 (centraline limitrofe al tracciato di progetto) per gli ultimi 3 anni di rilevamenti: 2016, 2017 e 2018, tali medie vengono riportate nella seguente tabella:

Stazione	NO <sub>2</sub>			
	µg/m <sup>3</sup>			
	2018	2019	2020	Media
CENAS6	10,6	9,5	30,5	13,9
CENAS8	10,9	12,4	9,6	
	PM <sub>10</sub>			
	µg/m <sup>3</sup>			
	2018	2019	2020	Media
CENAS6	21,2	18,6	17,6	20,9
CENAS8	28,5	21,6	18,0	

Tabella 4.19 Concentrazioni medie per il 2018,2019 e 2020 nelle stazioni di monitoraggio CENAS6 e CENAS8

#### 4.6.5. MODELLIZZAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Per le simulazioni presentate in questo studio è stato utilizzato il software previsionale MMS CALINE, che implementa il modello di dispersione CALINE. Il programma elabora, per ogni stringa oraria dei dati meteo, la diffusione degli inquinanti implementati come sorgenti lineari associati ai diversi tratti stradali con i corrispondenti fattori di emissioni.

Il post processore MMS RUNANALYZER consente di aggregare i dati e di renderli disponibili per il loro confronto. CALINE appartiene alla categoria dei modelli gaussiani e tiene espressamente conto della forma lineare della sorgente e della turbolenza indotta dal moto degli autoveicoli.

I dati di ingresso richiesti da questo modello riguardano le caratteristiche geometriche dei tratti stradali (coordinate degli estremi, larghezza, quota al di sopra del suolo), la tipologia di ogni tratto stradale (a raso, interrato, in barriera, ponte) e del dominio di calcolo (posizione e quota dei recettori in corrispondenza dei quali si calcolano le concentrazioni).

Per ogni tratto stradale sono inoltre necessari i fattori di emissione di ciascun inquinante. È inoltre necessario disporre dei parametri meteorologici che influenzano la dispersione degli inquinanti: velocità e direzione del vento, altezza dello strato di rimescolamento, classe di stabilità atmosferica secondo Pasquill-Gifford. Le variabili meteorologiche con media oraria devono avere natura puntuale.

##### 4.6.5.1. Fattori di emissione

###### Parco auto della Provincia di Cagliari

Per il calcolo dei fattori di emissione medi si è tenuto conto della consistenza del parco veicolare della provincia di Cagliari riferiti all'anno 2020 elaborato da ACI:

CATEGORIA	ALIMENTAZIONE	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	TOT
Autovetture	Benzina	11916	3021	9411	7264	9991	3625	5948	51245
	Benzina e Gas liquido	944	353	747	530	3383	1620	2402	9981

PROGETTAZIONE ATI:

	Benzina e Metano	290	128	348	248	2064	1185	651	4914
	Gasolio	2388	1340	6699	15220	26659	16096	14876	83283
	Ibrido Benzina					4	42	641	687
	Ibrido gasolio						8	72	80
	Metano	7		2	5	108	132	200	702
Veicoli industriali leggeri	Benzina	171	101	155	97	53	47	77	702
	Gasolio	3059	1613	2827	4167	4144	1946	1822	19580
Veicoli industriali	Benzina	17		1					18
	Gasolio	2004	352	657	756	129	256	301	4461
Motocicli		5755	4652	3729	6791	1986			22928
Autobus		87	51	235	237	55	88	114	867

Fattori di emissione SINANET 2019

Category	Fuel	CO g/km	NOx g/km	PM2.5 g/km	PM10 g/km
Passengers cars	Petrol	1,6522	0,1329	0,0133	0,0233
Passengers cars	Diesel	0,0490	0,4376	0,0270	0,0365
Passengers cars	Petrol Hybrid	0,3966	0,0336	0,0133	0,0235
Passengers cars	LPG Bifuel	0,7902	0,0673	0,0128	0,0227
Passengers cars	CNG Bifuel	0,9039	0,0811	0,0132	0,0232
Light Commercial Vehicles	Petrol	3,0995	0,1886	0,0183	0,0322
Light Commercial Vehicles	Diesel	0,1295	1,0055	0,0377	0,0515
Heavy Duty Trucks	Petrol	3,4067	4,4341	0,0454	0,0884
Heavy Duty Trucks	Diesel	0,8874	2,7909	0,1044	0,1461
Buses	Diesel	1,0269	3,7399	0,1050	0,1395
Buses	CNG	0,9572	4,4385	0,0684	0,0744
Mopeds	Petrol	5,3774	0,1436	0,0684	0,0744
Motorcycles	Petrol	3,4523	0,1032	0,0228	0,0281

PROGETTAZIONE ATI:

*Fattori di emissione medi*

Con il parco auto e i fattori di emissione è stato definito un valore di emissione medio per ciascun tipo di inquinante, che pesa le categorie rispetto all'effettiva ripartizione riscontrabile sul territorio in esame.

Nella tabella seguente sono stati computati i fattori di emissione allo stato attuale e i fattori di emissione rielaborati per lo Stato di Progetto, per il quale è stata considerata una riduzione percentuale del 10% su ogni tipologia di inquinante rispetto al calcolo effettuato per la situazione Ante Operam:

Fattori di emissione [g/km]	CO	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
SCENARIO ATTUALE - POST	1,0249	0,4171	0,0371	0,0266

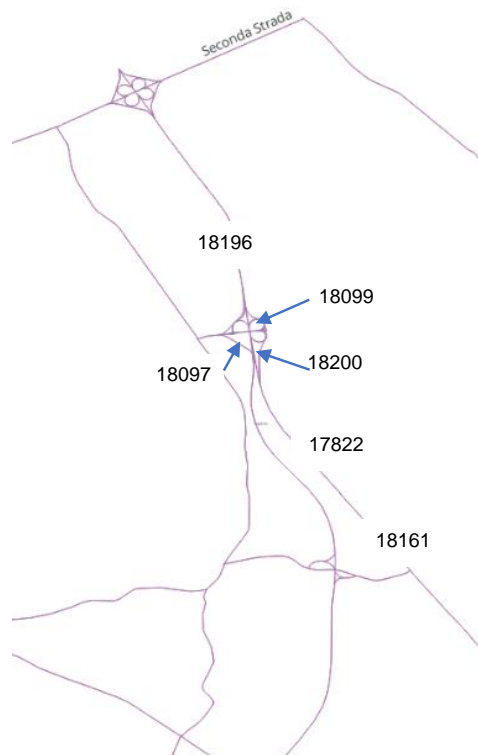
La riduzione del 10% è stata considerata alla luce della variazione dei fattori di emissione del 2017 con gli ultimi disponibili (2018-2019).

È stato considerato anche uno Scenario Zero, per il quale i flussi e le emissioni dello Stato di Progetto sono stati implementati sul sedime dell'attuale Strada Consortile Macchiareddu.

**4.6.5.2. Dati di traffico**

*STATO ATTUALE*

I dati di traffico sono stati desunti dallo studio trasportistico



**Figura 4.55 Grafo analisi trasportistica**

PROGETTAZIONE ATI:

SCENARIO ATTUALE											
ID ARCO	DENOMIN	TGM		TGM LEGGERI		TGM PESANTI		VELOCITA' LEGGERI		VELOCITA' PESANTI	
		Leggeri	Pesanti	DIURNO 6-22	NOTTURNO 22-6	DIURNO 6-22	NOTTURNO 22-6	DIURNO 6-22	NOTTURNO 22-6	DIURNO 6-22	NOTTURNO 22-6
17822		1239	88	1124	115	83	4	65	70	55	59
18097	Rampe Svincol	1	0	1	0	0	0	40	43	40	43
18098	Rampe Svincol	1417	72	1285	131	68	4	40	43	39	42
18099	Rampe Svincol	1004	69	911	93	65	3	40	43	39	42
18100	Rampe Svincol	13	0	12	1	0	0	40	43	40	43
18101		2435	140	2209	226	133	7	50	54	49	53
18161		1239	88	1124	115	83	4	65	70	55	59
18165		1017	69	922	94	65	3	50	54	49	53
18195		2229	156	2022	207	148	8	90	97	80	86
18196		3646	228	3307	338	216	11	90	97	80	86
18198		1238	88	1123	115	83	4	65	70	55	59
18227		1017	69	922	94	65	3	50	54	49	53
18232		1017	69	922	94	65	3	40	43	39	42
18416		3646	228	3307	338	216	11	90	97	90	97

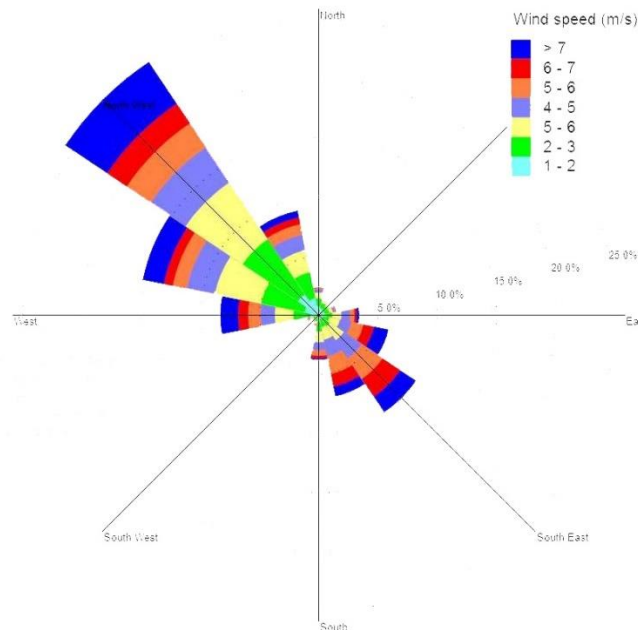
Tabella 4.20 Dati trasportistici inseriti nel modello

#### 4.6.5.3. Input meteorologici

I dati meteorologici sono stati ricostruiti localmente sull'area di progetto per l'anno 2021, attraverso un'elaborazione "mass consistent" effettuata con il modello meteorologico CALMET all'interno del quale è stata utilizzata la risoluzione geomorfologica sopra indicata.

Il modello CALMET ricostruisce per interpolazione 3D "mass consistent", pesata sull'inverso del quadrato della distanza, un campo iniziale tridimensionale (FIRST GUESS) che viene modificato per incorporare gli effetti geomorfologici ed orografici del sito in esame alla risoluzione spaziale richiesta (campo meteo STEP 1); il processo di interpolazione avviene per strati orizzontali, l'interazione tra i vari strati orizzontali viene definita attraverso opportuni fattori di BIAS che permettono di pesare strato per strato l'influenza dei dati di superficie rispetto ai dati profilometrici (es: nel primo strato verticale adiacente al terreno che va da 0 a 20 metri sul suolo in genere viene azzerato il peso del profilo verticale rispetto a quello delle stazioni di superficie mentre negli strati verticali superiori al primo viene gradatamente aumentato il peso dei dati profilometrici rispetto a quelli di superficie fino ad azzerare il peso di questi ultimi dopo alcune centinaia di metri dal suolo).

I dati utilizzati sono relativi alla stazione meteorologica Cagliari Elmas [Metar: LIEE 210550Z AUTO 35005KT 9999 NCD 03/03 Q1023].



PROGETTAZIONE ATI:

#### 4.6.5.4. Risultati delle simulazioni relative allo scenario attuale

Dopo aver completato la fase di modellazione dell'input, descritta nel paragrafo precedente, è stato possibile ottenere l'output del modello, il quale ha permesso di determinare i livelli di concentrazione relativi ai principali inquinanti generati dalla sorgente stradale nello scenario ante operam.

In particolare, vengono riportati i valori relativi a:

- Biossido di Azoto NO<sub>2</sub>
- Monossido di Carbonio CO
- Particolato PM<sub>10</sub>
- 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 4.57 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 4.58 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 4.59 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 4.56 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>.

PROGETTAZIONE ATI:

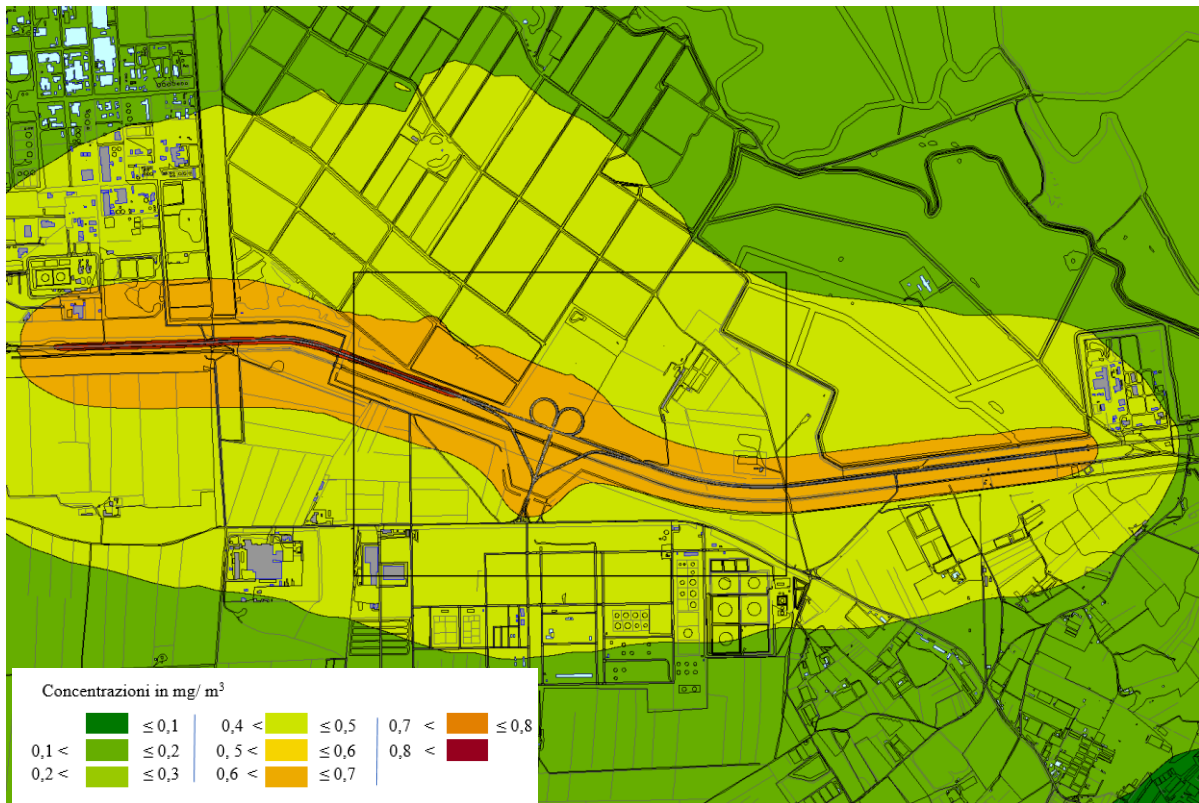


Figura 4.56 Mappa delle concentrazioni di CO

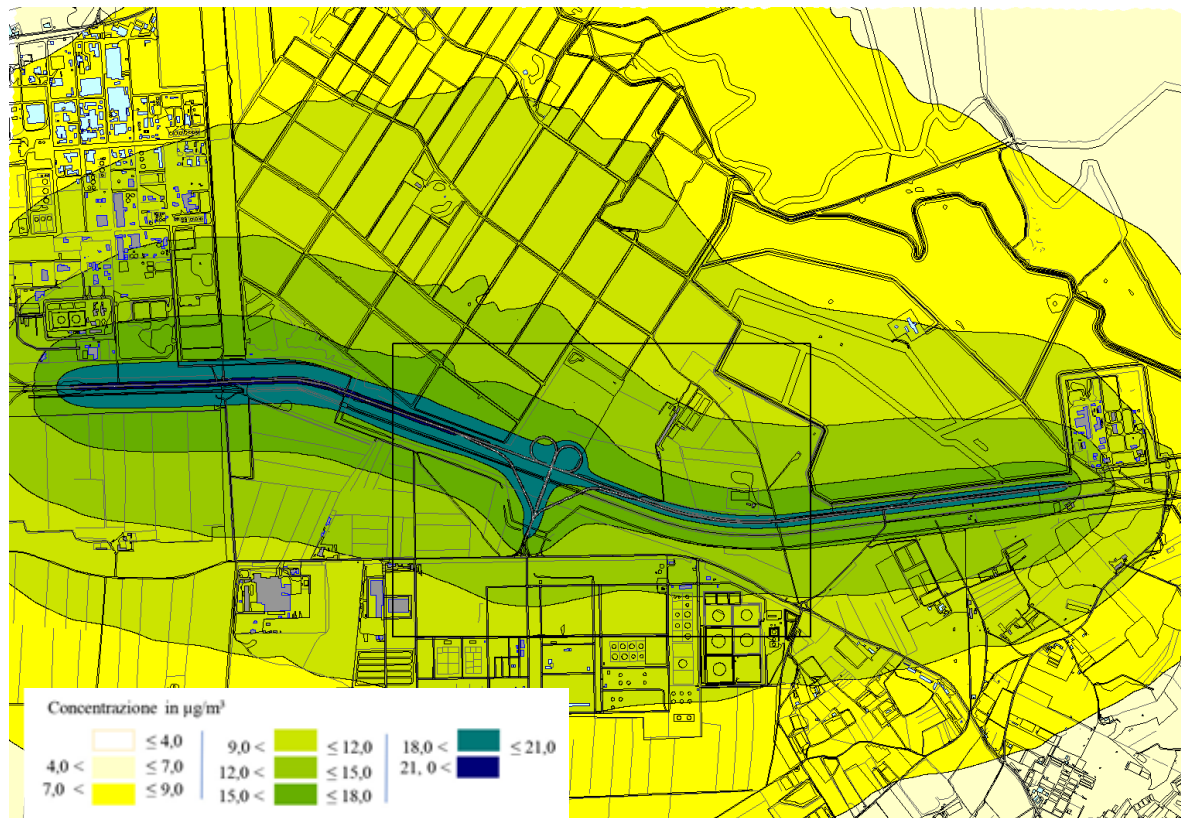


Figura 4.57 Mappa delle concentrazioni di NO<sub>2</sub>

PROGETTAZIONE ATI:



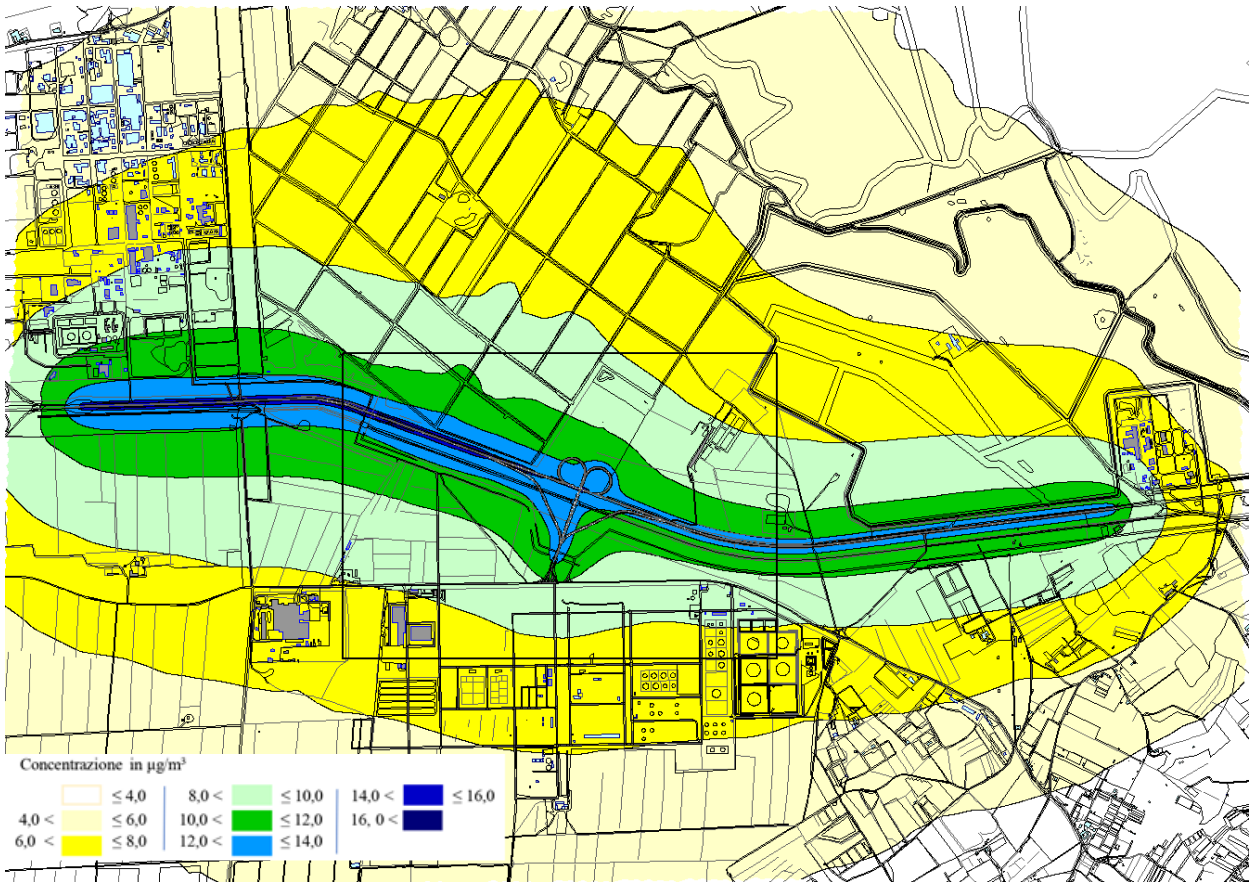


Figura 4.58 Mappa delle concentrazioni di PM10

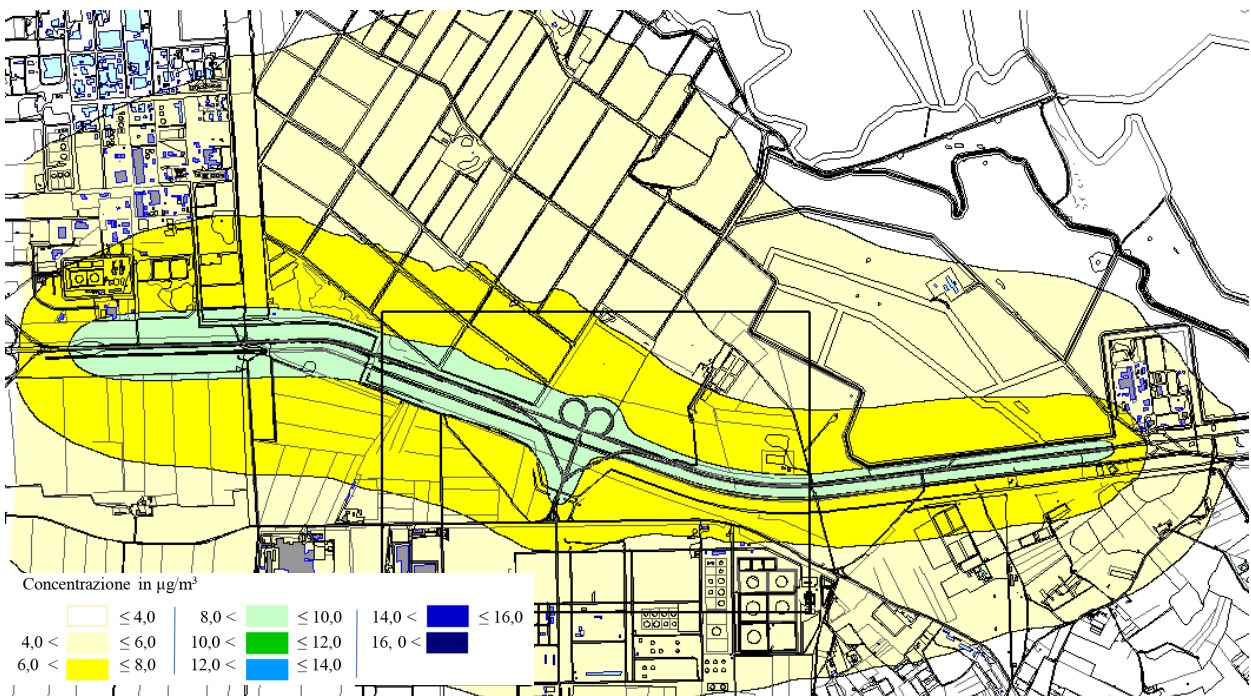


Figura 4.59 Mappa delle concentrazioni di PM2.5

PROGETTAZIONE ATI:

## 4.7. PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE

### 4.7.1. ASPETTI GENERALI

La struttura caratterizzante il paesaggio cagliaritano si basa principalmente sulle relazioni tra i sistemi costieri, dominati dal doppio golfo di Cagliari e di Quartu S. Elena, le grandi zone umide, il sistema dei colli e la stratificazione dell'insediamento storico che gravita attorno al capoluogo, dai presidi antichi alla struttura urbana contemporanea.

L'estensione della città ha ovviamente condizionato gran parte delle forme originarie del paesaggio e dei processi naturali, anche se è ancora possibile riconoscere i tratti salienti delle forme del rilievo che hanno guidato l'espansione urbana dalle origini fino ad oggi.

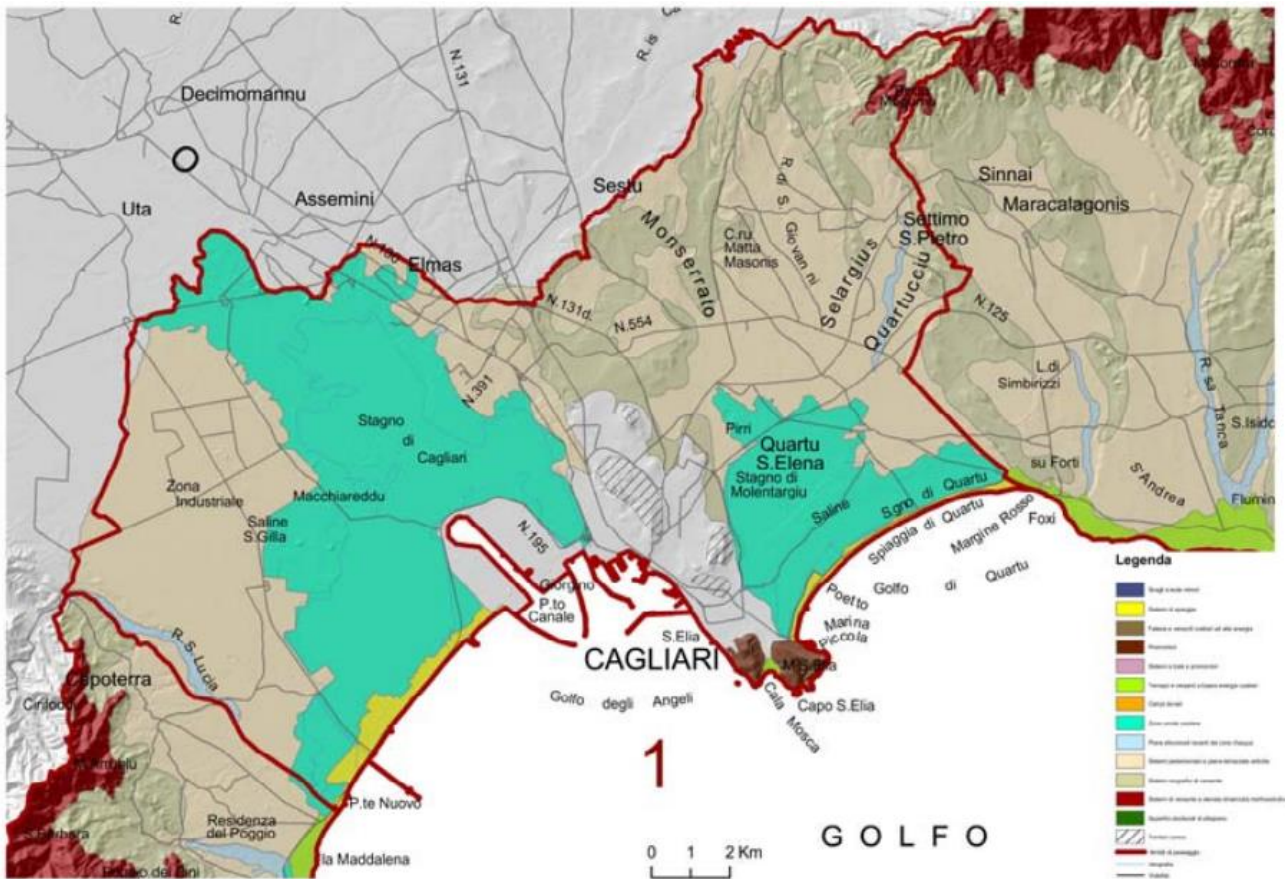


Figura 4.60: L'area dell'ambito di paesaggio 1 – Golfo di Cagliari

L'ambito in cui si inserisce l'intervento è caratterizzato da un complesso sistema paesistico territoriale in cui prevale il sistema costiero dello Stagno di Cagliari-laguna di Santa Gilla, lasciando sullo sfondo, ad est, la dorsale geologico-strutturale dei colli della città di Cagliari e il compendio umido dello stagno di Molentargius, delle saline e del cordone sabbioso del Poetto.

Questi elementi sono le grandi dominanti costitutive che rappresentano la matrice funzionale e strutturale dell'ambito, sulla quale ogni stratificazione paesaggistica si è sviluppata nello spazio e nel tempo.

La dorsale strutturale di Cagliari, impostata secondo le direttrici tettoniche campidanesi nord ovest-sud est e definita dalle colline mioceniche, è la matrice geomorfologica su cui si sviluppa la città e costituisce l'elemento fisico di separazione tra le zone umide di Santa Gilla, a ovest e la depressione stagnale di Molentargius ad est.

PROGETTAZIONE ATI:

Ad ovest, la vasta zona umida dello Stagno di Cagliari rappresenta un tipico sistema di transizione e di interfaccia ambientale tra il dominio continentale, rappresentato dai terreni della pianura campidanese e il settore marino del Golfo degli Angeli. Il sistema dello Stagno di Cagliari, che costituisce la più vasta zona umida della Sardegna, è il bacino recettore di un esteso sistema 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. Cagliari custodisce, nei quattro quartieri storici che ne caratterizzano il nucleo urbano storico, vicende millenarie che vanno dalla preistoria fino al governo sabauda.

#### 4.7.2. CENNI STORICI

Nell'area vasta di intervento è riscontrabile una complessa stratificazione storica degli insediamenti sviluppatasi ininterrottamente dall'antico al contemporaneo. Ai sensi del PPR, costituiscono infatti sistemi storici del paesaggio cagliaritano:

- i sistemi insediativi antichi (la Karales punica sulla sponda orientale di Santa Gilla, la città romana nell'area retrostante l'odierna darsena e la città dell'alto medioevo distribuita in diversi poli facenti capo a Santa Igia sul luogo della città punica);
- l'area del colle di Tuvixeddu-Tuvumannu con la necropoli fenicia;
- il sistema urbanistico medievale del centro di Cagliari e dei borghi extra moenia;
- il sistema portuale storico, commerciale, militare di Cagliari;
- il sistema delle strutture militari del centro medioevale di Cagliari e le modernizzazioni successive;
- Più distanti dall'area di intervento, i sistemi insediativi medievali di Quartu Sant'Elena, Quartucciu, Selargius, Monserrato, Pirri intorno ai compendi umidi del Molentargius e il sistema insediativo storico dei centri medievali di Sinnai, Settimo San Pietro e Maracalagonis;
- l'insieme dei presidi religiosi e civili (chiese campestri e ville) del paesaggio agrario del Campidano di Cagliari, comprendente la trama fondiaria e la viabilità territoriale e prediale sia quella ascrivibile alla centuriazione romana che la sua reinterpretazione medievale;

- il sistema delle archeologie industriali (sistemi del sale e del vino, con le Saline Molentargius e Contivecchi e con i molteplici episodi di grandi cantine sorte tra '800 e '900 nella cintura dei borghi agricoli cagliaritari);
- l'insieme delle tradizioni della cultura materiale legata alla pesca nella laguna di Santa Gilla e all'antico borgo di pescatori di Giorgino;

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.

#### 4.7.3. IL SISTEMA INSEDIATIVO

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. Si distinguono alcuni elementi principali:

- il tessuto insediativo continuo dell'area urbana, costruito intorno al sistema ambientale di Molentargius e delle saline – Cagliari-Pirri, Monserrato, Selargius, Quartucciu, Quartu Sant'Elena;
- l'insediamento residenziale e i servizi lungo il cordone litorale del Poetto;
- l'ambito dell'espansione residenziale di Pizz'e Serra;
- il sistema insediativo di connessione tra Cagliari ed il centro urbano di Elmas (testata del sistema urbano lineare Elmas, Assemmini, Decimomannu) lungo le rive della Laguna di Santa Gilla;
- i sistemi infrastrutturali delle reti tecnologiche e dei trasporti con il sistema portuale storico, commerciale, turistico, militare, industriale di Cagliari;
- i corridoi infrastrutturali delle SS 130 e 131 e gli insediamenti produttivi e commerciali di Cagliari, Elmas e Sestu.

PROGETTAZIONE ATI:

- l'apparato produttivo e commerciale lungo il corridoio infrastrutturale della SS 554, costituito da aree destinate a strutture di servizio sovralocale (ospedali, strutture commerciali, strutture sportive), insediamenti produttivi e commerciali, confinante con gli ambiti residenziali di formazione recente in prossimità della SS 554;
- l'ambito dei servizi nell'area di colmata del Terramaini e gli insediamenti produttivi e commerciali lungo il Viale Marconi tra Cagliari e Quartu;
- i grandi agglomerati industriali di Macchiareddu (CASIC) in relazione con i paesaggi dello Stagno di Cagliari-Santa Gilla e le Saline Contivecchi;

Quest'ultimo è l'ambito in cui si inserisce l'intervento in progetto, caratterizzato, a nord, da un'urbanizzazione sparsa di tipo esclusivamente industriale/produttivo, e a sud da piccoli nuclei a vocazione prevalentemente agricola.

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.

#### 4.7.4. IL SISTEMA ECOLOGICO E NATURALISTICO

I principali e più significativi elementi ambientali del sistema paesaggistico 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.

Per l'approfondimento di tali aspetti si rimanda al cap. 4.2. inerente alla biodiversità.

#### 4.7.1. ELEMENTI/AMBITI A VALENZA SIMBOLICA

Nell'area di intervento non sono segnalati elementi o ambiti a valenza simbolica.

#### 4.7.2. PERCORSI PANORAMICI, AMBITI DI PERCEZIONE SIGNIFICATIVI E CARATTERISTICHE DI INTERVISIBILITÀ DELL'OPERA

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 campidanese 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 più marcati che raggiungono quote ben più elevate (oltre 500 m s.l.m.).



Figura 4.61: rappresentazione morfologica dell'ambito: vista da est verso ovest, in direzione dei rilievi presso Capoterra/Sarroch

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 4.62: Vista da Cagliari (Castello di S.Michele) in direzione dello Stagno e della zona umida di S. Gilla

La notevole distanza del progetto dai potenziali punti panoramici, o comunque da punti posti a quote più elevate rispetto a quelle della piana su cui insiste il progetto, fa sì che da essi risulti piuttosto difficile la “lettura” del nuovo asse infrastrutturale nel contesto paesaggistico e, di conseguenza, il livello di interferenza percettiva prodotta sulle medie/lunghe distanze di osservazione è estremamente basso.

In ragione di ciò, 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 di Macchiareddu/Assemini e alle relative zone umide, non essendo sostanzialmente ravvisabili con percettivi significativi sui rilievi circostanti a quote più elevate.

La documentazione fotografica riportata nell'apposito elaborato illustrano con evidenza che le dinamiche di intervisibilità prodotte dal progetto sono quelle riconducibili tipicamente ai **paesaggi di pianura**.

In tali contesti, infatti, 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 e degli elementi di sfondo (skyline) da parte di un osservatore posto sul piano campagna.

L'effetto di tale impatto è evidentemente variabile in funzione della distanza del ricettore dalla nuova infrastruttura e dall'altezza e distanza degli elementi di sfondo.

Considerando lo sviluppo del tracciato, sostanzialmente in giacitura nord-sud, nel caso in esame si hanno due fattispecie.

- Dalle zone ad ovest dell'asse, per le visuali in direzione est, risulterà penalizzata la vista dello skyline di Cagliari, che è caratterizzata da rilievi collinari molto bassi, come illustrato nella foto seguente.



Figura 4.63: Vista in prossimità dell'area di progetto in direzione di Cagliari (sullo sfondo)

- Dalle aree opposte, site nel settore a est dell'infrastruttura, l'elemento più significativo dal punto di vista percettivo è costituito dal profilo dei rilievi riconducibili al sistema orografico di Monte Cravellu e Punta Truba Manna e ai rilievi andesitici di Monte Arrubiu, Punta Marturedda e Monte Mereu che, essendo più alti, presentano minori rischi di occultamento.



Figura 4.64: Vista in prossimità dell'area di progetto in direzione di Capoterra (sullo sfondo i rilievi montani)

Le valutazioni sopra esposte, ovviamente, devono essere lette anche alla luce della presenza di ostacoli visivi locali, costituiti ad esempio da vegetazione, edifici, dossi, ecc., che sono diffusi sul territorio e possono limitare anche in modo significativo la visuale dello sfondo.

Di contro in ambiti pianiziali, come nel caso in esame, le infrastrutture stradali, proprio perché si pongono a quota più elevata dal piano campagna, si configurano come **punti di vista privilegiati** per l'osservazione del contesto, consentendo all'utente di fruire della visuale del panorama senza ostacoli significativi.

#### 4.7.1. ANALISI DEI CROMATISMI E DEI MATERIALI

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.

Il paesaggio è stato analizzato con riferimento sia agli elementi più direttamente prossimi all'infrastruttura (vegetazione, aree agricole, ecc.) sia a quelli più "di area vasta", ossia non prossimi all'infrastruttura ma afferenti, ad esempio, all'architettura storica del vicino capoluogo.

Nell'ambito dell'analisi è emerso come i cromatismi prevalenti dell'area, tenendo conto anche delle variazioni stagionali, sono quelli afferenti ai toni del verde (vegetazione), dell'azzurro (mare, stagni) e soprattutto dei marroni/ocra, riferibile al paesaggio delle terre e delle rocce.

In particolare, per quest'ultimo, sono stati presi come riferimento sia i colori tenui (ocra/giallo) dei graniti sia quello più scuro e tendente al marrone/rosso della trachite sia quello grigio del basalto.

PROGETTAZIONE ATI:



Tale analisi è stata utilizzata per le scelte cromatiche relative alle opere d'arte, riportata nel par. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** inerente alle mitigazioni paesaggistiche in fase di esercizio.

>> TERRENI E ROCCE



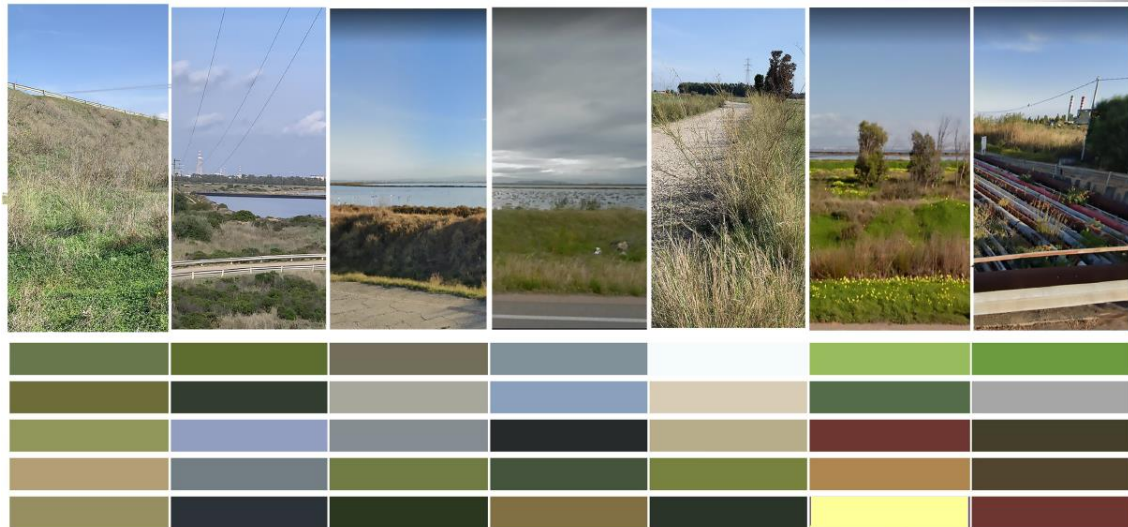
■ TEXTURE E GRANULOMETRIE PREVALENTI



Figura 4.65: Paletta cromatica del paesaggio delle terre e delle rocce

PROGETTAZIONE ATI:

>> VEGETAZIONE ED ELEMENTI PREVALENTI NEL PAESAGGIO



■ TEXTURE E GRANULOMETRIE PREVALENTI



Figura 4.66: Paletta cromatica del paesaggio della vegetazione e dell'acqua

>> MATERIALI EDILI E FINITURE TRADIZIONALI



■ TEXTURE E GRANULOMETRIE PREVALENTI



Figura 4.67: Paletta cromatica dei materiali

PROGETTAZIONE ATI:

#### 4.7.2. CARATTERISTICHE SPECIFICHE DEI BENI TUTELATI LUNGO IL CORRIDOIO DI PROGETTO

Come indicato al cap. 3, l'analisi del sistema delle tutele definite dal PPR ha evidenziato le seguenti interferenze dirette con l'infrastruttura in progetto:

1. Canale di Bonifica Acque Alte: progr. 9+750 c.ca;
2. Zona a rischio archeologico indicata "insediamento Su Cocceri": progr. 9+270 – 9+950 c.ca
3. Sito inquinato di Assemini (riguarda l'intero intervento);

Ai sensi delle norme di PPR, il Canale di bonifica deve essere *"oggetto di conservazione e tutela al fine di mantenere inalterate le caratteristiche degli elementi costitutivi e delle relative morfologie, in modo da preservarne l'integrità ovvero lo stato di equilibrio ottimale tra habitat naturale e attività antropiche"*.

Attualmente nella zona interessata dal progetto il canale, di evidente origine antropica legata alle attività agricole e di bonifica dell'area, si presenta di difficile lettura, a tratti sito in aree inaccessibili a causa delle recinzioni dei fondi agricoli.

In alcuni tratti è caratterizzato da una vegetazione in parte di origine artificiale (soprattutto eucalpti) e in parte spontanea posta a margine delle colture agricole, mentre in altri risulta del tutto denudato e di difficile individuazione nell'ambito degli appezzamenti agricoli.

Alcune sezioni del canale sono intubate: la continuità è garantita mediante tombini in calcestruzzo a sezione circolare.

Di seguito si riportano alcune immagini del bene.



Figura 4.68: area dove sono state effettuate le foto del canale

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 4.69: viste del canale

Per quanto riguarda l'area archeologica indicata come "insediamento Su Cocceri", approssimativamente alla progr. 9+270 – 9+950 c.ca di progetto, essa riguarda un vasto areale che comprende anche l'azienda agricola omonima.

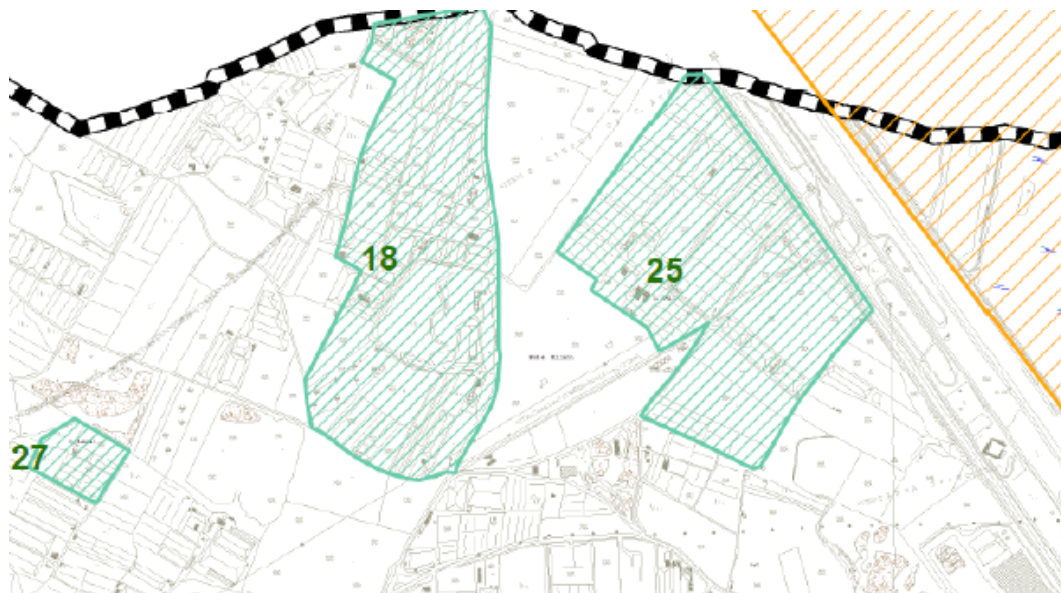


Figura 4.70: perimetrazione area archeologica 25 *Is Campus de S'Atena* (fonte: PUC Capoterra)

Attualmente nell'area non sono visibili evidenze riconducibili al vincolo archeologico (ruderi, strutture, ecc). Per la valutazione delle interferenze, pertanto, si rimanda agli adempimenti propri della verifica preventiva dell'interesse archeologico.

PROGETTAZIONE ATI:

Per quanto concerne infine il Sito inquinato di Assemmini, ai sensi del PPR per esso prevalgono le istanze volte a promuovere azioni di riqualificazione e rimozione delle cause del degrado, per cui non ha rilevanza, ai fini dello studio, la considerazione sulla qualità attuale delle preesistenze.

Come si evince dalla documentazione fotografica a seguire, nell'area risultano particolarmente caratterizzanti i volumi dei grandi impianti industriali, nonché delle numerose condotte che solcano il territorio.

Tralicci elettrici, turbine eoliche, sili, camini, ciminiere e altre attrezzature emergono con particolare vigore in virtù dell'andamento pianeggiante del terreno, che ne impedisce qualsiasi forma di occultamento, anche parziale.

In tale contesto, tuttavia, risultano di interesse anche i lunghi filari di eucalipti che, con la loro notevole altezza, si impongono nello skyline creando lunghe quinte verde e contribuendo a migliorare la qualità di un paesaggio altrimenti monotono e privo di connotazioni.



Figura 4.71 - vista tipica degli impianti industriali nell'area di progetto



Figura 4.72 – parco eolico a nord-ovest dell'area di progetto



Figura 4.73 - vista tipica degli appezzamenti agricoli nell'area di progetto. Sullo sfondo, un filare di eucalipti

PROGETTAZIONE ATI:

#### 4.7.3. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Di seguito si riportano alcune immagini caratteristiche delle aree dove insiste il progetto, procedendo dall'inizio del tracciato (nord-ovest) fino alla fine (sud-est). Le fotografie sono state scattate nel corso di sopralluoghi nel novembre 2022.



Figura 4.74L'infrastruttura attuale a inizio intervento



Figura 4.75 Fenomeni di degrado nella piazzola a inizio intervento

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 4.76 Eucalipteti presso il primo tratto di progetto



Figura 4.77 Fenomeni di degrado lungo la viabilità secondaria a servizio degli impianti

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 4.78 Fasci tubieri a servizio degli impianti



Figura 4.79 Vista del sito di interesse comunitario comprendente la Salina di Macchiareddu (sullo sfondo, a destra)

PROGETTAZIONE ATI:





Figura 4.80 Vista del sito di interesse comunitario comprendente la Salina di Macchiareddu dalla strada consortile



Figura 4.81 Campi eolici a nord-ovest dell'area di intervento

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 4.82 Vista del canale Emboi



Figura 4.83 Una vista presso l'area individuata per il cantiere base

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 4.84 Vista dell'area di svincolo



Figura 4.85 Vista dell'area di svincolo

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 4.86 Impianti industriali nell'area a ovest del progetto



Figura 4.87 Vista del tratto che precede lo scavalco del fascio tubiero

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 4.88 Una vista del tratto iniziale del progetto

#### 4.7.4. CRITICITÀ E INDIRIZZI INDIVIDUATI NEL PPR

Facendo riferimento ai contenuti del PPR, di seguito si sintetizzano le criticità e gli indirizzi individuati per l'ambito paesaggistico in esame.

##### 4.7.4.1. Criticità

1. L'estensione del capoluogo ha alterato e nel tempo obliterato gran parte delle forme originarie del paesaggio e dei processi naturali, anche se è ancora possibile riconoscere i tratti salienti delle forme del rilievo che hanno guidato l'espansione urbana dalle origini fino ad oggi.
2. Le infrastrutture presenti nell'ambito e la localizzazione degli impianti produttivi costituiscono una maglia infrastrutturale che interseca i sistemi idrografici di alimentazione delle zone umide costiere sovrapponendosi, con modalità non coerenti, ai processi ambientali.
3. La tendenza alla saldatura dei centri urbani contribuisce a chiudere i residui corridoi ecologici di comunicazione tra le zone umide e i propri bacini di alimentazione, definendo condizioni di "assedio urbano" per gli ecosistemi e gli habitat interclusi.
4. La perdita dei margini tra la città e le sue matrici ambientali: i riflessi nel paesaggio urbano sono quelli del progressivo degrado delle aree via via marginalizzate dall'occupazione urbana dello spazio.
5. La saldatura tra i centri dell'area urbana istituisce condizioni di perifericità di zone intercluse e rende inestricabile, anche dal punto di vista percettivo, la lettura dei segni della stratificazione storica dell'insediamento cagliaritano, finendo per offuscare il sistema delle differenze costituito dai centri medievali della città e dei borghi agricoli.

PROGETTAZIONE ATI:

6. L'incidenza dei volumi dei grandi centri commerciali, dei cinema multisala, delle aree caratterizzate da una forte prevalenza di capannoni commerciali e artigianali, sorti negli ultimi decenni senza un'adeguata attenzione al disegno urbanistico.
7. La congestione dei trasporti e la concentrazione di automobili all'interno dell'ambito urbano ristretto, che limitano lo spazio pubblico disponibile per la libera fruizione.
8. Le aree agricole periurbane rilevano spesso situazioni di degrado, accanto alle sporadiche coltivazioni arboree si evidenziano usi impropri legati all'abbandono di rifiuti e all'accantonamento di varie tipologie di materiali. La stessa criticità si evince anche per gli spazi verdi delle periferie urbane, colonizzate da specie erbacee spontanee, che divengono zone di degrado.

#### 4.7.4.2. Indirizzi

1. Riquilibrare le zone umide di Molentargius e di Santa Gilla, ed i loro utilizzi ambientali e produttivi (Saline), attraverso l'attuazione delle forme di gestione a Parco. In particolare, attivare:
  - la connessione ecologica tra le componenti ambientali costitutive dell'Ambito, anche attraverso una programmazione della rete ecologica a scala metropolitana, orientata alla creazione di un sistema unitario integrato tra le emergenze ambientali;
  - la riqualificazione del sistema dei rilievi, quale elemento di un paesaggio costiero unico e generatore di una morfologia insediativa specifica;
  - la conservazione e la salvaguardia degli ecosistemi delle zone umide, anche attraverso l'individuazione di spazi adeguati per la funzionalità ecologica, in quanto costituiscono il presupposto per garantire l'elevata biodiversità ed il mantenimento delle specificità biotiche;
  - la riqualificazione delle aree urbane ai confini delle zone umide, individuando dove possibile spazi pubblici ad uso collettivo interpretati come zone di transizione, fasce di margine, in rapporto alle aree peristagnali ed ai residui corridoi fluviali di alimentazione delle depressioni stagnali e lagunari;
  - il monitoraggio ed il mantenimento di un corretto assetto idrogeologico del territorio in riferimento all'equilibrio tra la qualità dei corpi idrici e i processi fluviali, delle falde sotterranee e del sistema marino-costiero, in rapporto alle attività di uso del suolo e delle risorse idriche.
2. Attivare la riqualificazione urbana e ambientale del sistema costiero, attraverso la predisposizione e attuazione di una gestione integrata e unitaria, finalizzata alla rigenerazione delle risorse e al riequilibrio con i processi urbani dell'intero Ambito. In particolare, attivare:
  - La riqualificazione e il recupero del valore paesaggistico del Poetto, anche attraverso la ricostruzione del sistema sabbioso mediante interventi coerenti con l'assetto vegetazionale e fisico-ambientale del cordone litoraneo;
  - L'organizzazione, la regolamentazione e la gestione dei servizi di spiaggia, retrospiaggia, servizi all'accessibilità, aree sosta, con l'eliminazione delle superfetazioni;
  - La riqualificazione urbana del Lungomare Sant'Elia, dell'area portuale, del Lungomare Colombo e della via Roma di Cagliari, con relativo recupero delle emergenze architettoniche;
  - La riqualificazione e il recupero del valore paesaggistico e della funzionalità ambientale del compendio umido dello Stagno di Cagliari (Santa Gilla), prevedendo anche l'integrazione del progetto paesaggistico di mitigazione degli impatti ambientali della Strada Statale 195.
  - La riqualificazione della piana alluvionale-costiera e del territorio infrastrutturato del polo industriale di Macchiareddu-Grogastu, rivolta al riequilibrio delle funzioni idrogeologiche e al recupero delle aree degradate anche attraverso la ricostituzione dell'assetto

- vegetazionale e fisico-ambientale, in relazione all'utilizzazione mista agricola-industriale ed alla connessione ecologica tra gli habitat dello Stagno di Cagliari e del Rio Santa Lucia.
3. Riqualificare le periferie urbane adottando un sistema di pianificazione integrata finalizzato a contrastare l'omologazione architettonica urbana;
  4. Conservare i "cunei verdi" e gli spazi vuoti ancora esistenti per contrastare la tendenziale saldatura delle periferie urbane, attraverso la costruzione di fasce verdi o altre tipologie di spazi aperti pubblici extraurbani, anche al fine di riconfigurare i limiti dell'edificato.
  5. Riqualificare i confini delle aree urbane interpretate come zone di transizione in rapporto alle aree marginali agricole, per la creazione di una fascia a verde che offra l'occasione per una riqualificazione in termini generali dell'abitato residenziale, attraverso la connessione di percorsi alberati, aree verdi e spazi di relazione.
  6. All'interno dei piani urbanistici comunali, prevedere uno strumento di incentivazione e controllo delle aree agricole periurbane, finalizzato al contenimento della frammentazione delle proprietà ed a favorire usi coerenti con i caratteri rurali del territorio, al fine di garantire il mantenimento del sistema produttivo attraverso strumenti innovativi e perequativi.
  7. Incentivare la valorizzazione dei presidi della "memoria storica" e promuovere programmi di riqualificazione delle emergenze culturali, con un complesso di azioni integrate connesse alle differenti articolazioni dell'insediamento storico, comprendenti:
    - Gli strati insediativi antichi (fenicio-punico, romano, dell'alto medioevo);
    - le strutture militari, religiose, civili della città e dei centri medioevali e moderni, e (chiese campestri e ville) del paesaggio agrario del Campidano di Cagliari.
    - le archeologie industriali (sistemi del sale e del vino, con le Saline di Molentargius e Contivecchi e con i molteplici episodi di grandi cantine sorte tra '800 e '900 nella cintura dei borghi agricoli cagliaritari).

PROGETTAZIONE ATI:

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

### 5.1. RUMORE

#### 5.1.1. METODOLOGIA

Lo studio acustico ha come obiettivo la determinazione e la valutazione dei potenziali impatti acustici indotti dal traffico veicolare transitante lungo l'asse viario di analisi, la Strada Consortile Macchiareddu allo stato attuale.

La redazione del presente Studio Acustico è stata eseguita dal tecnico competente in acustica dott.ssa. Alessandra Ronchi, iscritto all'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica Ambientale (ENTECA) con numero 5521.

La metodologia si sviluppa in tre fasi: una prima dedicata alla definizione del quadro conoscitivo mediante l'individuazione del quadro normativo di riferimento, una seconda di analisi territoriale finalizzata alla determinazione dei ricettori potenzialmente interferiti e un'ultima dedicata alla caratterizzazione del rumore stradale.

Per quanto riguarda gli elementi normativi per la classificazione acustica del territorio si è fatto riferimento al quadro normativo nazionale in materia di inquinamento acustico che prevede l'individuazione di specifiche fasce di pertinenza acustica e relativi limiti in Leq(A) nel periodo diurno e notturno secondo i criteri stabiliti dal DPR 142/2004. Oltre tali fasce si considerano i valori territoriali individuati dai Comuni territorialmente competenti e definiti attraverso i Piani di Classificazione Acustica, qualora approvati e vigenti, o individuati dalla classificazione del PRG qualora sia ancora in vigore il DPCM 1/03/1991, in assenza di Piano di Classificazione Acustico.

Al fine di verificare la presenza di ricettori all'interno dell'area di studio è stato condotto il censimento di tutti gli edifici residenziali situati entro i 250 metri per lato dall'attuale confine stradale e dei soli ricettori sensibili, intesi come scuole, ospedali e case di riposo, nelle fasce tra i 250 e i 500 metri, ben oltre le fasce di pertinenza acustica: il collegamento è considerato di categoria "C1 – Extraurbana secondaria" secondo quanto indicato nel D.M. 5 novembre 2001 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade". Dal punto di vista acustico, la classificazione ai sensi dell'Art. 5 (Limiti di immissione per infrastrutture stradali esistenti) del DPR 142/2004 è quella di "strada extraurbana secondaria" (tipo C, sottotipo Ca), la cui fascia di pertinenza ha ampiezza di 250 metri, con limiti di 65 dB(A) diurni e 55 dB(A) notturni.

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.

La scelta di applicare tale modello di simulazione è stata effettuata in considerazione delle caratteristiche del modello, del livello di dettaglio che è in grado di raggiungere e, inoltre, della sua affidabilità ampiamente garantita dalle applicazioni in campo stradale, ferroviario ed industriale già effettuate in altri studi analoghi.

SoundPLAN è un modello previsionale ad "ampio spettro" in quanto permette di studiare fenomeni acustici generati da rumore stradale, ferroviario, aeroportuale e industriale utilizzando di volta in volta gli standard internazionali più ampiamente riconosciuti.

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 e post 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:

- 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.

### 5.1.2. LA CLASSIFICAZIONE ACUSTICA DELL'AREA DI STUDIO

Si riportano dalla normativa nazionale:

- i valori limite di immissione ai sensi dell'Art. 3 del DPCM 14/11/1997.

Classe di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	diurno (6.00 -22.00)	notturno (22.00 - 6.00)
I: aree particolarmente protette	50	40
II: aree prevalentemente residenziali	55	45
III: aree di tipo misto	60	50
IV: aree di intensa attività umana	65	55
V: aree prevalentemente industriali	70	60
VI: aree esclusivamente industriali	70	70

- I valori limiti per le infrastrutture stradali esistenti ed assimilabili ai sensi dell'Art. 5 del DPR 142/2004

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)

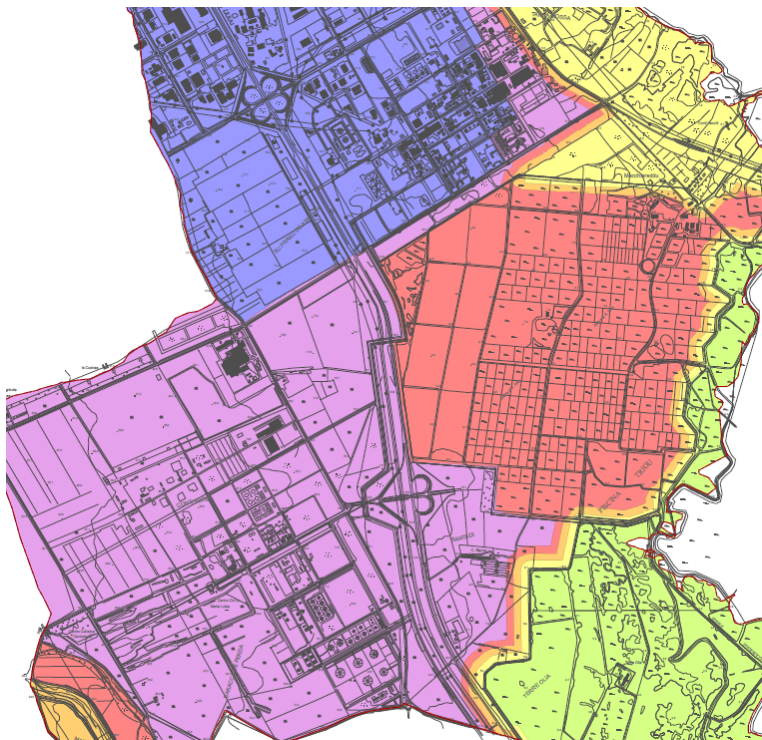
Per quanto riguarda il post operam, poiché si tratta del progetto di una strada di cat. B per un'estensione inferiore a 5 km, la strada è classificata come variante ad una esistente (art. 1 lett.h del DPR 142/2004) e i limiti sono quelli della tab. 2 dell'allegato 1 al DPR142/2004. Tali limiti sono rispettivamente 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).

Strade esistenti e assimilabili (Ampliamenti in asse, affiancamenti, varianti)						
Tipo di strada (secondo codice della strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo norme CNR 1980 o direttiva PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica [m]	Scuole (*), ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno [dB(A)]	Notturno [dB(A)]	Diurno [dB(A)]	Notturno [dB(A)]
A – autostrade		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B – extraurbane		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C – extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D – urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100			65	55
E – urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C, allegata al DPCM 14/11/97 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art. 6, comma 1, lettera a) della Legge n. 447 del 1995			
F – locale		30				

(\*) Per le scuole vale il solo limite diurno.

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.

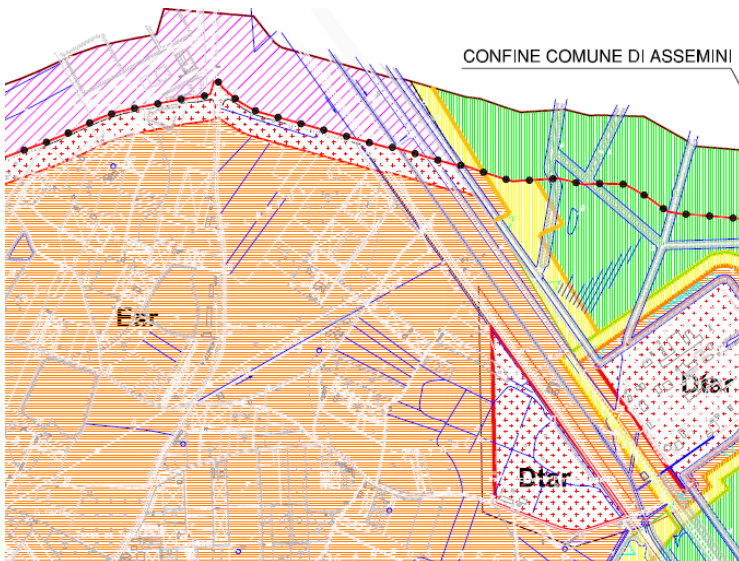
L'infrastruttura di progetto ricade nei territori dei comuni di Assemmini e Capoterra, entrambi dotati di classificazione acustica del territorio. Nelle immagini sottostanti sono riportate le suddivisioni in classi dei territori comunali per quanto riguarda l'area di intervento.



**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



**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 5.1 Stralcio zonizzazioni acustiche vigenti

PROGETTAZIONE ATI:

### 5.1.3. CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA ANTE OPERAM

Il monitoraggio acustico ante operam, effettuato nell’ambito del presente studio è stato effettuato su di un’area vasta quanto quella interessata dal presente progetto.

Il monitoraggio acustico è stato articolato su cinque postazioni, quattro per rilievi di tipo spot e una per un rilievo di 24 ore. La campagna è stata effettuata nei giorni 3 - 4 febbraio 2022.

Per ciascuna postazione è stata realizzata una scheda anagrafica con le coordinate relative al posizionamento del fonometro, con una foto satellitare per l’inquadramento 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 5.2 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’.

Un prospetto dei rilievi fonometrici è riportato 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>	

PROGETTAZIONE ATI:




<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>	

Tabella 5.1 Descrizione dei punti di misura

#### 5.1.4. STRUMENTAZIONE DI MISURA

La strumentazione di misura usata per la verifica del rumore ambientale è conforme alle indicazioni di cui all'art. 2 del D.M. 16/03/1998 ed in particolare soddisfa le specifiche di cui alla classe 1 della norma CEI EN 61672. I filtri e i microfoni utilizzati sono conformi, rispettivamente, alle norme CEI EN 61260 e CEI EN 61094. I calibratori sono conformi alla norma CEI EN 60942 per la classe 1. È stato utilizzato un analizzatore in tempo reale prodotto dalla 01 dB, modello DUO e uno prodotto dalla Svantek, modello SVAN 948 a 4 canali.

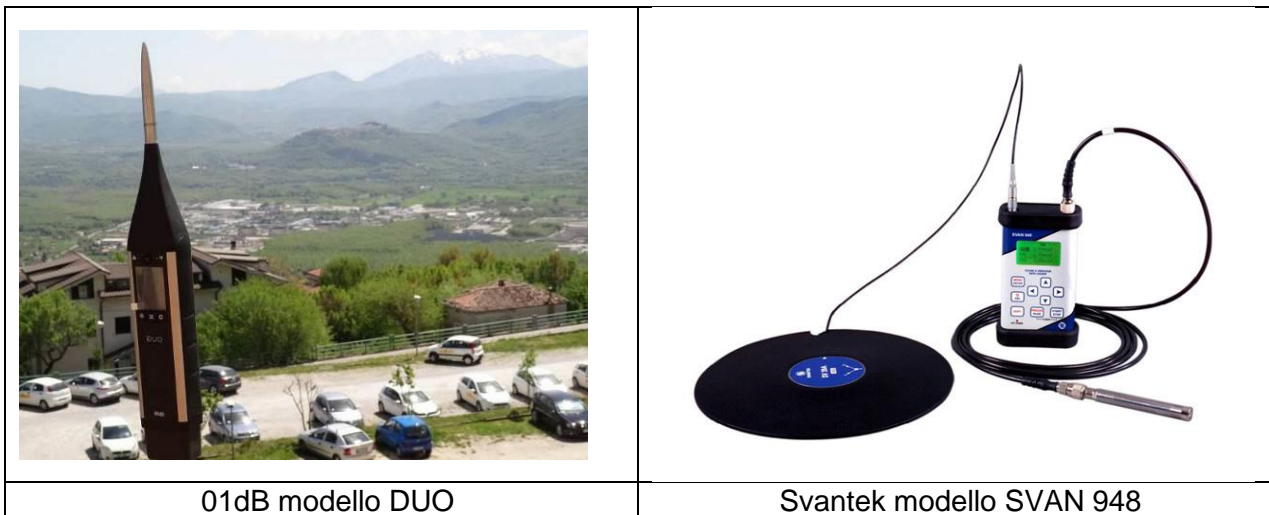


Figura 5.3 Dettaglio strumentazione utilizzata

Per quanto riguarda la calibrazione della strumentazione, questa è stata eseguita prima e dopo ogni ciclo di misura; le misure fonometriche eseguite sono state considerate valide se le calibrazioni differiscono al massimo di  $\pm 0,5$  dB(A).

Gli strumenti di misura sono provvisti di certificato di taratura sia per la parte fonometrica che per i filtri rilasciato da un laboratorio accreditato (laboratori di ACCREDIA - LAT) per la verifica della conformità alle specifiche tecniche.

PROGETTAZIONE ATI:

Le catene di misure utilizzate sono tarate da un laboratorio Accredia (LAT-068) o dal laboratorio metrologico del costruttore se appena acquistati. Si riportano nella tabella sottostante gli estremi dei certificati di taratura delle catene di misure utilizzate.

Strumento	Modello	Costruttore	Matricola	Data Certificato	N. Certificato	Laboratorio
Analizzatore	DUO	01 dB	10440	27/09/2021	47851-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott.				25/09/2021	47852-A	LAT-068
Analizzatore	SVAN 948	Svantek	8871	10/01/2022	48304-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott.				11/01/2022	48313-A	LAT-068
Calibratore	B&K4231	Bruel & Kjaer	2518174	15/09/2021	47797-A	LAT-068

Tabella 5.2 Estremi dei certificati di taratura delle catene di misura utilizzate

La catena di misura utilizzata è stata calibrata all'inizio e alla fine della sessione di misura senza riscontrare differenze, tra la calibrazione iniziale e quella finale, superiori a 0,5 dB

Catena di misura	Calibrazione iniziale	Calibrazione finale	Differenza	Limite
DUO - 01 DB	94.0 dB	94.0 dB	+/-0.0 dB	+/-0.5 dB
SVAN 948 - Svantek	94.0 dB	94.0 dB	+/-0.0 dB	+/-0.5 dB

## 5.1.5. RISULTATI DELLE MISURE FONOMETRICHE

### 5.1.5.1. Misura da 24 ore LT01

Confronto con i limiti di immissione

Periodo	Ubicazione	Livelli acustici misurati (dBA)	Classe acustica	Limiti (dBA)
Diurno	Assemini	55.5	VI	70
Notturmo		48.5		70

Tabella 5.3 Livelli acustici misurati nel periodo di riferimento (arrotondati a 0.5 dBA)

### 5.1.5.2. Misure a breve termine

Confronto con i limiti di immissione diurni

Ricettore	Ubicazione	Livelli acustici misurati (dBA)	Classe acustica	Limiti (dBA)
BT01	Assemini	70.0	V	70
BT02	Assemini	70.0	VI	70

PROGETTAZIONE ATI:

Ricettore	Ubicazione	Livelli acustici misurati (dBA)	Classe acustica	Limiti (dBA)
BT03	Assemini	38.0	VI	70
BT04	Assemini	49.5	V	70

Tabella 5.4 Livelli acustici misurati nel periodo di riferimento (arrotondati a 0.5 dBA)

Confronto con i limiti di immissione notturni

Ricettore	Ubicazione	Livelli acustici misurati (dBA)	Classe acustica	Limiti (dBA)
BT03	Assemini	42.5	VI	70
BT04	Assemini	46.0	V	60

Tabella 5.5 Livelli acustici misurati nel periodo di riferimento (arrotondati a 0.5 dBA)

Le misure di breve durata sono state effettuate tutte a bordo strada per consentire la taratura del modello di simulazione.

#### 5.1.6. RICERCA DEI RICETTORI

Nell'area è stata portata a termine contemporaneamente alla campagna di misure, dopo un primo screening per via informatica, 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, 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.

Le aree naturalistiche vincolate sono a tutti gli effetti dei ricettori (non sensibili) come da art. 1 lett. l) del DPR 142/2004 e come tali sono stati trattati nelle valutazioni successive.

#### 5.1.7. SIMULAZIONI ACUSTICHE

Al fine di effettuare la caratterizzazione della rumorosità indotta dal traffico stradale lungo l'asse viario oggetto di analisi nelle condizioni di esercizio attuale, si è fatto riferimento ai dati dello studio trasportistico redatto ad hoc, i dati sono stati anche verificati con le misure di caratterizzazione effettuate nel corso della campagna di monitoraggio effettuata nei giorni 3 – 4 febbraio 2022.

PROGETTAZIONE ATI:

Come base cartografica è stata utilizzata una cartografia digitale realizzata ad hoc, contenente le informazioni necessarie alla modellizzazione del campo acustico che si crea nell'area interessata dalla realizzazione della nuova viabilità in progetto.

Sulla base così realizzata sono state caricate nel modello tutte le informazioni necessarie alla definizione degli "oggetti" della simulazione: sorgenti acustiche e ricettori (comprese le altezze ed il n° di piani dei ricettori di interesse determinati tramite appositi sopralluoghi).

Nelle simulazioni sono state inserite come sorgenti di rumore gli archi stradali.

La cartografia di base è stata convertita in file di formato DXF 3D; si è quindi proceduto all'elaborazione del progetto allo scopo di poterlo restituire come dato di input del SoundPLAN. La successiva fase operativa è consistita nella ricostruzione in ambiente Autocad delle impronte delle diverse tipologie d'opera del progetto.

Lo svolgimento di queste attività si è reso necessario per poter effettuare un corretto inserimento nel SoundPLAN di tutti i dati relativi alla cartografia, agli edifici ricettori ed al progetto; l'importazione di tali dati nel modello ha costituito, infatti, il passo operativo successivo.

Successivamente, per assegnare l'elevazione ad ognuno degli oggetti presenti sulla mappa è stato creato un modello digitale del terreno DGM che definisce una superficie sull'intera area di calcolo attraverso una triangolazione che unisce tutti i punti dei quali è nota la quota.

#### 5.1.7.1. Dati di traffico

I dati di traffico sono stati desunti dallo studio trasportistico

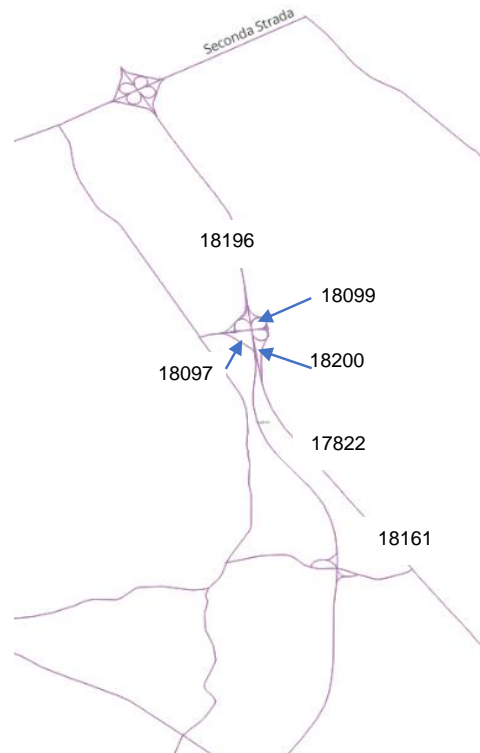


Figura 5.4 Grafo analisi trasportistica



SCENARIO ATTUALE											
ID ARCO	DENOMIN	TGM		TGM LEGGERI		TGM PESANTI		VELOCITA' LEGGERI		VELOCITA' PESANTI	
		Leggeri	Pesanti	DIURNO 6-22	NOTTURNO 22-6	DIURNO 6-22	NOTTURNO 22-6	DIURNO 6-22	NOTTURNO 22-6	DIURNO 6-22	NOTTURNO 22-6
17822		1239	88	1124	115	83	4	65	70	55	59
18097	Rampe Svincol	1	0	1	0	0	0	40	43	40	43
18098	Rampe Svincol	1417	72	1285	131	68	4	40	43	39	42
18099	Rampe Svincol	1004	69	911	93	65	3	40	43	39	42
18100	Rampe Svincol	13	0	12	1	0	0	40	43	40	43
18101		2435	140	2209	226	133	7	50	54	49	53
18161		1239	88	1124	115	83	4	65	70	55	59
18165		1017	69	922	94	65	3	50	54	49	53
18195		2229	156	2022	207	148	8	90	97	80	86
18196		3646	228	3307	338	216	11	90	97	80	86
18198		1238	88	1123	115	83	4	65	70	55	59
18227		1017	69	922	94	65	3	50	54	49	53
18232		1017	69	922	94	65	3	40	43	39	42
18416		3646	228	3307	338	216	11	90	97	90	97

Tabella 5.6 Dati trasportistici inseriti nel modello

### 5.1.8. TARATURA DEL MODELLO

La calibrazione del modello di simulazione 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. La richiesta della norma è infatti che lo scarto tra i livelli sonori calcolati e quelli misurati in tutti i punti di verifica risulti minore di 3 dB(A).

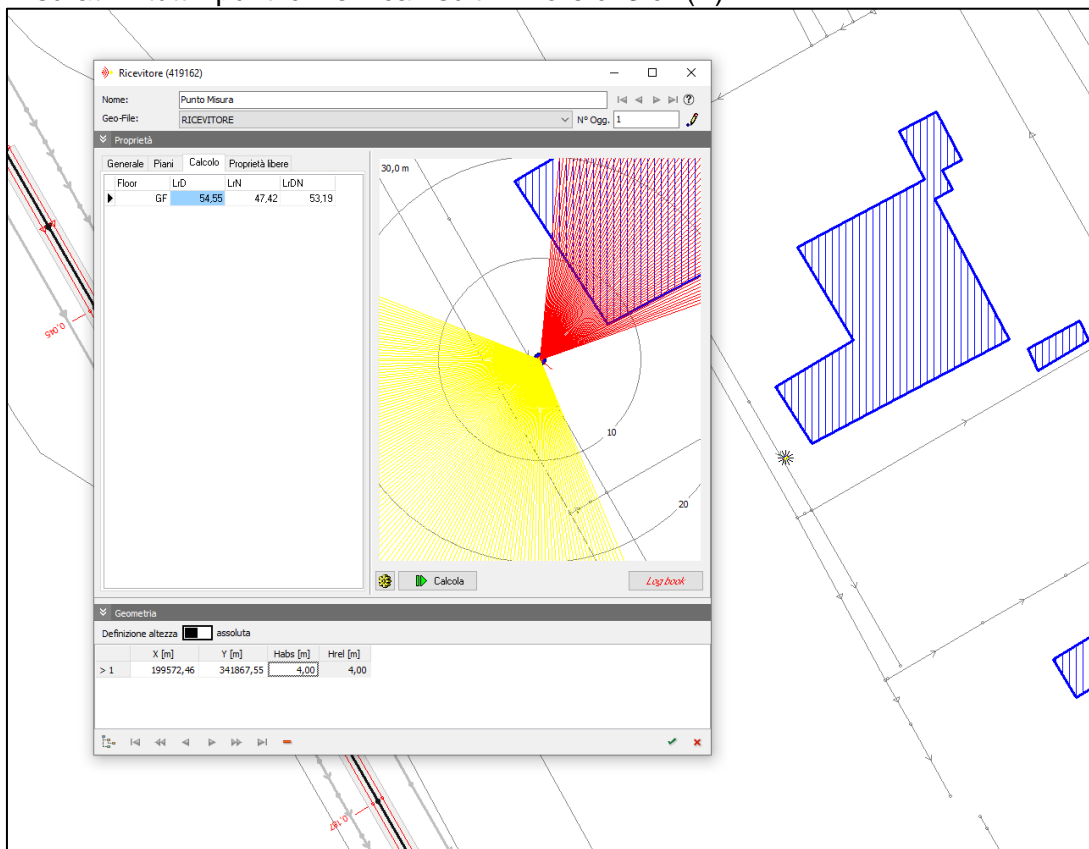


Figura 5.5 Risultato calcolo previsionale utile per taratura del modello

Di seguito si riporta la tabella di confronto:

Ricevitore di controllo	Livello medio misurato		Livello simulato		Scarto	
	giorno	Notte	giorno	Notte	giorno	Notte
Punto misura LT01	55,5	48,5	54,6	47,4	<2	<2

### 5.1.9. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

I risultati sono riportati in formato A3 nell'elaborato "T00IA65AMBCT01A - Book simulazioni acustiche Ante operam" in cui sono riportati in scala 1:5.000 i risultati delle simulazioni acustiche per il periodo di riferimento diurno e notturno.

Attualmente l'unico ricettore individuato entro la fascia di pertinenza acustica, il ricettore produttivo presso cui è stata effettuata la misura di 24 ore, si attesta intorno ai 56 dB(A) pertanto l'impatto acustico indotto dall'infrastruttura è perfettamente compatibile con l'ambiente circostante.

Anche le aree naturalistiche adiacenti all'area di progetto presentano livelli al di sotto dei 40 dB(A), ampiamente compatibili con i limiti nor

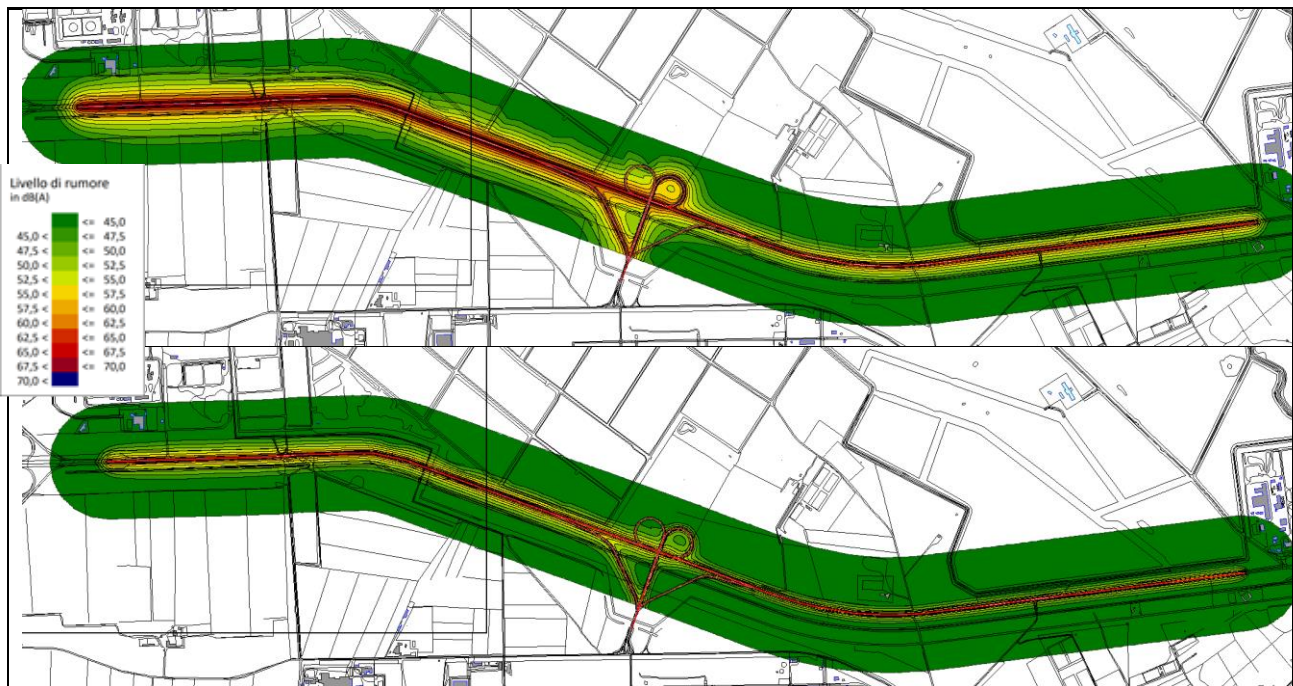


Figura 5.6 Mappe della rumorosità ante operam - Tempo di riferimento diurno e notturno

PROGETTAZIONE ATI:

## 5.2. 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:

### 5.3. 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.

L'inquinamento luminoso può influire negativamente sul metabolismo degli uomini e determinare, ad esempio, disturbi del sonno e conseguenti alterazioni degli stati emozionali e psicologici. Allo stesso tempo il fenomeno può avere significative conseguenze 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 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 sarà necessario una particolare attenzione nella progettazione delle dotazioni finalizzate all'illuminazione della nuova infrastruttura in progetto, soprattutto con l'obiettivo di non determinare inutili fenomeni di disturbo agli ecosistemi delle aree lagunari dello Stagno di Cagliari.

PROGETTAZIONE ATI:

**Dichiarazione professionisti ed eventuale nomina capogruppo****DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DI ATTO DI NOTORIETÀ**

(ai sensi dell'art. 47 D.P.R. 28/12/2000, n. 445)

I sottoscritti professionisti, in qualità di redattori responsabili della documentazione relativa al progetto dal titolo:

**CA150 – Nuova S.S.195 "Sulcitana" Tratto Cagliari – Pula. Collegamento con la S.S.130 e aeroporto di Cagliari Elmas. Opera Connessa Nord. Progetto Definitivo.**

ai sensi e per gli effetti delle disposizioni contenute negli artt. 46 e 47 del DPR 445/2000 e consapevole delle sanzioni penali previste in caso di dichiarazioni mendaci (artt. 75 e 76 del D.P.R. n. 445/2000)

**DICHIARANO**

per quanto di propria competenza, di avere le qualifiche di seguito indicate:

Nome cognome	Qualifica professionale	Albo professionale	N. iscrizione	Responsabile
Giorgio Guiducci	Ingegnere	Ordine degli ingegneri della provincia di Roma	14035	Responsabile dell'integrazione delle prestazioni specialistiche e strutture
Ambrogio Signorelli	Ingegnere	Ordine degli ingegneri della provincia di Roma	A35111	Ambiente e SIA
Marco Leonardi	Dott. geologo	Ordine dei geologi della regione Lazio	1541	Geologia
Ambrogio Signorelli	Ingegnere	Ordine degli ingegneri della provincia di Roma	A35111	Coordinatore sicurezza in fase di progettazione
Bruno Paura	Dottore in Scienze Agrarie Ricercatore SSD BIO/03 Università degli Studi del Molise, Facoltà di Agraria,			Biodiversità e relazioni con i siti Natura 2000

	Dip.to S.A.V.A.			
Alessandra Ronchi	Dott. Chimico	Ordine dei Chimici e Fisici Interprovinciale dell'Emilia Romagna	1375	Aria, clima
		Tecnico competente in acustica ambientale	ENTECA n. 5521	Rumore e vibrazioni
Ileana Grazia Giovanna Contino	Archeologa			Archeologia

*(Paragrafo da compilare se pertinente)*

**NOMINA CAPOGRUPPO**

I suddetti professionisti, designano altresì quale capogruppo, ai fini dell'apposizione della firma digitale sulla documentazione progettuale trasmessa, il sottoscritto: *(Nome, cognome)*,