Preparato per
EP Produzione S.p.A.

Data
Gennaio 2023

Preparato da
Ramboll Italy S.r.l.
Ufficio di Roma

Numero di Progetto
330003644

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
IMPIANTO FOTOVOLTAICO FLOTTANTE OFF-SHORE DA 40 MW PROSPICIENTE IL PORTO INDUSTRIALE DI PORTO TORRES (SS)

RAMBOLL

Società incaricata	Gruppo di lavoro
RAMBOLL	Project Director: Ing. Emiliano Micalizio Project Manager: Ing. Raffaele Mascia/ Ing. Tiziana Di Marco Project Team: Agostina Fistrale/Luca Colombo/Chiara D'Antonio/Costanza Sironi/ Salvatore Midulla
TECNOCONSULT ENGINEERING CONSTRUCTION SRL	Project director: Ing. Paolo Pierangeli Project team: Ing. Matteo Corvini/ Francesco Monaco/ Stefania Vitali/ Ing. Alessandro Riminucci
Gennaio 2023	

Emiliano
Micalizio
18.01.2023
21:22:16
GMT+01:00

INDICE

1. INTRODUZIONE 1
1.1 Il proponente 2
1.2 Il contesto tematico e programmatico 4
1.3 Motivazioni e scelta tipologica dell'intervento 15
1.4 Iter autorizzativo e contenuti dello studio 20
2. CONFORMITÀ RISPETTO A NORMATIVA, VINCOLI E TUTELE 24
2.1 Analisi dei vincoli dettati dalla pianificazione territoriale regionale 25
2.1.1 Il Piano Paesaggistico Regionale 25
Verifica di conformità dell'intervento - Assetto Ambientale 29
Verifica di conformità dell'intervento - Assetto Storico-Culturale 36
Verifica di conformità dell'intervento - Assetto Insediativo 39
2.1.2 Deliberazione di Giunta Regionale n. 59/90 del 27/11/2020 43
2.2 Analisi dei vincoli dettati dalla pianificazione territoriale provinciale 50
2.2.1 Piano Urbanistico Provinciale – Piano Territoriale Di Coordinamento della Provincia di Sassari 50
2.3 Analisi dei vincoli dettati dalla pianificazione territoriale locale 58
2.3.1 Piano Urbanistico Comunale del Comune di Sassari 58
2.3.2 Piano Urbanistico Comunale di Porto Torres 59
2.3.3 Piano Regolatore Generale Comunale di Porto Torres 64
2.3.4 Piano Regolatore Portuale del Porto di Porto Torres 64
2.3.5 Piano di Utilizzo dei Litorali del Comune di Porto Torres 67
2.3.6 Piano Regolatore Territoriale dell'Area di Sviluppo Industriale di Sassari -Porto Torres - Alghero 68
2.3.7 Piani di classificazione acustica 69
Piano di classificazione acustica del Comune di Sassari 69
Piano di classificazione acustica di Porto Torres 70
2.4 Pianificazione regionale di settore 71
2.4.1 Piano Regionale della Qualità dell'Aria Ambiente 71
2.4.2 Pianificazione di Bacino - Aree a Rischio Individuate nei Piani per l'Assetto Idrogeologico e nei Piani di Gestione del Rischio Alluvioni 74
Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico 74
Piano stralcio Fasce Fluviali 76
Piano di Gestione del Rischio Alluvioni 78
2.4.3 Piano di Gestione del Distretto Idrografico 80
2.4.4 Piano di Tutela delle Acque 81
2.4.5 Piano Regionale di Bonifica delle Aree Inquinate 82
2.5 Aree naturali soggette a tutela 84
2.5.1 Elenco ufficiale aree protette 84
Parchi Nazionali e Regionali 87
Aree marine protette 90
Aree Umide e Zone Ramsar 91
2.5.2 Siti di Interesse Comunitario - Rete natura 2000 Siti di Interesse Comunitario 93
2.5.3 Important Bird Areas 94
2.5.4 Fisher Restricted Area 95
2.5.5 Vincoli derivati dalla presenza di coralligeni 96
2.5.6 Vincoli derivati dalla presenza di zone di ripopolamento 97
2.6 Altri vincoli 99
2.6.1 Vincolo idrogeologico (R.D. 3267/23) 99
2.6.2 Il Siti Contaminati di Interesse Nazionale 100
2.6.3 Vincoli derivanti da attività umane 102
Regolamento di Sicurezza del porto e della rada di Porto Torres 102

Traffico navale e presenza di relitti 103
Acquacoltura 105
Zone marine aperte alla ricerca ed estrazione di materie prime, condotte sottomarine per trasporto oli & gas 106
Attività economiche della pesca 107
Asservimenti derivanti dalle attività aeronautiche civili e militari 109
2.7 Pianificazione e programmazione energetica nazionale e regionale 111
2.7.1 Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile 111
2.7.2 Strategia Energetica Nazionale 111
2.7.3 Piano Nazionale Integrato per l'energia e il clima 113
2.7.4 Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza 115
2.7.5 Piano Energetico Ambientale Regionale della Regione Sardegna 117
2.8 Piano di gestione dello spazio marittimo italiano - area marittima tirreno e Mediterraneo occidentale 118
2.9 Sintesi dell'analisi di conformità 122
3. ANALISI DELLO STATO DELL'AMBIENTE (SCENARIO DI BASE) 125
3.1 Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare 125
3.1.1 Inquadramento geomorfologico dell'area a terra 125
3.1.2 Dissesti nell'area di studio 128
3.1.3 Uso del suolo 129
3.1.4 Patrimonio Agroalimentare 131
3.1.5 Inquadramento geomorfologico dell'area a mare 131
3.1.6 Qualità dei sedimenti 132
3.2 Geologia e acque 134
Geologia 134
3.2.1 Inquadramento geologico 134
Inquadramento geologico a scala regionale 134
Inquadramento geologico a scala locale 137
Acque 142
3.2.2 Inquadramento idrografico 142
Qualità dei corpi idrici superficiali 145
Ambiente idrico marino costiero 146
3.2.3 Qualità dei terreni 150
3.2.4 Inquadramento idrogeologico 158
Inquadramento geologico a scala regionale 158
Inquadramento idrogeologico a scala locale 160
Qualità delle acque di falda 161
Monitoraggio della qualità delle acque sotterranee nell'ambito del SIN Aree Industriali Porto Torres 165
3.3 Atmosfera: Aria e Clima 166
Clima 166
3.3.1 Inquadramento meteoclimatico 166
3.3.2 Inquadramento mareografico 180
Livello idrometrico 180
Ondametria 182
Temperatura dell'acqua marina 186
3.3.3 Qualità dell'aria 187
3.4 Biodiversità 197
Ambito Terreste 199
Habitat e profilo floristico 199
Profilo faunistico: avifauna 204
Ambito marino 207
Habitat e biocenosi 207
Profilo faunistico: Mammiferi marini e Santuario dei Cetacei 210
3.5 Sistema paesaggistico: Paesaggio, patrimonio culturale e beni materiali 211

3.5.1 Profilo storico di Porto Torres 211
3.5.2 Caratterizzazione paesaggistico-ambientale e culturale 213
Aspetti Paesaggistici Ambientali 213
Aspetti Paesaggistici Storico-Culturali 214
3.5.3 Caratterizzazione Paesaggistica e Visibilità dell'area di intervento. 217
3.6 Popolazione e salute umana 220
3.6.1 Popolazione residente 220
3.6.2 La dinamica demografica nell'anno del COVID19 e di lungo periodo 222
3.6.3 Salute pubblica 224
3.6.4 Inquadramento socioeconomico: attività economiche e turismo 233
Attività di acquacoltura, algacoltura e attività ricreative 237
3.7 Agenti fisici 239
3.7.1 Rumore 239
3.7.2 Vibrazioni 239
3.7.3 Campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici 239
4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO 240
4.1 Ragionevoli alternative 240
4.1.1 Alternativa zero o ipotesi di non intervento 241
4.1.2 Alternative relative alla localizzazione e al layout 242
4.1.3 Alternative tecnologiche (tipologia di ancoraggi) 244
Ancoraggio tramite palificazione 244
Ancoraggio tramite catenarie 244
Considerazioni ambientali sui sistemi di ancoraggio 245
4.1.4 Alternative di disposizione dei trasformatori 246
Alternativa 1a – Installazione fuori dalla diga foranea con trasformatori in banchina 246
Alternativa 1b – Installazione fuori diga foranea con trasformatori accanto ai blocchi flottanti 247
4.2 Descrizione tecnica degli elementi costituenti il progetto 250
4.2.1 Parte a mare 250
Pannello fotovoltaico 250
Inverter di conversione cc/ca 251
Fondazione galleggiante 252
Pali di fondazione 253
Cavi elettrici 255
Risers 256
4.2.2 Parte a terra 256
Modulo di trasformazione (power station) 257
Cavidotto terrestre a 30kV 259
Cabina di trasformazione MT/AT 260
Cavidotto terrestre a 150kV 260
Cabina di misure e consegna 261
4.3 Modalità di installazione e connessione dell'impianto offshore 262
4.3.1 Fasi di lavorazione 262
Survey geofisica e geotecnica e di ingegneria di dettaglio 262
Rilievi strumentali e tracciamenti 262
Preparazione viabilità ed accessi 263
Preparazione aree stoccaggio e cantiere 264
Acquisto e consegna materiali in aree stoccaggio e cantiere 265
Installazione pali e sistemi d'ancoraggio 265
Assemblaggio zattere, strutture, moduli, inverter 266
Trasporto zattere e varo nell'area di installazione 266
Posa in opera transformatori (BT/MT) 267
Posa cavi BT/Segnali e cablaggi a mare 268
Posa in opera trasformatore su locale esistente 268
Scavi elettrodotto AT 268

Posa elettrodotti MT ed AT 269
Adeguamento stazione utenza per allaccio impianto 272
Ripristino delle aree 272
Allaccio alla RTN (Rete Elettrica Nazionale) e messa in esercizio 272
4.3.2 Cronoprogramma 272
4.4 Manutenzione dell'impianto 273
4.5 Piano di dismissione 274
5. INTERAZIONE OPERA AMBIENTE 276
5.1 Approccio metodologico 276
5.2 Suolo, uso suolo e patrimonio agroalimentare 279
5.2.1 Impatti sulla matrice suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare in fase di cantiere/dismissione 280
Elementi di sensibilità e potenziali recettori 280
Stima dell'impatto potenziale 281
5.3 Geologia e Acque 281
5.3.1 Impatti sulla matrice geologia e acque in fase di cantiere/dismissione 282
Elementi di sensibilità e potenziali recettori 282
Stima dell'impatto potenziale 283
5.3.2 Impatti sulla matrice geologia e acque in fase di esercizio 283
Elementi di sensibilità e potenziali recettori 283
Stima dell'impatto potenziale 284
5.4 Atmosfera: Aria e Clima 284
5.4.1 Clima 284
5.4.2 Qualità dell'aria 285
5.4.3 Impatti sulla qualità dell'aria in fase di cantiere 286
Metodologia e quantificazione delle emissioni gassose da attività di costruzione off-shore 289
Metodologia e quantificazione delle emissioni gassose da attività di costruzione on-shore 291
Emissioni complessive di polveri per fase e confronto con le soglie assolute di emissione 296
Metodologia e quantificazione delle emissioni gassose da traffico dei mezzi indotti dalle attività di cantiere 299
Stima complessiva dell'impatto in fase di cantiere/dismissione 303
5.4.4 Impatti sulla qualità dell'aria in fase di esercizio 304
5.5 Biodiversità 305
5.5.1 Impatti sulla biodiversità in fase di cantiere/dismissione 305
Stima dell'impatto potenziale (in fase di cantiere) 307
Significatività dell'impatto in fase di cantiere/dismissione 309
5.5.2 Impatti sulla biodiversità in fase di esercizio 310
Significatività dell'impatto 311
5.6 Sistema paesaggistico: Paesaggio, Patrimonio culturale e Beni materiali 312
5.6.1 Impatti sul Sistema paesaggistico in fase di esercizio 312
Elementi di sensibilità e potenziali recettori 312
Metodologia e quantificazione dell'impatto 314
Stima dell'impatto potenziale 314
5.7 Popolazione e salute umana 314
5.7.1 Impatti sulla popolazione e salute umana in fase di cantiere/dismissione 315
Elementi di sensibilità e potenziali recettori 315
Metodologia e quantificazione dell'impatto potenziale 315
Stima dell'impatto potenziale 315
5.8 Agenti fisici 316
5.8.1 Rumore nell'area on-shore 316
Impatti sulla qualità dell'aria in fase di cantiere 316
Elementi di sensibilità e potenziali recettori 316

Metodologia e quantificazione dell'impatto sul clima acustico 318
Stima dell'impatto potenziale 321
5.8.2 Rumore nell'area off-shore 322
Impatti sul clima acustico marino in fase di cantiere e dismissione 322
Elementi di sensibilità e potenziali recettori 322
Metodologia e quantificazione dell'impatto sul clima acustico 323
Stima dell'impatto potenziale 326
5.9 Sintesi degli impatti sulle componenti ambientali e fisiche 327
6. MISURE DI MITIGAZIONE 330
6.1 Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare 330
6.2 Geologia e Acque 331
6.3 Qualità dell'aria 331
6.4 Rumore in ambito terrestre 331
6.5 Rumore in ambito marino 332

[TABELLE]

Tabella 1-1: Coerenza con le Linee Guida Operative – Scheda 12 Produzione elettricità da pannelli solari 9
Tabella 2-1: Prescrizioni NTA che interessano l'area di Progetto 43
Tabella 2-2: Descrizione e norme di coordinamento degli usi del territorio delle Ecologie Complesse n. 7 e n.8 51
Tabella 2-3: Descrizione e norme di coordinamento degli usi del territorio delle Ecologie elementari interessate dal progetto 54
Tabella 2-4: Tipo d'uso e processi d'uso compatibili definiti nel PUP-PTC per le ecologie elementari 132, 152 e 155 55
Tabella 2-5: Limiti acustici nelle aree interessate dall'intervento ricadenti in Comune di Sassari 70
Tabella 2-6: Stralcio della Tabella 1 del PNIEC – Principali obiettive su energie e clia dell'UE e dell'Italia al 2020 e al 2030 115
Tabella 2-7: Stralcio della Tabella 2 del PNIEC – Principali misure previste per il raggiungimento degli obiettivi del PNIEC 115
Tabella 2-8: Obiettivi specifici della sub-area MO/7 definiti per il settore Energia 122
Tabella 2-9: Livelli di conformità dell'intervento rispetto a normativa, vincoli e tutele 122
Tabella 2-10: Sintesi dell'analisi di conformità 123
Tabella 3-1: Set analitico determinato sui campioni di sedimenti 134
Tabella 3-2: Valori limite dell'indice TRIX, in rosso il valore di riferimento (fonte: PdG III Ciclo 2021-2027) 148
Tabella 3-3: Estratto della tabella dell'indice TRIX per il corpo idrico di riferimento (fonte: PdG III Ciclo 2021-2027) 149
Tabella 3-4: Estratto della tabella degli EQB per il corpo idrico di riferimento (fonte: PdG III Ciclo 2021-2027) 149
Tabella 3-5: Estratto della tabella dei risultati dello stato chimico per il CI di riferimento (fonte: PdG III Ciclo 2021-2027) 150
Tabella 3-6: Estratto della tabella di riassunto della classe di rischio, stato ecologico e stato chimico (fonte: PdG III Ciclo 2021-2027) 150
Tabella 3-7: Tabella dello stato chimico, quantitativo e complessivo per i CIS 0111, 2313, 3211 (fonte: PdG III Ciclo 2021-2027) 164
Tabella 3-8: Valori riassuntivi temperatura massima/minima giornaliera e precipitazioni giornaliere per l'anno 2021 (dati ARPA Sardegna 2021) 172

Tabella 3-9: Dati di precipitazioni (mm) misurate presso la centrale termoelettrica di Fiume Santo (2019-2020)..... 176
Tabella 3-10: Dati di pressione massima, minima e media misurata dalla stazione CTE di Fiume Santo per l'anno 2019 176
Tabella 3-11: Dati di umidità relativa massima, minima e media misurata dalla stazione ARPAS Stintino RU per l'anno 2019 177
Tabella 3-12: Valori limite e i livelli critici di concentrazione definiti nel D. Lgs. 105/2010 e ss.mm.ii..... 187
Tabella 3-13: Valori obiettivo definiti per l'ozono nel D. Lgs. 105/2010 e ss.mm.ii 187
Tabella 3-14: Rete di monitoraggio della qualità dell'aria ARPAS (anno 2020) 189
Tabella 3-15: Coordinate delle stazioni di monitoraggio della centrale termoelettrica Fiume Santo 195
Tabella 3-16: Valori delle medie orarie NO_2 195
Tabella 3-17: Disponibilità dei dati di concentrazione di NO_2 195
Tabella 3-18: Valori delle medie orarie SO_2 196
Tabella 3-19: Disponibilità dei dati di concentrazione di SO_2 196
Tabella 3-20: Valori delle medie biorarie PM_{10} 197
Tabella 3-21: Disponibilità dei dati di concentrazione di PM_{10} 197
Tabella 3-22: Elenco delle specie di avifauna potenzialmente presenti nell'area di intervento .. 205
Tabella 3-23: Regione Storica della Nurra 215
Tabella 3-24: Regione Storica della Romangia 216
Tabella 3-25: Profilo di mortalità generale: cause inquinanti prioritari e codici ICD-10 (Rapporto ISTSAN 22/13) 226
Tabella 3-26: Profilo di ospedalizzazione: cause inquinanti prioritari e codici ICD9-CM (Rapporto ISTSAN 22/13) 226
Tabella 3-27: Profilo di salute specifico della mortalità – cause a priori da evidenze epidemiologiche (Rapporto ISTSAN 22/13) 228
Tabella 3-28: Profilo di salute specifico della mortalità – inquinanti prioritari e organi bersaglio, codici ICD-10 (Rapporto ISTSAN 22/13)..... 229
Tabella 3-29: Profilo di salute specifico incidenza tumorale – a priori da evidenze epidemiologiche - (residenza e occupazione), codici ICD-10 (Rapporto ISTSAN 22/13)..... 230
Tabella 3-30: Profilo di salute specifico incidenza tumorale – inquinati prioritari, codici ICD-10 (Rapporto ISTSAN 22/13) 231
Tabella 3-31: Profilo di salute specifico ospedalizzazione – a priori da evidenze epidemiologiche (residenza e occupazione), inquinati prioritari associati, codici ICD-9CM (Rapporto ISTSAN 22/13) 231
Tabella 3-32: Profilo di salute specifico ospedalizzazione – inquinati prioritari, codici ICD-9CM (Rapporto ISTSAN 22/13) 232
Tabella 4-1: Mancate emissioni di inquinanti..... 242
Tabella 4-2: Coordinate dell'area di progetto a mare 249
Tabella 4-3: Caratteristiche meccaniche ed elettriche pannello fotovoltaico Longi Solar 251
Tabella 4-4: Caratteristiche principali inverter..... 252
Tabella 4-5: Geometrie dei pali di ancoraggio 255
Tabella 4-6: Caratteristiche tecniche del trasformatore 258
Tabella 5-1: Classi di sensibilità per le risorse/recettori 276
Tabella 5-2: Criteri per la definizione della magnitudo dell'impatto 277
Tabella 5-3: Livello di magnitudo dell'impatto 278
Tabella 5-4: Classi di significatività degli impatti 279
Tabella 5-5: Definizione della significatività degli impatti..... 279
Tabella 5-6: Magnitudo dell'impatto sul suolo – fase di cantiere/dismissione..... 281
Tabella 5-7: Magnitudo dell'impatto sulla geologia e le acque – fase di cantiere/dismissione... 283
Tabella 5-8: Magnitudo dell'impatto sulla geologia e le acque – fase di cantiere/dismissione... 284
Tabella 5-9: Potenziali recettori antropici e naturali presenti nell'area di progetto..... 286
Tabella 5-10: Coordinate geografiche e sensibilità dei recettori prossimi all'area di cantiere.... 288

Tabella 5-11: Numero dei mezzi navali coinvolti e durata delle operazioni – costruzione off-shore 289
Tabella 5-12: Numero di giorni di attività e consumo di combustibile per ciascun mezzo navale 290
Tabella 5-13: Emissioni previste durante la fase di costruzione delle opere off-shore 291
Tabella 5-14: Emissioni di PM10 da transito mezzi su strada asfaltata – costruzione on-shore. 295
Tabella 5-15: Emissioni di PM10 da cumuli - costruzione onshore -..... 296
Tabella 5-16: Emissioni di poveri per fase di intervento..... 297
Tabella 5-17: Confronto emissioni da fasi di lavorazione e Valore Soglia..... 299
Tabella 5-18: Numero di transito di mezzi pesanti previsto durante le attività di assemblaggio onshore 301
Tabella 5-19: Fattori emissivi utilizzati nelle simulazioni..... 302
Tabella 5-20: Concentrazioni massime sottovento 303
Tabella 5-21: Magnitudo dell'impatto delle emissioni in atmosfera – fase di cantiere/dismissione 304
Tabella 5-22: Mancate emissioni di inquinanti 305
Tabella 5-23: Concentrazioni medie rilevate all'aumentare della distanza 308
Tabella 5-24: Variazione delle concentrazioni con la distanza dalla sorgente 308
Tabella 5-25: Decrescita del livello acustico all'aumentare della distanza..... 309
Tabella 5-26: Magnitudo dell'impatto sulla biodiversità – fase di cantiere/dismissione..... 309
Tabella 5-27: Magnitudo dell'impatto sulla biodiversità – fase di cantiere/dismissione..... 311
Tabella 5-28: Potenziali recettori antropici e naturali presenti nell'area di progetto 312
Tabella 5-29: Magnitudo dell'impatto sulla popolazione e salute – fase di cantiere/dismissione 315
Tabella 5-30: Valori limite di emissione ed immissione ai sensi del D.P.C.M. 14/11/97 317
Tabella 5-31: Valori di pressioni sonora e confronto con i limiti normativi 320
Tabella 5-32: Valori di pressioni sonora e confronto con i limiti normativi 321
Tabella 5-33: Magnitudo dell'impatto sul clima acustico - fase di cantiere/dismissione 322
Tabella 5-34: Magnitudo dell'impatto sul clima acustico marino- fase di cantiere/dismissione.. 326
Tabella 5-35: Sintesi degli impatti 327

[FIGURE]

Figura 1-1: Struttura societaria EP Produzione 2
Figura 1-2: Localizzazione delle centrali termoelettriche di EP Produzione..... 3
Figura 1-3: Inquadramento su ortofoto dell'impianto fotovoltaico off-shore: 15
Figura 1-4: Blocco da 4 MWp 16
Figura 1-5: Dettaglio del sub array da 4 MWp 16
Figura 1-6: Dettaglio dell'elemento base galleggiante 17
Figura 1-7: Evoluzione delle emissioni di CO2 in Sardegna riferite al bilancio delle emissioni del 1990 (Fonte: Secondo rapporto di monitoraggio del PEARS, 2019) 19
Figura 1-8: Produzione di energia elettrica per fonte energetica nel 2018 (Fonte: Secondo rapporto di monitoraggio del PEARS, 2019) 19
Figura 2-1: Alternativa 1 – Installazione al di fuori della diga foranea (ortofoto)..... 24
Figura 2-2: Alternativa 2 – Installazione all'interno della diga foranea (ortofoto) 25
Figura 2-3: Mappa dei Comuni interessati dagli Ambiti di Paesaggio costiero (Allegato 4 della Delibera G.R. n. 36/7 del 05/09/2006)..... 27
Figura 2-4: Ubicazione dell'area di intervento nell'ambito di paesaggio del Golfo dell'Asinara 28
Figura 2-5: Estratto della Tavola 2 del PPR – Assetto Ambientale 30
Figura 2-6: Beni paesaggistici ex art. 143 comma 1, lettera i) D. Lgs. 42/2004 (Fonte: Geoportale Regione Sardegna)..... 31
Figura 2-7: Componenti di paesaggio con valenza ambientale – componenti ambientali (Fonte: http://webgis2.regione.sardegna.it/sardegnamappe_ppr/) 32
Figura 2-8: Componenti di paesaggio con valenza ambientale – aree di interesse naturalistico (Fonte: http://webgis2.regione.sardegna.it/sardegnamappe_ppr/)..... 33

Figura 2-9: Componenti di paesaggio con valenza ambientale – aree di recupero ambientale (Fonte: http://webgis2.regione.sardegna.it/sardegnamappe_ppr/) 34
Figura 2-10: Estratto della Tavola 3 del PPR – Assetto Storico-Culturale (Fonte: PPR della Regione Sardegna) 37
Figura 2-11: Assetto storico – culturale – Beni paesaggistici ex art. 143 D.Lgs.42/204 e ss.mm.ii. (Fonte: http://webgis2.regione.sardegna.it/sardegnamappe_ppr/) 38
Figura 2-12: Estratto della Tavola 4 del Piano Paesaggistico Regionale – Assetto Insediativo (Fonte: PPR della Regione Sardegna) 40
Figura 2-13: Assetto insediativo – componenti insediative (Fonte: http://webgis2.regione.sardegna.it/sardegnamappe_ppr/) 41
Figura 2-14: Assetto insediativo – reti e strutture (Fonte: http://webgis2.regione.sardegna.it/sardegnamappe_ppr/) 42
Figura 2-15: Aree non idonee – Gruppi 1-4 45
Figura 2-16: Aree non idonee Gruppo 9 46
Figura 2-17: Aree non idonee Gruppo 11 47
Figura 2-18: Aree non idonee Gruppo 12 48
Figura 2-19: Aree non idonee Gruppo 13 49
Figura 2-20: Aree non idonee Gruppo 14 50
Figura 2-21: Estratto dell'Elaborato B-E01 Ecologie elementari e complesse processi paesaggistico-ambientali del territorio del PUP-PT 53
Figura 2-22: Stralcio della Tavola 5.6.3 - Pianificazione urbanistica di progetto dell'ambito extraurbano 59
Figura 2-23: Estratto della Tavola Os.A.02a- Organizzazione dello spazio. Ambiti - Aree e ARP . 60
Figura 2-24: Estratto dalla Tavola Os.A.03a – Organizzazione dello spazio. Sottozone 62
Figura 2-25: Assetto funzionale del Porto di Porto Torres 66
Figura 2-26: Agglomerato industriale di Porto Torres – Piano Regolatore Territoriale (Fonte: Geoportale CIP Sassari http://www.cipsassari.it/) 68
Figura 2-27: Piano di classificazione acustica di Sassari..... 70
Figura 2-28: Piano di classificazione acustica del Comune di Porto Torres 71
Figura 2-29: Zonizzazione del territorio regionale ai sensi della D.G.R. n. 52/19 del 2013 73
Figura 2-30: Inquadramento dell'area di progetto rispetto alle aree a pericolosità idraulica..... 75
Figura 2-31: Inquadramento dell'area di progetto rispetto alle aree a rischio frana 76
Figura 2-32: Inquadramento dell'area di progetto rispetto alle fasce fluviali a rischio inondazione 77
Figura 2-33: Suddivisione del territorio sardo in domini per l'inondazione costiera 79
Figura 2-34: Mappa della pericolosità di inondazione costiera (Fonte: PGRA Regione Sardegna) 79
Figura 2-35: Dettaglio della mappa pericolosità da inondazione costiera..... 80
Figura 2-36: Individuazione dei sistemi del Piano di Gestione Idrografico 81
Figura 2-37: Unità Idrografica Omogenea n. 8 "Mannu di Porto Torres"..... 82
Figura 2-38: Inquadramento dell'intervento nel SIN Aree industriali di Porto Torres..... 84
Figura 2-39: Ubicazione dei Parchi Nazionali della Sardegna (SardegnaGeoportale) 87
Figura 2-40 : Ubicazione dei Parchi Naturali Regionali della Sardegna (SardegnaGeoportale) 88
Figura 2-41: Oasi Permanenti di Protezione Faunistica OPF (Fonte: Sardegna Geoportale)..... 89
Figura 2-42: Zone Temporanee di Ripopolamento e Cattura ZRC (fonte : Sardegna Geoportale) 90
Figura 2-43: Localizzazione dell'intervento con riferimento alle aree marine protette 91
Figura 2-44: Ubicazione delle Zone Umide (Geoportale online regione Sardegna) 92
Figura 2-45: Ubicazione delle Zone Umide Costiere individuate dall'ex art.143 del D.Lgs. 42/04 (Geoportale online regione Sardegna)..... 93
Figura 2-46: Siti Natura 2000 prossimi all'area di progetto 94
Figura 2-47: Aree IBA in prossimità del sito di intervento 95
Figura 2-48: Fisheries Restricted Areas (area di Progetto indicata in rosso) 96
Figura 2-49: Distribuzione del coralligeno..... 97
Figura 2-50: Zone a Tutela Biologica nei mari circostanti la Sardegna 98
Figura 2-51: Probabilità di presenza del nasello 98
Figura 2-52: Probabilità di presenza della triglia..... 99

Figura 2-53: Aree soggette a vincolo idrogeologico (fonte: *SardegnaMappe (sardegnasira.it)*) 100
Figura 2-54: Localizzazione dell'intervento in progetto rispetto al perimetro del SIN Aree Industriali di Porto Torres 101
Figura 2-55: Individuazione dell'impianto e delle relative opere su carta nautica 103
Figura 2-56: Autostrade del Mare (Fonte: Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti) 104
Figura 2-57:Traffici marittimi in prossimità di Porto Torres 105
Figura 2-58: Relitti con buffer di 3 NM (Fonte: MASE-IS-UNMIG) 105
Figura 2-59: Impianti di acquacoltura e algacoltura presenti nelle vicinanze (Fonte SID, Il portale del mare) 106
Figura 2-60: Elettrodotti e Zone Marine aperte alla ricerca e coltivazione di idrocarburi 107
Figura 2-61: Inquadramento della GSA 11 108
Figura 2-62: Densità delle rotte di navigazione (Fonte dati EMSA su piattaforma EMODnet - Human Activities) 108
Figura 2-63: Inquadramento su Carta Esercitazioni militari (Fonte: Portale del Mare - MIT) 109
Figura 2-64: Stralcio della carta VFR ENAV ENR 6.3-15 Sardegna 110
Figura 2-65: Delimitazione e zonazione interna dell'Area Tirreno-Mediterraneo Occidentale 120
Figura 2-66: Mappa di sintesi dei principali usi presenti nella sub-area MO/7 121
Figura 3-1: Estratto della carta geomorfologica PUC di Sassari 127
Figura 3-2: Estratto della carta geomorfologica PUC di Porto Torres 128
Figura 3-3: Cartografia del progetto IFFI (in rosso il nuovo impianto) 129
Figura 3-4: Inquadramento del tracciato dell'elettrodotto su carta d'uso del suolo 130
Figura 3-5: Carta batimetrica di dettaglio dell'area di intervento 132
Figura 3-6: Area di indagine all'interno del porto industriale di Porto Torres 133
Figura 3-7: - Schema strutturale della Sardegna (Da PROGEMISA S.P.A., 2009) - il rettangolo indica l'ubicazione del Foglio 459 "Sassari" 136
Figura 3-8: Stralcio della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 Foglio n. 179 138
Figura 3-9: Dettaglio su area di intervento - Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 Foglio n. 179 139
Figura 3-10: Stralcio sezione su area di intervento - Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 Foglio n. 179 139
Figura 3-11: Carta litologica – Estratto dal geoportale della regione Sardegna (h1i-Depositi antropici e discariche industriali (Olocene); g2-Depositi di spiaggia (Olocene); d-Depositi eolici (Olocene); b/bb-Depositi alluvionali (Olocene); e5-Depositi palustri (Olocene); FUA-Formazione del Fiume Santo (Tortoniano-Messiniano); CZS-Unità di Candelazzos, Depositi piroclastici (Burdigaliano); RESa/b-Formazione sedimentaria di Mores (Oligocene-Miocene); NRR-Formazione sedimentaria di Monte Nurra (Dogger-Successione Mesozoica); NDD-Formazione sedimentaria di Campanedda (Lias-Successione Mesozoica);KEU-Formazione sedimentaria di Keuper (Trias superiore-Successione Mesozoica)) 140
Figura 3-12: Sezioni litostratigrafiche (POR Regione Sardegna) 141
Figura 3-13: Rappresentazione delle Unità Idrografiche Omogenee (fonte: PTA 2016) 142
Figura 3-14: Stralcio della carta dei Principali bacini idrografici dell'area di Porto Torres 143
Figura 3-15: Idrografia nell'intorno del nuovo impianto (in rosso), fonte Sardegna Geoportale 143
Figura 3-16: Estratto dal Geoportale Sardegna, individuazione stagni costieri nell'intorno del sito di interesse (in rosso) 145
Figura 3-17: Estratto dalla Tavola 1 - Classificazione corpi idrici superficiali: stato ecologico del PdG (Terzo Ciclo) 145
Figura 3-18: Estratto dalla Tavola 2 - Classificazione corpi idrici superficiali: stato chimico del PdG (Terzo Ciclo) 146
Figura 3-19: Estratto dalla carta dei Corpi Idrici Marino Costieri (fonte: PdG III Ciclo 2021-2027) 147
Figura 3-20: Estratto dalla Tavola 1 e Tavola 2 del PdG (Terzo Ciclo) 148
Figura 3-21: Distribuzione spaziale dei superamenti della CSC per il parametro arsenico 152
Figura 3-22: Distribuzione spaziale dei superamenti della CSC per il parametro benzene 152
Figura 3-23: Distribuzione spaziale dei superamenti della CSC per il parametro triclorometano 153
Figura 3-24: Distribuzione spaziale dei superamenti della CSC per il parametro cadmio 153

Figura 3-25: Distribuzione spaziale dei superamenti della CSC per il parametro nichel 154
Figura 3-26: Distribuzione spaziale dei superamenti della CSC per il parametro piombo 154
Figura 3-27: Stato dei procedimenti di bonifica all'interno del SIN Aree industriali di Porto Torres 155
Figura 3-28: Dettaglio dell'intervento in progetto rispetto all'area SIN IND036..... 156
Figura 3-29: Dettaglio dell'intervento in progetto rispetto all'area SIN IND035..... 156
Figura 3-30: Dettaglio dell'intervento in progetto rispetto all'area SIN IND037..... 157
Figura 3-31: Dettaglio dell'intervento in progetto rispetto all'area SIN IND068..... 157
Figura 3-32 : Estensione degli acquiferi e ubicazione delle stazioni di monitoraggio CEDOC (Fonte: RAS, 2006. Piano di Tutela delle Acque)..... 158
Figura 3-33: Mappe della rete di monitoraggio totale della Regione Sardegna (fonte: PdG III Ciclo 2021-2027)..... 162
Figura 3-34: Carta dei corpi idrici sotterranei degli acquiferi alluvionali plio-quaternari Regione Sardegna (fonte: PdG III Ciclo 2021-2027) 163
Figura 3-35: Carta dei corpi idrici sotterranei degli acquiferi sedimentari terziari Regione Sardegna (fonte: PdG III Ciclo 2021-2027) 163
Figura 3-36: Carta dei corpi idrici sotterranei degli acquiferi Carbonatici Mesozoici e Paleozoici Regione Sardegna (fonte: PdG III Ciclo 2021-2027) 164
Figura 3-37*:* Stato delle procedure di bonifica nel SIN per la falda..... 166
Figura 3-38 : Mappa delle temperature medie della Sardegna su base climatologica 1981-2000 (Sardegna Clima Onlus) 167
Figura 3-39: Estratto dalla Carta Bioclimatica della Sardegna, ARPAS. Nel cerchio rosso è localizzata l'area oggetto di interventi 168
Figura 3-40: Ubicazione delle stazioni meteorologiche ARPAS Sardegna (rete fiduciaria in blu e rete unica in rosso) e dettaglio della stazione di Porto Torres Andriolu 169
Figura 3-41: Cumulato di precipitazione in Sardegna da ottobre 2020 a settembre 2021 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica (Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo ottobre 2020 - settembre 2021 di ARPAS) 170
Figura 3-42: Grafico relativo all'andamento ultrasecolare del cumulato di precipitazione in Sardegna nel periodo ottobre-settembre (Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo ottobre 2020 - settembre 2021 di ARPAS) 170
Figura 3-43: Media annuale delle temperature minime 2020-2021 e anomalia rispetto alla media 1995-2014 (Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo ottobre 2020 - settembre 2021 di ARPAS) 171
Figura 3-44: Media annuale delle temperature massime 2020-2021 e anomalia rispetto alla media 1995-2014 (Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo ottobre 2020 - settembre 2021 di ARPAS) 172
Figura 3-45: Grafico relativo ai dati del cumulato delle precipitazioni giornaliere per l'anno 2021 (Stazione ARPAS Porto Torres Andriolu) 173
Figura 3-46: Dati di temperatura minima, massima e cumulato delle precipitazioni per l'anno 2020 (Annuario ARPAS, anno 2021) 174
Figura 3-47: Dati di temperatura minima, massima e cumulato delle precipitazioni per l'anno 2019 (Annuario ARPAS anno 2020) 175
Figura 3-48: Ubicazione della stazione meteoclimatica della Rete Mareografica Nazionale ISPRA 178
Figura 3-49: Rosa dei venti per l'anno 2019 e 2020 (dati estratti dalla Rete Mareografica Nazionale ISPRA, stazione Porto Torres)..... 179
Figura 3-50: Rosa dei venti per il periodo 2010-2022 (dati estratti dalla Rete Mareografica Nazionale ISPRA, stazione Porto Torres)..... 180
Figura 3-51: Livello idrometrico per gli anni 2020-2022 dati da Rete Mareografica Nazionale ISPRA (1 gennaio 2019 - 1 novembre 2022*)*..... 181
Figura 3-52: Livello idrometrico, località di Porto Torres 182
Figura 3-53: Settori di traversia al largo di Porto Torres 183
Figura 3-54: Risultante della distribuzione direzionale degli eventi di moto ondoso nel punto di trasposizione al largo di Porto Torres 184

Figura 3-55: Rosa delle onde per gli anni 1979-2021, altezza significativa dell'onda rispetto alla direzione media di provenienza 186
Figura 3-56: Temperatura dell'acqua marina per gli anni 2020-2022; dati da Rete Mareografica Nazionale ISPRA (1 gennaio 2020 - 22 dicembre 2022)..... 186
Figura 3-57: Ubicazione stazioni di misura di Porto Torres 190
Figura 3-58: Riepilogo superamenti rilevati – Area di Porto Torres..... 190
Figura 3-59: Medie annuali Benzene (µg/m^3)..... 191
Figura 3-60: Medie annuali NO_2 (µg/m^3) 191
Figura 3-61: Medie annuali di PM10 (µg/m^3)..... 191
Figura 3-62: Medie annuali di PM2,5 (µg/m^3)..... 192
Figura 3-63: Medie annuali dato orario – NOx 192
Figura 3-64: Medie annuali dato orario – SOx 193
Figura 3-65: Medie annuali dato orario – CO..... 193
Figura 3-66: Medie annuali dato orario – PM10 193
Figura 3-67 : Rete di monitoraggio Centrale termoelettrica Fiume Santo 194
Figura 3-68: Ubicazione siti Natura 2000 più vicini all'area di intervento (Fonte: Natura2000 Standard Data Forms) 198
Figura 3-69: Ubicazione delle aree IBA più prossime all'area di intervento progettuale (Sardegna Geoportale) 198
Figura 3-70: Carta degli habitat (fonte: ISPRAMBIENTE) 199
Figura 3-71: Carta degli habitat regionali -indici complessivi di valutazione: Valore Ecologico, Sensibilità Ecologica, Pressione Antropica, Fragilità Ambientale (fonte: ISPRAMBIENTE) 200
Figura 3-72: *Idoneità Ecologica potenziale qualitativa per la componente avifaunistica: rete ecologica dei vertebrati, distribuzione del numero di specie potenziali di uccelli* 201
Figura 3-73: Habitat di macchia sovrastato dal carbonodotto esistente 202
Figura 3-74: Vegetazione di macchia presente lungo il tracciato dell'elettrodotto..... 202
Figura 3-75: Insediamento di rovi lungo la strada 203
Figura 3-76: Vegetazione dei canneti osservabile sulla sinistra della strada 204
Figura 3-77: Rappresentazione degli habitat marini vicino al sito di intervento 208
Figura 3-78: Rappresentazione dei target puntuali e dei transetti indagati con strumentazione ROV..... 209
Figura 3-79: Immagine ROV rappresentante la prateria di Posidonia presente sul fondale 209
Figura 3-80: Immagine ROV rappresentante area sabbiosa insediata da Cymodocea 210
Figura 3-81: Regioni Storiche della Sardegna, suddivisione del PPR 214
Figura 3-82: Vista sulla zona industriale e l'annesso porto di Porto Torres (*https://www.cipsassari.it/servizi/depurazione/*) 218
Figura 3-83: Vista del tratto del tracciato dell'elettrodotto tra le aree seminative e a rigenerazione 219
Figura 3-84: Vista del tracciato dell'elettrodotto dall'area limitrofa..... 219
Figura 3-85:Tavola 1 del report Statistiche demografiche – popolazione residente per provincia, Sardegna, Mezzogiorno e Italia. Anni 2018-2020..... 220
Figura 3-86:Tavola 2 del report Statistiche demografiche – numero di nati per provincia, Sardegna, Mezzogiorno e Italia. Anni 2018-2020..... 221
Figura 3-87:Tavola 2 del report Statistiche demografiche – numero di morti per provincia, Sardegna, Mezzogiorno e Italia. Anni 2018-2020..... 221
Figura 3-88: Grafico 3 del report Statistiche demografiche Saldo naturale per provincia. Anni 2018-2020 221
Figura 3-89: Grafico 5 del report Statistiche demografiche Saldo migratorio per provincia. Anni 2018-2020 222
Figura 3-90: Grafico 14 del report Statistiche demografiche – bilancio demografico per ondate di epidemia COVID19. Sardegna Anno 2020..... 223
Figura 3-91: Tasso standardizzato di mortalità (per 10.000 abitanti) in Sardegna e in Italia. Anni 2012-2018 (fonte ISTAT HFA)..... 224
Figura 3-92: Distribuzione settori industriali e servizi nell'anno 2017 (Fonte: Istat, Frame-SBS territoriale)..... 234

Figura 3-93: Sistema imprenditoriale Porto Torres (fonte: CIP Sassari) 234
Figura 3-94: Tipologia di navi e posizioni di attracco nel porto industriale di Porto Torres (fonte MarineTraffic) 236
Figura 3-95: Densità traffico marino (tutti i tipi di nave) a/da porto di Porto Torres (fonte: AIS Marine Traffic) 236
Figura 3-96: Porto industriale (riquadro rosso a sinistra) e porto commerciale e turistico (riquadro rosso a destra) (fonte : PagineAzzurre) 237
Figura 3-97 : Immagine dei principali allevamenti della Sardegna (Laore) 237
Figura 3-98: Mappa della densità dell'attività di pesca di porto Torres. Fonte: EMODnet Human Activities (Anno 2021) 238
Figura 4-1: Layout di impianto valutato in fase di pre-fattibilità 241
Figura 4-2: Alternativa 1 – Installazione al di fuori della diga foranea (ortofoto) 243
Figura 4-3: Alternativa 2 – Installazione all'interno della diga foranea (ortofoto) 243
Figura 4-4: Ancoraggio tramite palificazione 244
Figura 4-5: Ancoraggio tramite catenarie e corpi morti 245
Figura 4-6: Ancoraggio tramite catenarie tensionate 245
Figura 4-7: Alternativa 1a – Installazione al di fuori della diga foranea con trasformatori in banchina (ortofoto) 247
Figura 4-8: Dettaglio dell'installazione dei cabinati per trasformatori BT/MT su banchina 247
Figura 4-9: Alternativa 1b – Installazione fuori dalla diga foranea con trasformatori installati in mare (ortofoto) 248
Figura 4-10: Dettaglio della installazione dei cabinati per trasformatori BT/MT su monopiloni/jacket infissi a mare 248
Figura 4-11: Esempio di monopali per cabine contenenti trasformatori BT/MT 249
Figura 4-12: Area di progetto a mare 250
Figura 4-13: Esempio di pannelli fotovoltaici su piattaforma galleggianti 251
Figura 4-14: Inverter 252
Figura 4-15: Dettaglio del sistema di sostegno 253
Figura 4-16: Dettaglio inclinazione pannelli 253
Figura 4-17: Matrice di suddivisione dei carichi su pali 254
Figura 4-18: Profondità e carico applicato alla testa del palo 254
Figura 4-19: Caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione assunte per il calcolo della capacità del palo 255
Figura 4-20: Sezione tipo di cavo elettrico offshore 256
Figura 4-21: Sezione tipo connessione array cabina BT/MT 256
Figura 4-22: Schema di collegamento tra le stazioni 259
Figura 4-23: Struttura tipica di un cavo unipolare a 150kV 261
Figura 4-24: Percorso cavidotti 30kV e 150kV 261
Figura 4-25: Viabilità esistente nei pressi dell'area cantiere 263
Figura 4-26: Viabilità esistente nei pressi dell'area cantiere 263
Figura 4-27: Area stoccaggio e cantiere per il varo dei pannelli 264
Figura 4-28: Esempio di box spogliatoio e box doccia 265
Figura 4-29: Esempio di battitura pali a mare (fonte Menk) 266
Figura 4-30: Varo dei moduli fotovoltaici (Fonte:BayWa r.e.) 267
Figura 4-31: Area cantiere a terra e varo dei moduli fotovoltaici 267
Figura 4-32: Cabinati per trasformatori BT/MT su banchina 268
Figura 4-33: Esempio di scavo per interramento cavo (Hornsea Project One) in campagna. 269
Figura 4-34: Esempio di scavo per interramento su asfalto 270
Figura 4-35: tipico della sezione di posa per singola terna di cavi 270
Figura 4-36: Sequenza tipica di realizzazione di Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) 272
Figura 4-37: Cronoprogramma 273
Figura 4-38: Esempio di Boat Landing (riferimento Offshore wind Kinkardine) 274
Figura 5-1: Localizzazione dei recettori sensibili 287
Figura 5-2: Localizzazione dei recettori discreti considerati a distanze crescenti dall'asse stradale 288

Figura 5-3: Coefficiente moltiplicativo k in funzione del diametro delle particelle 293
Figura 5-4: Valori del fattore sL 294
Figura 5-5: Ipotesi percorso dei mezzi da e verso l'area di cantiere/assemblaggio 294
Figura 5-6: Valori del fattore EF_i 296
Figura 5-7: Tabella 15 e 18 estratte dal Capitolo 2 dell'Allegato 1 alle Linee Guida di ARPA Toscana 298
Figura 5-8: Viabilità del territorio limitrofo l'area di intervento 300
Figura 5-9: Individuazione del tratto della SS131 oggetto delle simulazioni modellistiche 301
Figura 5-10: Valore Ecologico del sito oggetto d'intervento e dell'area vasta circostante 307
Figura 5-11: Sensibilità Ecologica delle superfici oggetto d'intervento e dell'area vasta circostante. 307
Figura 5-12: Mappa di visibilità dell'impianto fotovoltaico (porzione off-shore dell'impianto) ... 313
Figura 5-13: Mappa di visibilità dei sistemi di ormeggio degli array (pali) 313
Figura 5-14: Stralcio del piano di zonizzazione acustica comunale 317
Figura 5-15: Localizzazione dei recettori su ortofoto 318
Figura 5-16: Rappresentazione del livello sonoro indotto dalle operazioni di assemblaggio in area cantiere 320
Figura 5-17: Rappresentazione del livello sonoro indotto dall'installazione dei pannelli fotovoltaici presso la diga foranea 321
Figura 5-18: Mappa degli avvistamenti dei tursiopi 323
Figura 5-19: Funzioni di ponderazione uditiva per i gruppi uditivi funzionali dei mammiferi marini come raccomandato da Southall (2019) 324
Figura 5-20: Parametri per le funzioni di ponderazione uditiva raccomandati da NMFS (2018) 324
Figura 5-21: Trasmissione del rumore subacqueo durante l'attività di palificazione 326

1. INTRODUZIONE

Il presente documento è stato redatto dal gruppo di lavoro indicato in copertina su incarico di EP Produzione S.p.A. (nel seguito EPP o il Proponente) e costituisce lo Studio di Impatto Ambientale (SIA) del progetto di un impianto fotovoltaico flottante off-shore della potenza di 40 MW, e relative opere di connessione, che EPP intende installare nell'area prospiciente il porto industriale di Porto Torres (SS).

L'impianto fotovoltaico off-shore in progetto sarà installato al di fuori della diga foranea del porto industriale di Porto Torres, avrà un'estensione di circa 30 ha, interamente a mare, e verrà connesso tramite cavidotto alla sottostazione FS Olio a 150 kV ubicata in località Cabu Aspru, nel comune di Sassari, all'interno del perimetro della centrale termoelettrica gestita dalla Fiume Santo S.p.A., azienda controllata al 100% da EPP. La Fiume Santo S.p.A. ha, inoltre, in concessione la diga foranea e la banchina di Porto Torre, attualmente impiegata per l'attracco delle navi carboniere e l'approvvigionamento del carbone alla centrale stessa ove è prevista l'installazione dell'impianto fotovoltaico.

La sottostazione FS Olio di proprietà Fiume Santo S.p.a. è connessa con due linee a 150 kV alla stazione AT 150/380 kV denominata "Fiume Santo" della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) gestita da TERNA.

Il layout generale d'impianto prevede una prima trasformazione (da 0,4 kV a 30 kV) nelle cabine BT/MT installate in prossimità dei pannelli sulla diga foranea, quindi un ulteriore innalzamento della tensione (da 30 kV a 150 kV) presso la stazione di conversione MT/AT di nuova realizzazione ubicata in prossimità della costa. Da tale stazione si sviluppa il cavidotto che raggiunge la sottostazione FS Olio e quindi la stazione della RTN.

Il cavidotto percorrerà complessivamente circa 9,5 km sviluppandosi nel territorio dei due comuni Porto Torres e Sassari, di cui Fiume Santo costituisce una frazione.

Nelle ***Tavole 01*** a e ***01b*** è riportato l'inquadramento territoriale con la localizzazione dell'impianto e dell'elettrodotto di connessione rispettivamente su ortofoto.

Il progetto proposto da EPP ha un carattere di unicum nel panorama degli interventi legati ad energie rinnovabili per i quali è stato ad oggi avviato l'iter autorizzativo e risponde alla consultazione pubblica *Misura PNRR: Piano di Ripresa e Resilienza, Missione 2 (Rivoluzione verde e Transizione ecologica), Componente 2 (Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile), Investimento 1.3 "Promozione impianti innovativi (incluso off-shore)"* alla quale EPP ha aderito in data 12 settembre 2022.

Uno degli ambiti innovativi riguarda la produzione di energia rinnovabile da centrali elettriche offshore, vista la necessità di ridurre l'impatto sul territorio, e la sperimentazione di poli di generazione innovativi, utilizzando più tecnologie in maniera integrata. I progetti finanziabili mediante l'investimento M2C2-1.3 del PNRR, infatti, sono quelli riconducibili alle seguenti due tipologie:

> *a) impianti eolici galleggianti e/o fotovoltaici galleggianti off-shore uniti a sistemi di stoccaggio dell'energia;*
>
> *b) impianti integrati con combinazione di due o più delle seguenti tecnologie: eolico offshore galleggiante, fotovoltaico galleggiante, impianti che sfruttano l'energia del mare (ad es. moto ondoso, maree).*

Il progetto oggetto del presente Studio ricade nella tipologia a) dal momento che l'impianto fotovoltaico galleggiante potrà essere accoppiato ad un sistema di stoccaggio del tipo a batterie, con capacità di accumulo fino a 200 MWh, da realizzarsi all'interno della centrale termoelettrica di Fiume Santo, per il quale è stata richiesta Autorizzazione Unica presso l'allora Ministero della

Transizione Ecologica. Il procedimento è stato formalmente concluso, si è in attesa del rilascio del documento di Intesa da parte della Regione Sardegna.

Tornando all'innovatività del progetto proposto si rileva che gli impianti fotovoltaici flottanti sono stati finora progettati e dimensionati per essere installati in laghi artificiali, laghi di cava o bacini idroelettrici, ossia in quelle che comunemente vengono denominate acque calme.

L'impianto oggetto del presente procedimento, invece, è costituito da piattaforme galleggianti modulari e flessibili, con caratteristiche specificatamente studiate in base al luogo di installazione al fine di risultare resistenti alla corrosione marina, a condizione metereologiche severe e garantire l'integrità dei moduli anche se esposti a venti e onde.

L'intervento proposto da EPP, inoltre, è conforme al principale obiettivo del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) di decarbonizzazione del settore energetico realizzabile mediante la promozione di un'economia circolare che preveda azioni mirate ad aumentare l'efficienza energetica in tutti i settori e incrementare la produzione da fonti rinnovabili.

Il progetto proposto risulta pertanto utile al raggiungimento dell'obiettivo di decarbonizzazione del PNIEC.

Il presente Studio di Impatto Ambientale è stato redatto in conformità all'Allegato VII alla Parte II del D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. che definisce i *Contenuti dello Studio di Impatto Ambientale di cui all'art. 22* e alle Linee Guida Valutazione di Impatto Ambientale -Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale approvato dal Consiglio SNPA in data 09/07/2019.

1.1 Il proponente

Come mostrato nella **Figura 1-1**, EP Produzione è la società italiana di generazione elettrica del Gruppo energetico EPH e gestisce una capacità complessiva pari a 4,3 GW posizionandosi come quinto produttore di energia elettrica del Paese.

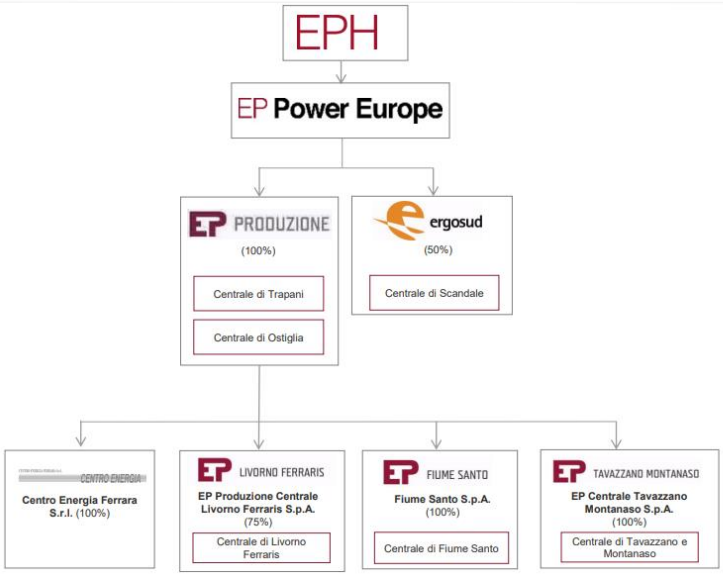


Figura 1-1: Struttura societaria EP Produzione

Il portafoglio di generazione di EP Produzione è costituito dalle seguenti sei centrali:

- quattro impianti a ciclo combinato (CCGT) efficienti e flessibili (si veda **Figura 1-2**: Localizzazione delle centrali termoelettriche di EP Produzione
- per la localizzazione geografica);

- un impianto turbogas a ciclo aperto (OCGT) in Sicilia;
- un impianto a carbone «essenziale» per la sicurezza del sistema elettrico in Sardegna.

	Impianti	Tipologia	Capacità netta installata (MW)	Anno costruzione	Quota diretta
1	Livorno Ferraris[3]	CCGT	805	2008	75%
2	Tavazzano e Montanaso	CCGT	1.140	2005	100%
3	Ostiglia	CCGT	1.137	2005	100%
4	Scandale[4]	CCGT	814	2010	50%
5	Trapani	OCGT	213	2013	100%
6	CEF Ferrara	OCGT	*Progetto nuova capacità da ~120 MW lordi*		
7	Fiume Santo	Carbone	599	2003	100%
	Totale capacità netta installata (MW)		4.708		
	Totale capacità gestita (MW)		4.301[3,4]		

Figura 1-2: Localizzazione delle centrali termoelettriche di EP Produzione

EP Produzione ha un approccio a lungo termine, con un ruolo attivo nella transizione energetica mirando a diventare un riferimento per capacità di generare valore attraverso una gestione efficiente e flessibile degli impianti e migliorare ulteriormente le performance degli impianti, in termini di sostenibilità ambientale, efficienza e flessibilità.

EP Produzione è parte attiva nella transizione energetica attraverso progetti di sviluppo di nuova capacità; tra i progetti già autorizzati si riportano:

- un nuovo gruppo CCGT di ultima generazione da circa 800 MW presso la Centrale di Tavazzano e Montanaso (LO);
- una nuova unità CCGT dalla potenza di circa 880 MW presso la Centrale di Ostiglia (MN);
- quattro nuove unità OCGT di ultima generazione per 220 MW totali presso la Centrale di Trapani.

EPP ha aderito in data 12 settembre 2022 alla Consultazione pubblica *Misura PNRR: Piano di Ripresa e Resilienza, Missione 2 (Rivoluzione verde e Transizione ecologica), Componente 2 (Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile), Investimento 1.3 "Promozione impianti innovativi (incluso off-shore)"*, nel quale si inserisce l'investimento M2C2-1.3 "Promozione impianti innovativi (incluso off-shore)" del PNRR, il cui obiettivo è supportare l'implementazione di sistemi di produzione di energia rinnovabile offshore in configurazioni innovative, per almeno 200 MW di capacità complessiva installata.

Il progetto proposto si compone di un impianto fotovoltaico offshore galleggiante con potenza di picco pari a 40 MW, situato nel tratto di mare antistante il porto industriale di Porto Torres.

1.2 Il contesto tematico e programmatico

Il progetto si inserisce nel contesto globale strategico sviluppato per raggiungere l'obiettivo a lungo termine della COP 21 di Parigi (Conferenza Internazionale sul Clima di Parigi del 2015) di ridurre i gas serra e, più in generale, di contenere l'impatto ambientale sulla Terra.

La trasformazione energetica in corso, spinta dalla progressiva decarbonizzazione, è una transizione radicale verso un nuovo paradigma di sistema, con un ruolo sempre crescente delle fonti rinnovabili.

Il progetto proposto si inquadra, appunto, nell'ambito della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile e in relazione alla tipologia di generazione risulta coerente con gli obiettivi enunciati all'interno di quadri programmatici e provvedimenti normativi comunitari, nazionali e regionali.

L'Unione Europea ha sancito la sua ambizione di diventare climaticamente neutra entro il 2050 promuovendo il Green Deal UE [COM(2019) 640] nel quale è definita la strategia economica per soddisfare sia la neutralità climatica che la ripresa economica. I capi di Stato dell'UE si sono impegnati ad aumentare l'obiettivo climatico dell'UE per il 2030 ad almeno il 55%, rispetto all'attuale 40%.

Gli obiettivi sono diventati vincolanti con l'emanazione della Legge Europea sul Clima (REGOLAMENTO (UE) 2021/1119 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 30 giugno 20, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale il 9 luglio 2021 ed entrata in vigore il 29 luglio 2021).

In riferimento all'offshore, l'UE ha adottato l'11 novembre 2020 la *Strategia per sfruttare il potenziale delle energie rinnovabili offshore per un futuro climaticamente neutro* [COM(2020) 741 final] definendo degli obiettivi specifici per la capacità eolica offshore da installare entro il 2030 e il 2050 e sottolineando l'importanza di sostenere direttamente le tecnologie emergenti per le energie rinnovabili offshore come il solare galleggiante, *al fine di superare la fase pilota e dimostrativa concentrando l'azione sulle soluzioni tecnologiche che meglio conciliano gli obiettivi economici e ambientali dell'UE.*

Il 14 luglio 2021 la Commissione europea ha adottato il pacchetto climatico "Fit for 55" [COM(2021) 550 final], un insieme di proposte legislative per raggiungere entro il 2030 gli obbiettivi del Green Deal; tra i vari capisaldi vi è la decisione di portare al 40% nel 2030 l'obiettivo vincolante delle energie rinnovabili nel mix energetico dell'UE, aumentandolo di 8 punti percentuali rispetto al precedente limite fissato al 32%.

In recepimento delle Direttive Comunitarie, i principali impegni strategici a livello nazionale tesi al raggiungimento degli obiettivi internazionali sono definiti:

- nella Strategia Energetica Nazionale del 2017 (SEN);
- nel Piano Nazionale Integrato Energia e Clima 2019 (PNIEC).
- nel Programma Next Generation Italia - Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), cosiddetto Recovery Plan, la cui ultima revisione risale ad aprile 2021.

Secondo il PNIEC, l'Italia intende perseguire un obiettivo di copertura, nel 2030, del 30% del consumo finale lordo di energia da fonti rinnovabili, delineando un percorso di crescita sostenibile delle fonti rinnovabili con la loro piena integrazione nel sistema.

In particolare, l'obiettivo per il 2030 prevede un consumo finale lordo di energia di 111 Mtep, di cui circa 33 Mtep da fonti rinnovabili; nello specifico, la quota di energie rinnovabili nel settore elettrico dovrà essere del 55,4%, quella nel settore termico del 33% e per i trasporti pone come obiettivi minimi di crescita l'installazione di 15,7 GW nel 2025 e 18,4 GW nel 2030.

Da un recente studio del Politecnico di Milano (disponibile on line al link https://www.qualenergia.it/articoli/litalia-e-un-mix- elettrico-pulito-al-2050-quali-strade-per-arrivarci/), emerge che il fotovoltaico (da solo e abbinato alle batterie per l'accumulo) appare in tutti gli scenari come una tecnologia imprescindibile nell'ambito della strategia di decarbonizzazione. Nello scenario di costo ottimale si parla di aggiungere 144 GW di fotovoltaico; 59 GW di eolico a terra, 17 GW di eolico offshore, oltre a 7 GW di potenza installata in elettrolizzatori per produrre idrogeno da fonti rinnovabili.

Al momento, il PNIEC fissa un obiettivo minimo di potenza da fonte rinnovabile solare pari a 28.550 MW al 2025 e di 52.000 MW al 2030 ma, focalizzandosi sulla riduzione del consumo di territorio, per indirizzare la diffusione della significativa capacità incrementale di fotovoltaico prevista per il 2030, promuove l'installazione innanzitutto su edificato, tettoie, parcheggi, aree di servizio e, per grandi impianti a terra, zone improduttive, non destinate ad altri usi, quali le superfici non utilizzabili a uso agricolo, aree già artificiali (con riferimento alla classificazione SNPA), siti contaminati, discariche e aree lungo il sistema infrastrutturale.

L'impegno del Governo Italiano nel raggiungimento degli obiettivi di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili stabiliti in ambito internazionale ed euro-unitario per il 2030 e il 2050 implica un grande investimento nella ricerca di soluzioni innovative per la produzione di energia, sia in termini di tecnologie che di strutture e configurazioni impiantistiche.

Uno degli ambiti innovativi riguarda la produzione di energia rinnovabile da centrali elettriche offshore, vista la necessità di ridurre l'impatto sul territorio, e la sperimentazione di poli di generazione innovativi, utilizzando più tecnologie in maniera integrata.

In tale quadro si inserisce l'investimento M2C2-1.3 "Promozione impianti innovativi (incluso off-shore)" del PNRR, il cui obiettivo è supportare l'implementazione di sistemi di produzione di energia rinnovabile offshore in configurazioni innovative, per almeno 200 MW di capacità complessiva installata.

A ulteriore riprova delle necessità di ridurre l'uso del suolo e promuovere soluzioni offshore, è possibile citare quanto espresso dal Consorzio Provinciale Industriale di Sassari che, con riferimento alla documentazione trasmessa dalla società Fiume Santo S.p.A. per la realizzazione di un impianto fotovoltaico nelle aree industriali libere della omonima centrale termoelettrica, ha richiesto una riduzione delle aree occupate e quindi della potenza prodotta (del 40 % circa) in quanto *effettuate le preannunciate e più approfondite verifiche sull'entità e/o la consistenza degli impianti fotovoltaici oggetto di precedenti istanze, risulta esaurita la capacità insediativa per impianti fotovoltaici su suolo all'interno dell'agglomerato industriale di Porto Torres.*

Oltre quest'ultima recentissima consultazione pubblica sono diversi gli strumenti normativi messi in atto per agevolare la realizzazione di nuovi impianti per la produzione di energia elettrica. Particolare importanza in tal senso riveste il D. Lgs. 77/2021, recante *Governance del piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure* convertito in legge con L. 29 luglio 2021 n. 108.

Secondo le disposizioni del D. Lgs 77/2021, gli impianti di generazione di energia elettrica da fonte solare sono compresi nell'Allegato I-bis – *Opere, impianti e infrastrutture necessarie al raggiungimento degli obiettivi fissati dal Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC), predisposto in attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999*", inserito nella Parte II del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii. come segue:

Allegato I Bis punto 1.2 Nuovi impianti per la produzione di energia e vettori energetici da fonti rinnovabili, residui e rifiuti, nonché ammodernamento, integrali ricostruzioni, riconversione e incremento della capacità esistente, relativamente a:

1.2.1 Generazione di energia elettrica: impianti idroelettrici, geotermici, eolici e fotovoltaici (in terraferma e in mare), solari a concentrazione, produzione di energia dal mare e produzione di bioenergia da biomasse solide, bioliquidi, biogas, residui e rifiuti….

Si applicano pertanto tutte le disposizioni stabilite dal D.L. 77/2021 (artt. da 17 a 32) contenute nella Parte II - *Disposizioni di accelerazione e snellimento delle procedure e di rafforzamento della capacità amministrativa* e del Titolo I - *Transizione ecologica e velocizzazione del procedimento ambientale e paesaggistico*.

Tali strumenti di semplificazione delle procedure amministrative applicabili alle energie da fonti rinnovabili, incidono particolarmente in materia di Valutazione di Impatto Ambientale, di Autorizzazione Unica ai sensi dell'art. 12 del D. Lgs 387/2003 e sulle modalità di espressione delle competenze del Ministero della Cultura.

Il legislatore ha, inoltre, ribadito la pubblica utilità delle opere finalizzate all'utilizzo delle Fonti Energetiche Rinnovabili (FER); infatti, l'art. 18, comma 1, lettera a), del D.L. 77/2021 sostituisce il comma 2 bis dell'art. 7 bis del D. Lgs 152 2006 e ss.mm.ii. e dispone che: *le opere, gli impianti e le infrastrutture necessari alla realizzazione dei progetti strategici per la transizione energetica del Paese inclusi nel Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR) e al raggiungimento degli obiettivi fissati dal Piano nazionale integrato energia e clima (PNIEC), predisposto in attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999, come individuati nell'Allegato I-bis, e le opere ad essi connesse costituiscono interventi di pubblica utilità, indifferibili e urgenti.*

Grande rilevanza assume il D. Lgs 8 novembre 2021, n. 199, cosiddetto RED II *Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili*, di cui si cita in particolare l'art. 23, che introduce significative modifiche a norme specifiche per l'offshore, stabilisce i criteri di individuazione delle aree idonee e, in relazione a queste, introduce importanti semplificazioni del procedimento autorizzativo.

I principali elementi di interesse introdotti dal Decreto e relativo agli impianti offshore sono i seguenti:

- per gli impianti off-shore l'autorizzazione è rilasciata dal Ministero della Transizione Ecologica di concerto il Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili e sentito, per gli aspetti legati all'attività di pesca marittima, il Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali, nell'ambito del provvedimento adottato a seguito del procedimento unico comprensivo del rilascio della concessione d'uso del demanio marittimo;
- le aree idonee per gli impianti FER in ambiente offshore saranno quelle individuate per la produzione di energie rinnovabili dal Piano di gestione dello spazio marittimo, da adottarsi entro giugno 2022;
- nelle more dell'adozione del Piano di Gestione dello Spazio Marittimo sono comunque considerate idonee le piattaforme petrolifere in disuso e l'area distante 2 miglia nautiche da ciascuna piattaforma nonché i porti per impianti eolici fino a 100 MW di potenza istallata;
- nelle aree idonee l'autorità competente in materia paesaggistica si esprime con parere obbligatorio non vincolante individuando, ove necessario, prescrizioni specifiche finalizzate al migliore inserimento nel paesaggio e alla tutela di beni di interesse archeologico;
- i termini procedurali per il rilascio dell'autorizzazione sono ridotti di un terzo;

- nelle more dell'individuazione delle aree idonee, non possono essere disposte moratorie ovvero sospensioni dei termini dei procedimenti di autorizzazione per le domande già presentate.

Secondo la D.G.R. della Regione Sardegna n. 59/90 del 27/11/2020, che ha lo scopo di individuare quelle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da FER fonti sulla base di criteri tecnici oggettivi legati alla tutela ambientale, paesistica e culturale, il progetto proposto non ricade in aree identificate come non idonee per l'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili.

Il progetto infine, aderisce ai principi sanciti dal Dispositivo per la ripresa e la resilienza (Regolamento UE 241/2021), che stabilisce che tutte le misure dei Piani nazionali per la ripresa e resilienza (PNRR) debbano soddisfare il principio di *non arrecare danno significativo agli obiettivi ambientali*; l'adesione si traduce in una valutazione di conformità degli interventi al principio del *Do No Significant Harm* (DNSH), con riferimento al sistema di tassonomia delle attività ecosostenibili indicato all'articolo 17 del Regolamento (UE) 2020/852.

Il principio del DNSH si basa su quanto specificato nella "Tassonomia per la finanza sostenibile" (Regolamento UE 2020/852) adottata per promuovere gli investimenti del settore privato in progetti verdi e sostenibili nonché contribuire a realizzare gli obiettivi del Green Deal. Il principio DNSH è declinato su sei obiettivi ambientali di seguito elencati e il Regolamento individua i criteri per determinare come ogni attività economica contribuisca in modo sostanziale alla tutela dell'ecosistema. In particolare, un'attività economica arreca un danno significativo

- alla mitigazione dei cambiamenti climatici, se porta a significative emissioni di gas serra (GHG);
- all'adattamento ai cambiamenti climatici se determina un maggiore impatto negativo del clima attuale e futuro, sull'attività stessa o sulle persone, sulla natura o sui beni;
- all'uso sostenibile o alla protezione delle risorse idriche e marine se è dannosa per il buono stato dei corpi idrici (superficiali, sotterranei o marini) determinandone il loro deterioramento qualitativo o la riduzione del potenziale ecologico;
- all'economia circolare, inclusa la prevenzione, il riutilizzo ed il riciclaggio dei rifiuti, se porta a significative inefficienze nell'utilizzo di materiali recuperati o riciclati, ad incrementi nell'uso diretto o indiretto di risorse naturali, all'incremento significativo di rifiuti, al loro incenerimento o smaltimento, causando danni ambientali significativi a lungo termine;
- alla prevenzione e riduzione dell'inquinamento, se determina un aumento delle emissioni di inquinanti nell'aria, nell'acqua o nel suolo;
- alla protezione e al ripristino di biodiversità e degli ecosistemi se è dannosa per le buone condizioni e resilienza degli ecosistemi o per lo stato di conservazione degli habitat e delle specie.

Il presente Studio e il Progetto di Fattibilità dell'impianto fotovoltaico off-shore in esame sono stati elaborati in conformità a quanto previsto dalla Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (cd. DNSH), di cui alla Circolare del 30 dicembre 2021, n. 32 della Ragioneria Generale dello Stato, elaborata dagli organi preposti dalla Comunità Europea in maniera tale di poter sostenere l'obiettivo DNSH con un coefficiente del 100%. Le schede di riferimento delle Linee Guida prese in considerazione per l'elaborazione del progetto sono la Scheda 05 - Interventi edili e cantieristica generica (non compresa nella Tassonomia delle attività ecocompatibili (Regolamento UE 2020/852).) e la specifica Scheda 12 - Produzione elettricità da pannelli solari.

Dalla verifica rispetto alla Scheda 12, riportata nella Tabella emerge la totale coerenza del progetto rispetto ai principi e criteri.

Tabella 1-1: Coerenza con le Linee Guida Operative – Scheda 12 Produzione elettricità da pannelli solari

Obiettivi ambientali	Principi guida	Coerenza del progetto	Elementi di verifica ex ante	Coerenza del progetto	Elementi di verifica ex post	Coerenza del progetto
Mitigazione dei cambiamenti climatici	Al fine di garantire il rispetto del contributo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici e la significativa riduzione di emissioni di gas a effetto serra, dovranno essere adottate tutte le strategie disponibili perché la produzione di elettricità da pannelli solari sia efficiente. Perché questo sia possibile dovranno essere rispettate le norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), anche in relazione alle norme di connessione	Criteri rispettati. A tal riguardo si veda la relazione di producibilità agli atti. I dati garantiscono l'efficienza energetica del progetto	Assicurarsi che il progetto di produzione di elettricità da pannelli solari segua le disposizioni del CEI	La condizione è rispettata nell'ambito del progetto preliminare agli atti.	Assicurarsi che il progetto di produzione di elettricità da pannelli solari segua le disposizioni del CEI	Criterio di verifica già previsto per la fase di progettazione esecutiva
Adattamento ai cambiamenti climatici	La produzione di elettricità da pannelli solari deve essere realizzata in condizioni e in siti che non pregiudichino l'erogazione dei servizi o le attività impattate da essi in ottica di cambiamenti climatici attuali o futuri.	Criteri rispettati. Gli studi specialistici condotti, per le varie componenti ambientali, verificano le condizioni estreme derivanti dagli effetti dei cambiamenti climatici.	In fase di progettazione, conduzione analisi dei rischi climatici fisici funzione del luogo di ubicazione	Effettuata. Le condizioni estreme sono state inserite nei parametri di calcolo strutturale delle opere in mare. Le strutture sono dimensionate per assicurare resistenza e resilienza agli eventi estremi e	Verifica attuazione delle soluzioni di adattamento climatico eventualmente individuate	Attività prevista nel Piano di Monitoraggio anche se sembrano nulli i rischi previsti a seguito delle verifiche ex ante eseguite.

				a fenomeni da questi attivati.		
Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine	Non pertinente Sebbene nella Linea Guida Operativa analizzata si riporti tale elemento come non pertinente, considerata la particolare tipologia di impianto proposto di ritiene di dover analizzare macroscopicamente l'obiettivo ambientale. Come verrà illustrato nel dettaglio nel Capitolo 5, la costruzione/dismissione e l'esercizio dell'impianto in progetto sono allineati con l'obiettivo indicato dal momento che non comportano consumo di risorse idriche (almeno dei quantitativi di acqua da impiegarsi ai fini civili/domestici in fase di cantiere) e non comporta produzione e gestione di correnti di acque reflue.					
Economia Circolare	Per mitigare il rischio di produrre componenti e apparecchiature difficilmente recuperabili/riciclabili alla fine del loro ciclo di vita, dovrà essere favorita l'adozione di apparecchiature che seguono i criteri per la progettazione ecocompatibile previsti dalla DIRETTIVA 2009/125/CE relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all'energia. In tale ottica, dovranno essere utilizzati sistemi durabili	Criteri rispettati. I materiali impiegati relativi ai pannelli fotovoltaici e strutture in mare hanno un livello di riciclabilità elevato.	Adempimento agli obblighi pervisti dal D.Lgs. 49/2014 e dal D.Lgs. 118/2020 da parte del produttore di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche (nel seguito, AEE) anche attraverso l'iscrizione dello stesso nell'apposito Registro dei produttori AEE (www.registroaee.it/).	Verificata. Saranno impiegati sistemi durabili e/o riciclabili facilmente scomponibili e sostituibili.		

	e/o riciclabili facilmente scomponibili e sostituibili. Per la realizzazione dei progetti devono essere seguite, come previsto dalla normativa sui RAEE, le Istruzioni operative per la gestione e lo smaltimento dei pannelli fotovoltaici (ai sensi dell'art.40 del D.lgs. 49/2014 e dell'art.1 del D.lgs. 118/2020 https://www.gse.it/documenti_site/Documenti%20GSE/Servizi%20per%20te/CONTO%20ENERGIA/Regole%20e%20procedure/Istruzioni%20operative%20RAEE.pdf)					
Prevenzione e riduzione dell'inquinamento	Non Pertinente. Sebbene nella Linea Guida Operativa analizzata si riporti tale elemento come non pertinente, considerata la particolare tipologia di impianto proposto di ritiene di dover analizzare macroscopicamente l'obiettivo ambientale. Come verrà illustrato nel dettaglio nel Capitolo 5, la costruzione/dismissione e l'esercizio dell'impianto in progetto sono allineati con l'obiettivo indicato dal momento che il rischio di potenziale contaminazione delle matrici ambientali è opportunamente gestito e mitigato come indicato nel Capitolo 6.					
Protezione e ripristino della biodiversità e degli Ecosistemi	Al fine di garantire il mantenimento dei suoli agricoli, le realizzazioni ubicate in aree agricole devono garantire la continuità dell'attività agricola sottostante.	La realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto non comporta occupazione di suolo agricolo né in	Per le strutture situate in aree sensibili sotto il profilo della biodiversità o in prossimità di esse, fermo	Nonostante la distanza esistente tra l'area di installazione dell'impianto e i siti della Rete	Se pertinente, verificare che le azioni mitigative previste dalla VIA siano state adottate	Attività prevista nel Piano di Monitoraggio (Elaborato REL_005). E' stata condotta un'opportuna

	Sono pertanto ammessi i progetti di impianti agrivoltaici, che prevedono l'implementazione di sistemi ibridi agricoltura-produzione di energia che non compromettano l'utilizzo dei terreni dedicati all'agricoltura, ma contribuiscano alla sostenibilità ambientale ed economica delle aziende coinvolte. Inoltre, per le attività situate in aree sensibili sotto il profilo della biodiversità o in prossimità di esse (compresi la rete Natura 2000 di aree protette, i siti del patrimonio mondiale dell'UNESCO e le principali aree di biodiversità, nonché altre aree protette) deve essere condotta un'opportuna valutazione che preveda tutte le necessarie misure di mitigazione nonché la valutazione di conformità rispetto ai regolamenti delle aree	generale di suolo. Inoltre, l'area di installazione non è situata all'interno di siti sensibili per gli aspetti di biodiversità né è prossima ad esse. Infine, l'installazione dell'impianto off-shore elimina il rischio di propagazione di eventuali incendi.	restando le aree di divieto, verificare la sussistenza di sensibilità territoriali, in particolare in relazione alla presenza di Habitat e Specie di cui all'Allegato I e II della Direttiva Habitat e Allegato I alla Direttiva Uccelli, nonché alla presenza di habitat e specie indicati come "in pericolo" dalle Liste rosse (italiana e/o europea). Laddove sia ipotizzabile un'incidenza diretta o indiretta sui siti della Rete Natura 2000 sarà necessario sottoporre l'intervento a Valutazione di	Natura 2000, o parchi nazionali/regionali comunque di interesse per la biodiversità, si è deciso di predisporre la Valutazione di Incidenza – Livello I di screening. In fase di progettazione esecutiva/definitiva saranno rispettate le previsioni della Guida per l'installazione degli impianti FV del Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile.		valutazione che prevede tutte le necessarie misure di mitigazione nonché di valorizzazione che hanno specifico riguardo all'Obiettivo ambientale di protezione e ripristino della Biodiversità e degli Ecosistemi.

	protette, etc. Benché gli impianti fotovoltaici non rientrino tra le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, l'installazione di un impianto fotovoltaico può comportare un aggravio del preesistente livello di rischio di incendio. L'installazione dovrà quindi essere eseguita in modo da evitare la propagazione di un incendio dal generatore fotovoltaico al fabbricato nel quale è incorporato qualora le installazioni fossero realizzati su strutture, da consentire il corretto funzionamento e la manutenzione di eventuali evacuatori di fumo e di calore (EFC) presenti, nonché tener conto dell'esistenza di possibili vie di veicolazione di incendi. In generale dovranno essere rispettate le previsioni della Guida per l'installazione degli		Incidenza (DPR 357/97). In fase di progettazione, rispettare le previsioni della Guida per l'installazione degli impianti FV del Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile. Verifica della dichiarazione di conformità ai sensi del D.M. 37/2008.			

	impianti FV del Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile e dovrà essere verificata la dichiarazione di conformità rilasciata dall'installatore, in linea con il D.M. 37/2008, che prevede anche la verifica in materia di prevenzione incendi.					

1.3 Motivazioni e scelta tipologica dell'intervento

Come mostrato nella **Figura 1-3**: Inquadramento su ortofoto dell'impianto fotovoltaico off-shore: , l'impianto fotovoltaico off--shore in progetto sarà installato al di fuori della diga foranea del porto industriale di Porto Torres, avrà un'estensione di circa 30 ha, interamente a mare, e verrà connesso tramite cavidotto alla sottostazione FS Olio a 150 kV ubicata in località Cabu Aspru, nel comune di Sassari, all'interno del perimetro della centrale termoelettrica gestita dalla Fiume Santo S.p.A., azienda controllata al 100% da EPP.

Figura 1-3: Inquadramento su ortofoto dell'impianto fotovoltaico off-shore:

La sottostazione FS Olio di proprietà Fiume Santo S.p.a. è connessa con due linee a 150 kV alla stazione AT 150/380 kV denominata Fiume Santo della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) gestita da TERNA.

Il layout generale d'impianto prevede una prima trasformazione (da 0,4 kV a 30 kV) nelle cabine BT/MT installate in prossimità dei pannelli sulla diga foranea, quindi un ulteriore innalzamento della tensione (da 30 kV a 150 kV) presso la stazione di conversione MT/AT di nuova realizzazione ubicata in prossimità della costa. Da tale stazione si sviluppa il cavidotto che raggiunge la sottostazione FS Olio e, quindi, la stazione della RTN.

Il cavidotto percorrerà complessivamente circa 9,5 km sviluppandosi nel territorio dei due comuni Porto Torres e Sassari, di cui Fiume Santo costituisce una frazione.

Per quanto riguarda il dettaglio della porzione di impianto off-shore questa sarà costituta da 10 blocchi (array) di 4 MWp cadauno di pannelli fotovoltaici di superficie pari a circa 32.400 m^2, da posizionare e ancorare a mare (si veda **Figura 1-4**: Blocco da 4 MWp).

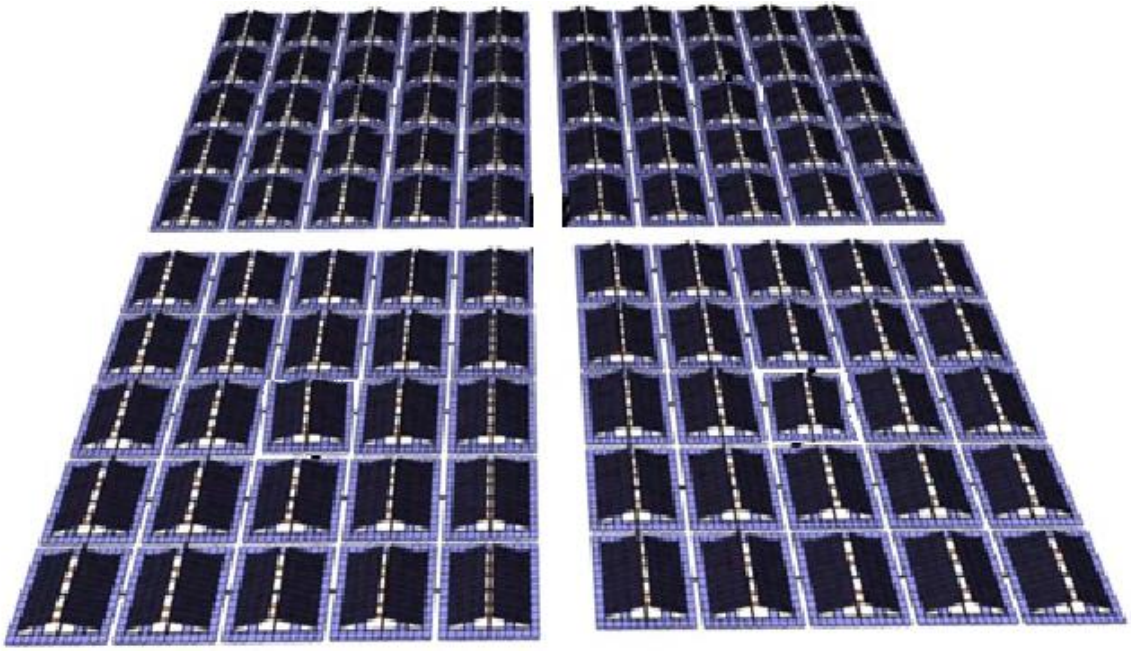


Figura 1-4: Blocco da 4 MWp

Ogni blocco (array) di pannelli è suddiviso in 4 sub array da 1 MWp cadauno e di estensione superficiale pari a circa 6.400 m^2 (80 m x 80 m) come riportato in **Figura 1-5**: Dettaglio del sub array da 4 MWp.

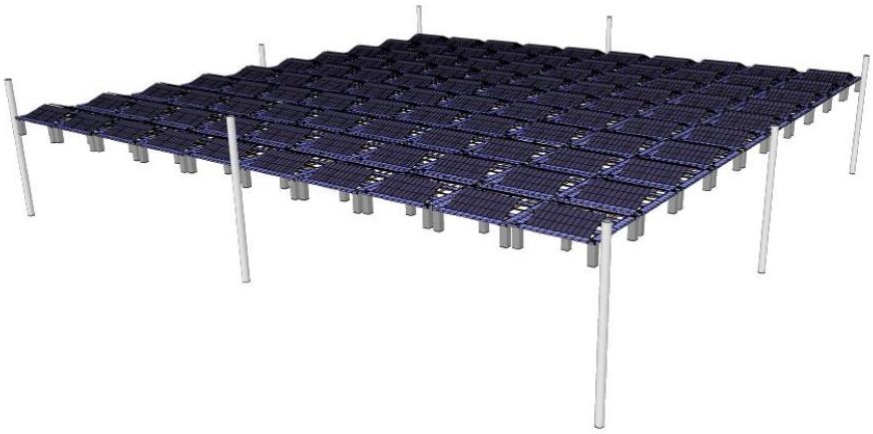


Figura 1-5: Dettaglio del sub array da 4 MWp

L'elemento base dei blocchi (si veda Error! Reference source not found.) sopra menzionati è una struttura galleggiante, connessa tramite connessioni snodabili agli elementi adiacenti, capace di fornire una spinta di galleggiamento tale da mantenere la struttura sopraelevata rispetto al livello del mare, evitando l'ingresso diretto dell'acqua nelle condizioni di agitazione ondosa.

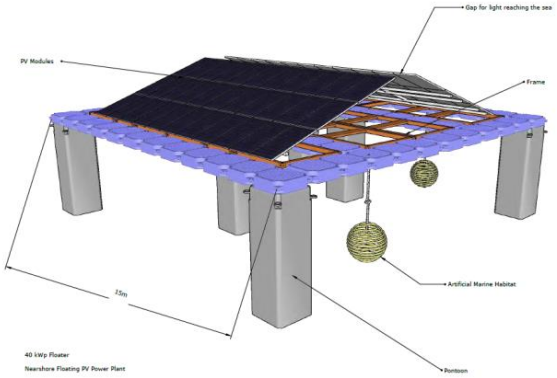


Figura 1-6: Dettaglio dell'elemento base galleggiante

Saranno installati pannelli fotovoltaici monofacciali dal momento che sarà necessario provvedere alla pulizia periodica degli stessi in considerazione dell'ambiente di installazione dell'impianto e della possibilità di formazione di aerosol con elevata concentrazione di sali. L'installazione di pannelli fotovoltaici bifacciali, non potendo raggiungere per la pulizia periodica il lato direttamente esposto all'ambiente marino, risulterebbe non giustificato da analisi costi/benefici.

Si osserva, inoltre che l'acqua di mare ha un basso coefficiente di albedo (ossia il rapporto fra l'intensità della radiazione riflessa da un corpo e quella con cui è stato irraggiato) generalmente compreso tra 0,08 e 0,1; l'uso di pannelli fotovoltaici bifacciali è raccomandato per superfici con coefficienti albedo elevati tra 0,3 e 0,4 quale quello della sabbia nel deserto.

In questa fase di progettazione non è stato ancora identificato il materiale costituente il pannello fotovoltaico; si ritiene, tuttavia, di escludere con certezza l'installazione di pannelli di silicio amorfo dal momento che presentano diversi svantaggi quali la bassa efficienza (in termini di Watt per m²) e il non corretto funzionamento al carico a cui saranno sottoposti i pannelli costituenti l'impianto in progetto (5.400Pa).

L'installazione di un nuovo impianto fotovoltaico nella regione Sardegna concorre a raggiungere gli obiettivi di politica energetica internazionale, nazionale e regionale.

Sul piano internazionale sono stati posti obiettivi a lungo termine di decarbonizzazione dalla più recente Conference of the Parties (COP) 27 tenutasi a Sharm-El-Sheikh, Egitto, nel novembre 2022[1].

A livello nazionale, tramite il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIAC) pubblicato dal Ministero dello Sviluppo Economico che recepisce le novità contenute nel Decreto-legge sul Clima nonché quelle sugli investimenti per il Green New Deal previste nella Legge di Bilancio 2020. Con il PNIEC vengono stabiliti gli obiettivi nazionali al 2030 sull'efficienza energetica, sulle fonti rinnovabili e sulla riduzione delle emissioni di CO2, nonché gli obiettivi in tema di sicurezza energetica, interconnessioni, mercato unico dell'energia e competitività, sviluppo e mobilità sostenibile, delineando per ciascuno di essi le misure che saranno attuate per assicurarne il raggiungimento[2]. In particolare il PNIEC nell'introduzione riporta: *L'Italia è ben consapevole dei potenziali benefici insiti nella vasta diffusione delle rinnovabili e dell'efficienza energetica, connessi alla riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti, al miglioramento della sicurezza energetica e alle opportunità economiche e occupazionali per le famiglie e per il sistema produttivo, e intende proseguire con convinzione su tale strada, con un approccio che metta sempre più al centro il cittadino, anche nella veste di prosumer, e le imprese, in particolare medie e piccole. Questa evoluzione sarà guidata dalla costante attenzione all'efficienza e sarà agevolata dalla riduzione dei costi di alcune tecnologie rinnovabili, tra le quali crescente*

[1] https://unfccc.int/cop27

[2] https://www.mise.gov.it/index.php/it/notizie-stampa/pniec2030

importanza assumerà il fotovoltaico, in ragione della sua modularità e del fatto che utilizza una fonte ampiamente e diffusamente disponibile.

In tale contesto si inserisce la recente consultazione pubblica, già citata, Misura PNRR: Piano di Ripresa e Resilienza, Missione 2 (Rivoluzione verde e Transizione ecologica), Componente 2 (Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile), Investimento 1.3 "Promozione impianti innovativi (incluso off-shore)" del Ministero della Transizione Ecologica avviata a partire dal 01/08/2022 a cui il proponente ha aderito in data 12/09/2022.

A ulteriore riprova delle necessità di ridurre l'uso del suolo e promuovere soluzioni offshore, è possibile citare quanto espresso dal Consorzio Provinciale Industriale di Sassari che, con riferimento alla documentazione trasmessa dalla società Fiume Santo S.p.A. per la realizzazione di un impianto fotovoltaico nelle aree industriali libere della omonima centrale termoelettrica, ha richiesto una riduzione delle aree occupate e quindi della potenza prodotta (del 40 % circa) in quanto *effettuate le preannunciate e più approfondite verifiche sull'entità e/o la consistenza degli impianti fotovoltaici oggetto di precedenti istanze, risulta esaurita la capacità insediativa per impianti fotovoltaici su suolo all'interno dell'agglomerato industriale di Porto Torres.*

La Sardegna si è recentemente dotata dello strumento legislativo Legge Regionale del 13 OTTOBRE 2022, n. 15 recante *Disposizioni in materia di energia e modifiche alla legge regionale n. 9 del 2006* il cui art. 2 recita *La Regione, in linea con le strategie e misure volte a conseguire gli obiettivi ed i traguardi dell'Unione dell'energia e gli obiettivi a lungo termine dell'Unione europea relativi alle emissioni dei gas ad effetto serra conformemente agli accordi internazionali e nel rispetto del regolamento (UE) 2018/842, promuove azioni e iniziative di politica energetica volte a raggiungere i seguenti obiettivi di carattere generale: a) riduzione delle emissioni climalteranti in attuazione degli accordi internazionali e in coerenza con la strategia europea, nazionale e regionale di adattamento ai cambiamenti climatici; b) continuità e sicurezza dell'approvvigionamento energetico a condizioni accessibili per cittadini e imprese; c) riequilibrio del novero delle fonti energetiche primarie al fine di garantire agli utenti finali la disponibilità di vettori energetici con minore impatto ambientale a condizioni economiche e di sicurezza similari ai livelli nazionali; d) promozione delle fonti energetiche rinnovabili in un'ottica sostenibile e integrata di sviluppo del territorio; e) aumento dell'efficienza e del risparmio energetico mediante un uso razionale ed efficiente delle fonti; f) determinazione di condizioni per un equo accesso alle risorse energetiche, anche per la tutela di soggetti e comunità socialmente, territorialmente ed economicamente svantaggiati.*

Il progetto proposto, pertanto, è in linea con la L.R. n. 15/2022 dal momento che il suo esercizio determinerà la riduzione delle emissioni climalteranti derivanti da impianti alimentati da combustibili fossili. Inoltre, con riferimento alla strategia energetica, socioeconomica e ambientale definita nel Piano Energetico Ambientale Regionale della Sardegna (PEARS), la Error! Reference source not found. mostra l'obiettivo posto a livello regionale di drastica riduzione delle emissioni di CO2 al 2030.

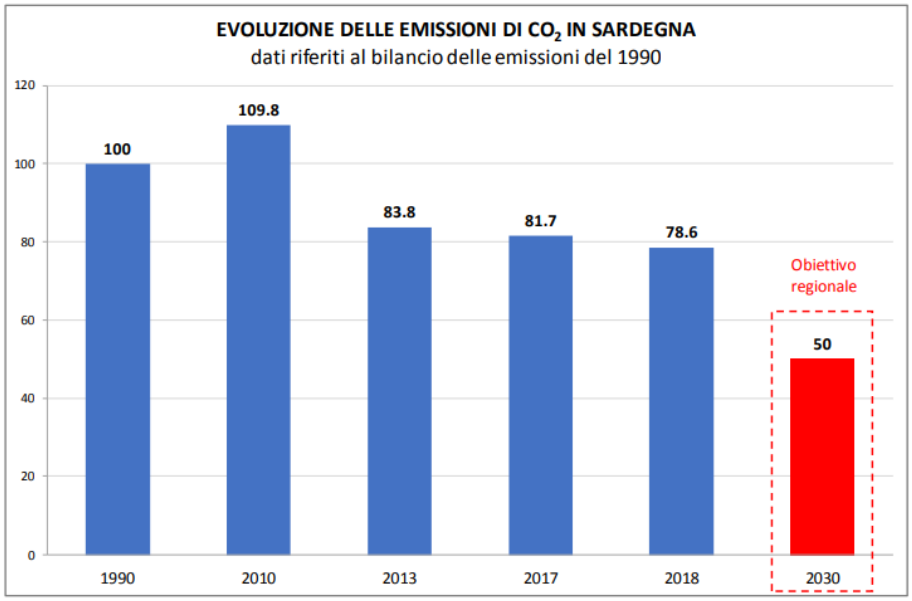


Figura 1-7: Evoluzione delle emissioni di CO2 in Sardegna riferite al bilancio delle emissioni del 1990 (Fonte: Secondo rapporto di monitoraggio del PEARS, 2019)

Il più recente rapporto di monitoraggio del PEARS risale al 2019, *Secondo Rapporto di Monitoraggio del Piano Energetico Ambientale Regionale*, e in esso viene presentata l'analisi del macrosettore Elettricità presentando i seguenti dati.

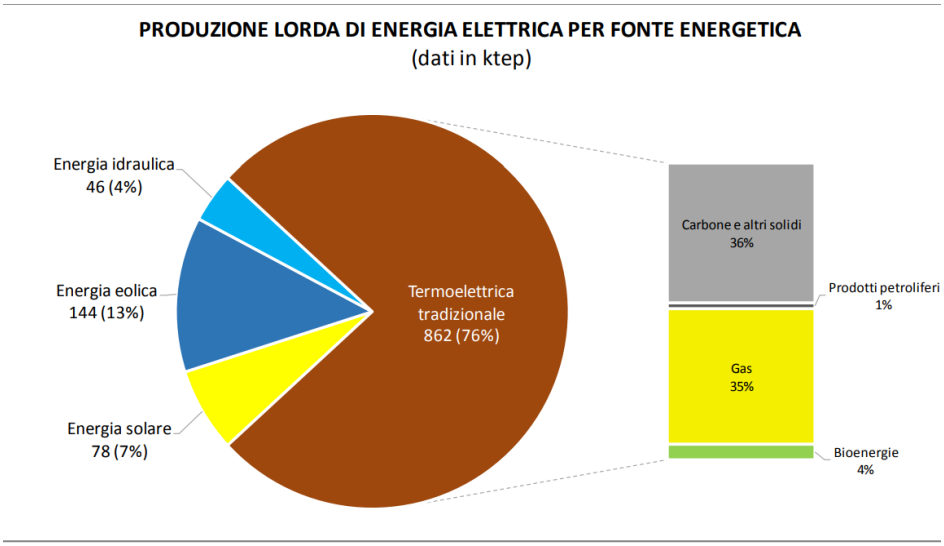


Figura 1-8: Produzione di energia elettrica per fonte energetica nel 2018 (Fonte: Secondo rapporto di monitoraggio del PEARS, 2019)

Dall'immagine si evince che la produzione lorda di energia elettrica al 2019 nella regione Sardegna è stata per il 76% derivante dalla termoelettrica tradizionale (alimentata maggiormente a carbone - e a gas) mentre solo il 7% dall'energia solare.

Il progetto è, dunque, in linea con le tendenze che la regione auspica per il 2030 e si ritrova a contribuire al cambio di rotta che l'amministrazione della Regione Sardegna richiede per raggiugere gli obiettivi energetici.

La scelta di presentare il progetto dell'impianto fotovoltaico off-shore adiacente la diga foranea di Porto Torres, deriva dai seguenti aspetti positivi:

- la radiazione solare globale orizzontale GHI (Global Horizontal Irradiation) media annua nell'area di intervento è dell'ordine di 1.615 kWh/m^2 idonea per l'installazione di un impianto fotovoltaico; la stima cautelativa della producibilità attesa è di 55.400 MWh/anno, al netto delle perdite di scia, elettriche e dovute a manutenzioni;
- presenza in prossimità dell'impianto di idonee infrastrutture elettriche per la connessione alla rete nazionale in alta/altissima tensione (l'esistente stazione AT Fiume Santo Olio);
- presenza di area logistica idonea (porto industriale di Porto Torres) e di aziende dotate di mezzi marini idonei per le operazioni di realizzazione di strutture e impianti in mare;
- forte antropizzazione del braccio di mare per la presenza dell'area industriale retrostante il porto;
- presenza di una zona interdetta alla navigazione adiacente alla diga foranea da cui deriva la riduzione delle interferenze con la navigazione e con aree marine impiegate per attività umane quali la pesca, pesca sportiva, diporto;
- presenza della società nell'area, attraverso la controllata Fiume Santo S.p.A., che gestisce la omonima centrale termoelettrica, ed ha attualmente in concessione la banchina del molo per le attività di scarico del carbone.

Inoltre, in accordo a quanto indicato nel PNIEC, che promuove la diffusione del fotovoltaico su superfici già costruite (tettoie, parcheggi, aree di servizio) o comunque non idonee ad altri usi (zone improduttive, non destinate ad altri usi, quali le superfici non utilizzabili a uso agricolo, già artificiali con riferimento alla classificazione SNPA), la realizzazione dell'impianto in progetto non comporta consumo di suolo destinato ad uso agricolo e/o industriale quale le superfici ancora disponibili all'interno del Sito di Interesse Nazionale di Porto Torres.

D'altra parte non sarebbe stato possibile presentare un ulteriore impianto al suolo in quanto la Fiume Santo S.p.A., titolare di un progetto di realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra della potenza di circa 10 MWp, ha dovuto ridurre la potenza dello stesso dai 17 MWp inizialmente proposti a 10 MWp a causa dell'esaurimento della capacità insediativa per impianti fotovoltaici su suolo all'interno dell'agglomerato industriale di Porto Torres.

Inoltre, il ridotto ingombro degli array e la presenza della diga foranea schermano quasi completamente la percezione da terra dell'impianto con l'ulteriore vantaggio di andare ad utilizzare un'area che risulta già allo stato attuale interdetta alla navigazione.

1.4 Iter autorizzativo e contenuti dello studio

Ai sensi del comma 3 art. 12 del Dlgs n. 387/2003 *la costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili, (…) nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli impianti stessi, (…) sono soggetti ad una autorizzazione unica. (…)*

Per gli impianti off-shore, incluse le opere per la connessione alla rete, l'autorizzazione è rilasciata dal Ministero della transizione ecologica di concerto il Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili e sentito, per gli aspetti legati all'attività di pesca marittima, il Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali, nell'ambito del provvedimento adottato a

seguito del procedimento unico di cui al comma 4, comprensivo del rilascio della concessione d'uso del demanio marittimo..

L'autorizzazione di cui al comma 3 è rilasciata a seguito di un procedimento unico, al quale partecipano tutte le Amministrazioni interessate. Il rilascio dell'autorizzazione costituisce titolo a costruire ed esercire l'impianto in conformità al progetto approvato fatto salvo il previo espletamento, della verifica di assoggettabilità sul progetto preliminare, della Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) di cui al comma 20 del D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. (Testo Unico Ambiente TUA).

Ai sensi dell'art. 6, co. 7, lett. a) TUA, il progetto proposto rientra nell'elenco degli interventi che devono essere necessariamente sottoposti alla VIA di competenza statale. Più precisamente, la lett. a) dispone che la VIA è effettuata per *i progetti di cui agli allegati II e III alla parte seconda del presente decreto* e il punto 2 dell'Allegato II alla Parte Seconda del TUA riporta, tra i progetti di competenza statale, le installazioni relative a *impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW, calcolata sulla base del solo progetto sottoposto a valutazione ed escludendo eventuali impianti o progetti localizzati in aree contigue o che abbiano il medesimo centro di interesse ovvero il medesimo punto di connessione e per i quali sia già in corso una valutazione di impatto ambientale o sia già stato rilasciato un provvedimento di compatibilità ambientale*.

Il progetto proposto rientra, in realtà, tra quelli di cui all'Allegato I bis alla Parte II del D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. recante *Opere, impianti e infrastrutture necessarie al raggiungimento degli obiettivi fissati dal Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC) predisposto in attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999*.

Grazie alle modifiche introdotte dal D. Lgs n. 104/2017, è possibile avviare una fase interlocutoria esplorativa (detta anche Scoping) per definire la portata delle informazioni e il relativo livello di dettaglio degli elaborati progettuali necessari al procedimento di VIA.

Per l'intervento oggetto del presente Studio non è stato possibile avviare preliminarmente la fase interlocutoria esplorativa di Scoping a causa della tempistica dettata nella consultazione pubblica *Misura PNRR: Piano di Ripresa e Resilienza, Missione 2 (Rivoluzione verde e Transizione ecologica), Componente 2 (Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile), Investimento 1.3 "Promozione impianti innovativi (incluso off-shore)".*

Ai sensi della consultazione sono finanziabili mediante l'investimento M2C2-1.3 del PNRR i progetti riconducibili alle seguenti due tipologie:

> *a) impianti eolici galleggianti e/o fotovoltaici galleggianti off-shore uniti a sistemi di stoccaggio dell'energia;*
>
> *b) impianti integrati con combinazione di due o più delle seguenti tecnologie: eolico offshore galleggiante, fotovoltaico galleggiante, impianti che sfruttano l'energia del mare (ad es. moto ondoso, maree).*

Che al momento della presentazione (entro il 30/06/2023) rispettino i seguenti requisiti:

> *a) possesso di titolo abilitativo alla costruzione e all'esercizio dell'impianto o, su richiesta, provvedimento favorevole di valutazione di impatto ambientale;*
>
> *b) possesso del preventivo di connessione alla rete elettrica accettato in via definitiva;*
>
> *c) non devono ricevere o aver ricevuto, per i medesimi costi, il sostegno di altri programmi e strumenti dell'Unione Europea o di altri programmi nazionali conformemente a quanto disposto dall'articolo 9 del Regolamento (UE) 2021/241 del 12 febbraio 2021;*

d) rispettare il principio "non arrecare un danno significativo" (DNSH), di cui all'articolo 17 del regolamento (UE) 2020/852 Non sarà consentito l'accesso agli incentivi agli impianti che hanno iniziato i lavori di realizzazione prima di aver presentato istanza di partecipazione ai benefici di cui al presente avviso.

La necessità di acquisire il giudizio di compatibilità ambientale prima della data di presentazione del progetto, ossia entro al massimo il 30/06/2023, considerando che la consultazione pubblica è stata aperta in data 01/08/2022, non ha consentito ad EP Produzione di avviare una fase di Scoping.

Il presente Studio di Impatto Ambientale (SIA) è stato redatto nel rispetto della normativa nazionale applicabile, così come definita dall'art. 22 e quanto previsto dall'Allegato VII alla Parte II del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. Il fascicolo documentale prodotto sarà sottoposto all'attivazione della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, ai sensi del Titolo III del D.Lgs. 152/06, presso il Ministero della Transizione Ecologica.

Lo Studio di VIA è stato redatto secondo le linee guida contenute nel documento "*Valutazione di Impatto Ambientale. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale*", Linee Guida SNPA, 28/2020.

Secondo quanto richiesto dalle linee guida, il presente Studio di VIA comprende le seguenti sezioni:

- Definizione e descrizione dell'intervento e analisi delle motivazioni ambientali e tecnologiche che hanno determinato le scelte progettuali. Questo capitolo comprende: il quadro progettuale, contenente una descrizione del progetto, i flussi ambientali indotti dalla realizzazione dell'intervento, i tempi e le modalità di realizzazione e un'analisi delle alternative progettuali; il quadro programmatico, ovvero l'analisi del rispetto delle norme e degli strumenti di programmazione e pianificazione esistenti;
- Analisi dello stato dell'ambiente (scenario di base): in questa sezione si analizza il quadro ambientale di riferimento, contenente una descrizione delle attuali condizioni ambientali dei siti target;
- Analisi della compatibilità dell'opera: questa sezione valuta gli impatti di tutte le componenti ambientali rilevanti, sia durante la fase di esercizio che durante la fase di costruzione dell'opera;
- Proposta di misure di mitigazione e compensazione;
- Proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA Elaborato REL_005).

Secondo la normativa italiana (D.Lgs. 387/2003, come modificato dalla Legge 244/2007) la costruzione e l'esercizio di impianti offshore per la produzione di energia sono soggetti ad Autorizzazione Unica (AU), rilasciata dal Ministero della Transizione Ecologica.

Secondo la Circolare n. 40/2012 emessa dal MIT, che semplifica e chiarisce l'iter autorizzativo per gli impianti ad energia rinnovabile, la Committente può attivare la domanda di Autorizzazione Unica, che comprende l'ottenimento della Concessione Demaniale Marittima.

L'Autorizzazione Unica è rilasciata attraverso una procedura in cui sono principalmente coinvolti i seguenti Enti:

- Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile (MIMS);
- Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE), Dipartimento Energia e Dipartimento Comunicazione;
- Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE).

Secondo la stessa Circolare, è necessario presentare al MIMS la richiesta per l'Autorizzazione Unica unitamente alla documentazione necessaria per l'ottenimento della Concessione Demaniale Marittima.

Contestualmente, la richiesta deve essere presentata al MiSE ma comprensiva del solo Progetto Preliminare mentre al MASE deve essere presentato il Progetto Definitivo e lo Studio di Impatto Ambientale.

Dopo l'ottenimento della Concessione Demaniale Marittima, è necessario presentare il Progetto Definitivo all'Autorità Portuale del Mare di Sardegna, al Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile, al Ministero dello Sviluppo Economico e al Ministero della Transizione Ecologica (unitamente allo Studio di Impatto Ambientale).

Si sottolinea il fatto che l'area di intervento ricade all'interno del perimetro del Sito di Interesse Nazionale (S.I.N.) contaminato "Aree Industriali di Porto Torres". Gli interventi e le opere consentite in un S.I.N. sono descritti nell'art. 242-ter del D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. Le attività di progetto rientrano nella classificazione di cui al comma 1, art. 242-ter; EPP è, pertanto, impegnata nel completamento della documentazione di cui all'Allegato 1 del Decreto Direttoriale n. 46 del 30/03/2021 che sarà sottomessa al Ministero ai fini dell'acquisizione del necessario nulla osta successivamente in quanto richiede l'acquisizione di informazioni non prontamente disponibili soggette a procedura di richiesta di accesso agli atti.

Infine, per l'eventuale immersione a mare di materiali di cui al comma 1, lettera a) dell'art. 109 del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. la cui necessità sarà stabilita in fase di progettazione definitiva/esecutiva, sarà predisposta specifica istanza alla Regione Sardegna.

2. CONFORMITÀ RISPETTO A NORMATIVA, VINCOLI E TUTELE

Nel presente Capitolo è sviluppata l'analisi di coerenza dell'intervento proposto con riferimento alle aree sottoposte a vincolo e /o tutela presenti nel contesto territoriale di riferimento quali vincoli paesaggistici, naturalistici, architettonici, archeologici, storico-culturali, idrogeologici, demaniali, vincoli e tutele previste nei piani paesistici e di settore.

Come richiesto dalla Linea Guida SNPA 28/2020, l'analisi delle conformità è sviluppata con riferimento alle soluzioni progettuali alternative descritte nel dettaglio nel successivo **Capitolo 4**. Le alternative progettuali analizzate non differiscono sostanzialmente dal punto di vista tecnologico ma sono state proposte diverse soluzioni tipologico-costruttive (differenti per tipologia di ancoraggio e localizzazione dei trasformatori) che non risultano di rilievo ai fini dell'analisi di conformità sviluppata nel presente capitolo.

Al contrario risultano, invece, dirimenti per lo scopo del presente Capitolo le alternative di localizzazione dell'intervento nel seguito brevemente descritte al fine di semplificare la lettura della presente sezione.

Nello specifico è stata analizzata la conformità rispetto alla normativa, vincoli e tutele delle seguenti soluzioni progettuali della parte off-shore di impianto:

- Alternativa 1 – Installazione al di fuori della diga foranea come mostrato nella **Figura 2-1**;

Figura 2-1: Alternativa 1 – Installazione al di fuori della diga foranea (ortofoto)

- Alternativa 2 – Installazione all'interno della diga foranea mostrata nella **Figura 2-2**.

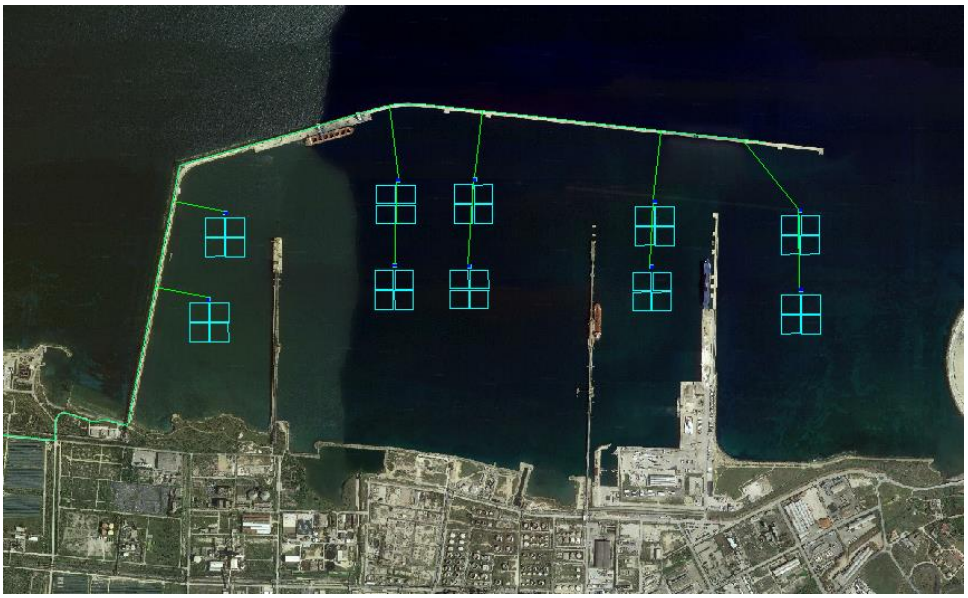


Figura 2-2: Alternativa 2 – Installazione all'interno della diga foranea (ortofoto)

Il tracciato dell'elettrodotto di collegamento alla sottostazione elettrica FS Olio a 150 kV ubicata in località Cabu Aspru è il medesimo per entrambe le alternative progettuali. Come accennato nel paragrafo 1.3, allo stato attuale della progettazione sono due le soluzioni tipologico-costruttive oggetto di approfondimento: 1 - posa in opera dei cavi elettrici fuori terra utilizzando a supporto la struttura del carbonodotto esistente e in particolare i supporti della tubazione di trasferimento dell'olio combustibile dall'area portuale all'area della centrale esistente fino a quando questa viaggia sul carbonodotto, per poi proseguire fino alla centrale termoelettrica in trincea; 2- posa fuori terra come per la soluzione 1 finno alla radice del molo, poi posa a terra dei cavi elettrici in trincea di idonee dimensioni lungo il margine laterale della viabilità esistente.

L'alternativa progettuale ottimale sarà selezionata in fase di progettazione esecutiva, sulla base dei risultati delle opportune verifiche strutturali da eseguire sui supporti dell'oleodotto esistente.

2.1 Analisi dei vincoli dettati dalla pianificazione territoriale regionale

2.1.1 Il Piano Paesaggistico Regionale

La pianificazione territoriale paesistica è stata avviata in Sardegna nel corso degli anni Ottanta, a seguito dell'approvazione della Legge 8 agosto 1985, n. 431 (Legge Galasso).

Con la Legge urbanistica regionale 22 dicembre 1989 n. 45, e ss.mm.ii., la Regione ha disciplinato *l'uso e la tutela del territorio regionale* e, in particolare, i contenuti dei Piani Territoriali Paesistici nonché le procedure di approvazione degli stessi e le misure di salvaguardia provvisorie. Inoltre, nacque la necessità di *omogeneizzazione* dei piani elaborati dai diversi gruppi di lavoro, secondo le modalità stabilite dalle *Disposizioni di omogeneizzazione e coordinamento dei Piani territoriali paesistici* approvate dal Consiglio regionale il 13 maggio 1993.

La Legge Regionale 25 novembre 2004 n. 8 *Norme urgenti di provvisoria salvaguardia per la pianificazione paesaggistica e la tutela del territorio regionale* (la cosiddetta *Legge salva coste*), modificando la Legge urbanistica n. 45/1989, ha introdotto il Piano Paesaggistico Regionale (PPR) quale principale strumento della pianificazione territoriale regionale, e ha stabilito la relativa procedura di approvazione, assumendo i contenuti di cui all'art 143 del D.L. n. 42/2004. Con Delibera della Giunta Regionale n. 36/7 del 5 settembre 2006 è stato approvato il PPR relativo al primo ambito omogeneo (l'area costiera), tuttora vigente. Il PPR è entrato in vigore con la

pubblicazione dell'8 settembre 2006 nel Bollettino Ufficiale della Regione Sardegna (BURAS), in seguito a Deliberazione del Presidente della Regione.

Successivamente, ulteriori leggi hanno previsto specifici adempimenti in materia paesaggistica; la L.R. 23 ottobre 2009, n. 4 ha promosso la redazione di programmi, piani e progetti di valenza strategica per lo sviluppo del territorio in un'ottica di sostenibilità ambientale e paesaggistica, individuati e attivati dalla Regione, dalle Province e dai Comuni interessati (art. 12). La L.R. n. 13/2008 ha previsto la salvaguardia e la tutela dei beni introducendo la perimetrazione dell'area di tutela integrale e, in una fase coordinata tra archeologo e pianificatore, la definizione del perimetro di rispetto paesaggistico a tutela condizionata (art. 2).

Infine, il 25 luglio 2012 il Consiglio Regionale della Sardegna ha approvato le *Linee Guida per il lavoro di predisposizione del nuovo Piano Paesaggistico Regionale* ai sensi dell'articolo 11 della L.R. 45/1989 così come modificato dalla L.R. 8/2004 e dall'art. 10 della L.R. 21/2011. Tali Linee Guida contengono indicazioni per la revisione e l'aggiornamento del PPR degli Ambiti Costieri, da condurre ai sensi dell'art. 11 della L.R. 4/2009 e indicazioni per la redazione ad approvazione del PPR degli Ambiti Interni.

Il PPR vigente, quindi, riguarda esclusivamente gli Ambiti Costieri (salvo alcune indicazioni per gli Ambiti Interni) e definisce e disciplina 27 ambiti di paesaggio che comprendono tutti i territori costieri con alcune estensioni verso l'interno dell'Isola. Nella seguente **Figura 2-3** si riporta la mappa dei comuni interessati dagli Ambiti di Paesaggio costiero.

L'area di intervento rientra nell'ambito di paesaggio del Golfo dell'Asinara, indicato con il numero 14. Nella seguente **Figura 2-4** si riporta l'ubicazione dell'area di progetto all'interno dell'ambito di paesaggio del Golfo dell'Asinara.

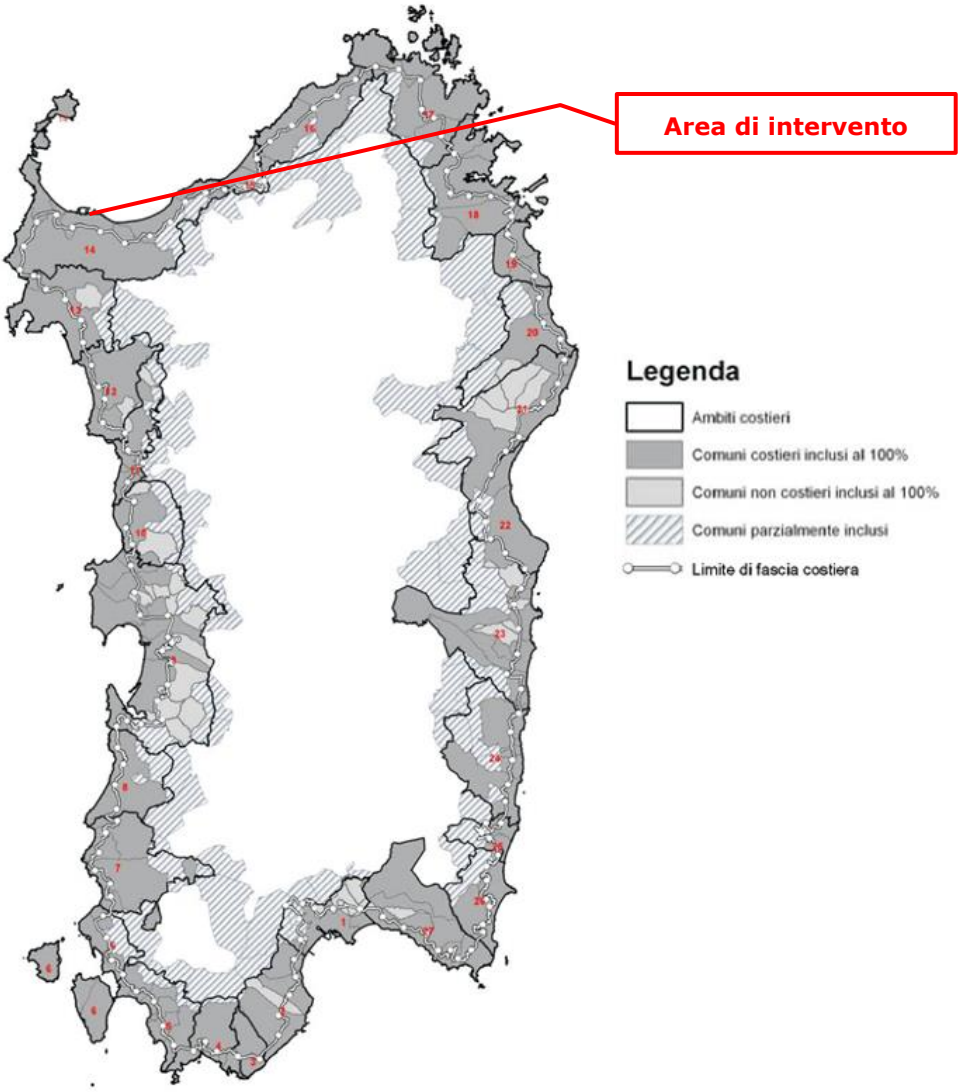


Figura 2-3: Mappa dei Comuni interessati dagli Ambiti di Paesaggio costiero (Allegato 4 della Delibera G.R. n. 36/7 del 05/09/2006)

Figura 2-4: Ubicazione dell'area di intervento nell'ambito di paesaggio del Golfo dell'Asinara

Per ogni ambito di paesaggio sono state redatte specifiche schede tecniche che comprendono:

a) l'analisi delle caratteristiche storico-culturali, naturalistiche, morfologiche ed estetico-percettive, delle loro correlazioni e integrazioni;

b) la definizione degli elementi e dei valori paesaggistici da tutelare, valorizzare e recuperare;

c) l'analisi delle dinamiche di trasformazione del territorio;

d) l'individuazione dei fattori di rischio e degli elementi di vulnerabilità del paesaggio;

e) la definizione degli obiettivi di qualità paesaggistica;

f) la determinazione degli interventi di tutela e valorizzazione paesaggistica, da realizzarsi coerentemente con le azioni e gli investimenti finalizzati allo sviluppo economico e produttivo delle aree interessate;

g) le indicazioni delle modalità di realizzazione degli interventi di tutela e valorizzazione, di trasformazione sostenibile e di riqualificazione e recupero da attuare all'interno dell'ambito.

In particolare, per l'area di interesse gli indirizzi della Scheda d'ambito n. 14 prevedono i seguenti interventi:

- riqualificare il sistema ambientale degli Stagni di Casaraccio, delle Saline di Pilo, del Fiume Santo e Rio Mannu, recuperando la funzionalità ecologica delle zone umide e promuovendo la fruizione turistico culturale, naturalistica, ricreativa dei luoghi attraverso una programmazione e gestione integrata;
- conservare le "connessioni ecologiche" tra le zone costiere e le aree interne attraverso i corridoi fluviali del Fiume Santo e Rio Mannu. In particolare, qualificare la fascia di pertinenza del corso del fiume, con finalità dedicata alla istituzione di un Parco Fluviale intercomunale che preveda l'integrazione tra le aree rurali e i centri abitati.

L'analisi territoriale svolta nel PPR riguarda la ricognizione dell'intero territorio regionale e costituisce la base della rilevazione e della conoscenza per il riconoscimento delle sue caratteristiche naturali, storiche e insediative nelle loro reciproche interrelazioni (art. 16 delle NTA del PPR) e si articola in:

A. assetto ambientale;

B. assetto storico-culturale;

C. assetto insediativo.

Nel seguito è sviluppata singolarmente l'analisi di coerenza del progetto con i tre assetti in cui si articola il PPR sulla base della cartografia di piano e delle relative Norme Tecniche di Attuazione (NTA).

Verifica di conformità dell'intervento - Assetto Ambientale

L'assetto ambientale è costituito dall'insieme degli elementi territoriali di carattere biotico (flora, fauna ed habitat) e abiotico (geologico e geomorfologico), con particolare riferimento alle aree naturali e seminaturali, alle emergenze geologiche di pregio e al paesaggio forestale e agrario, considerati in una visione ecosistemica correlata agli elementi dell'antropizzazione (come definito all'art.17 comma 1 delle NTA del PPR).

Il progetto proposto interessa potenzialmente alcune categorie di beni paesaggistici disciplinati dal PPR, tra cui i territori costieri, così come illustrato nella seguente **Figura 2-5** (estratto dalla Tavola 2 del PPR).

Nelle **Figure 2-5** – **2-8** si riporta il dettaglio dei vincoli presenti nell'area vasta di interesse di cui alla Tavola 2 del PRR consultabili on-line sulla pagina web SardegnaGeoportale al link http://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=ppr2006.

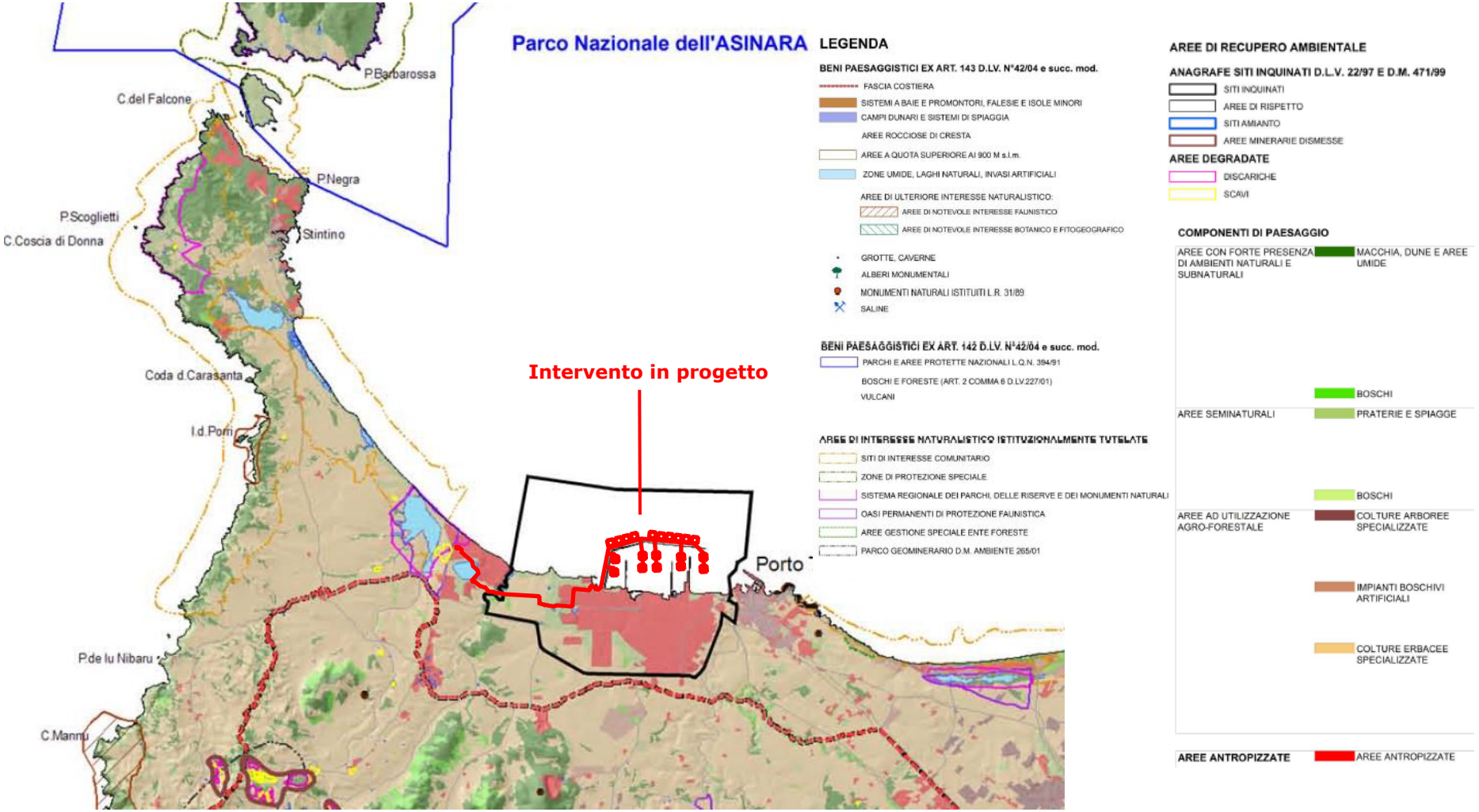


Figura 2-5: Estratto della Tavola 2 del PPR – Assetto Ambientale

Figura 2-6: Beni paesaggistici ex art. 143 comma 1, lettera i) D. Lgs. 42/2004 (Fonte: Geoportale Regione Sardegna)

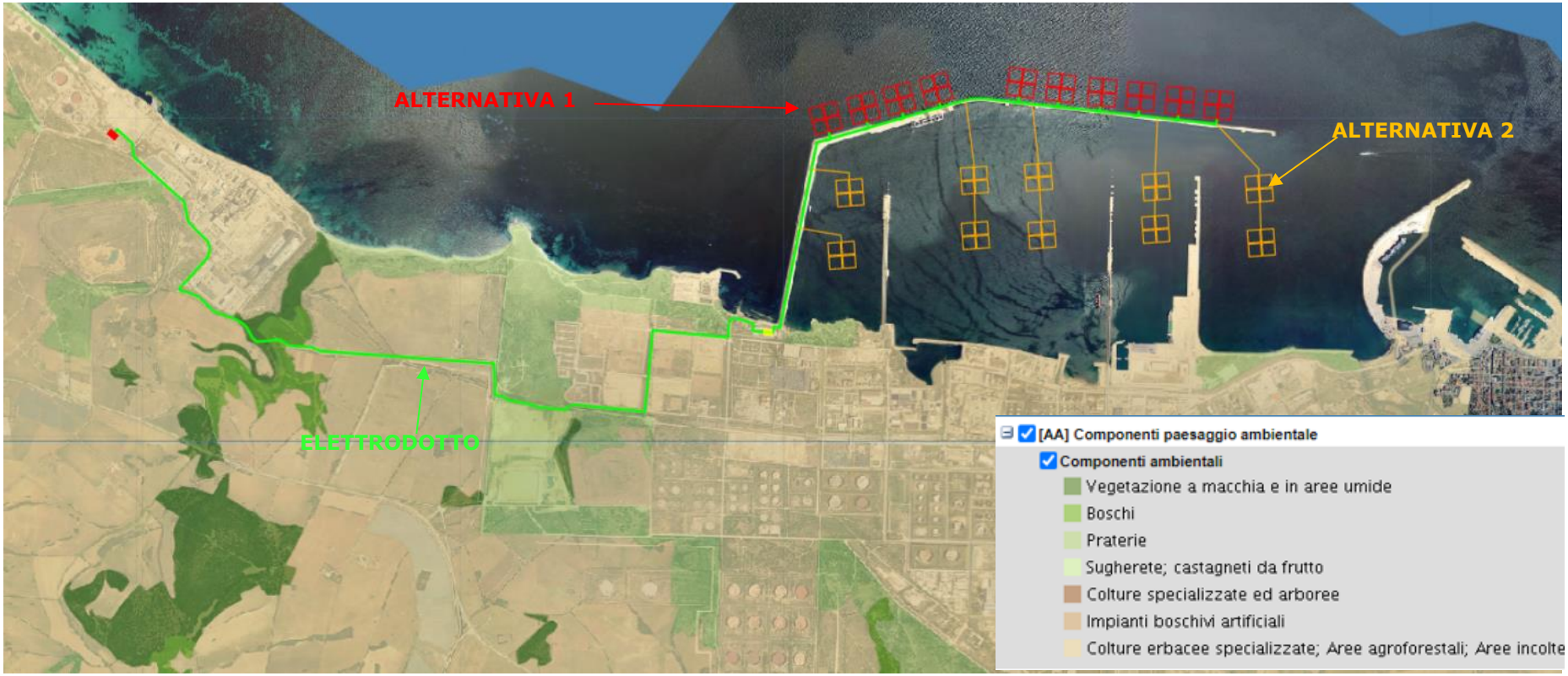


Figura 2-7: Componenti di paesaggio con valenza ambientale – componenti ambientali (Fonte: http://webgis2.regione.sardegna.it/sardegnamappe_ppr/)

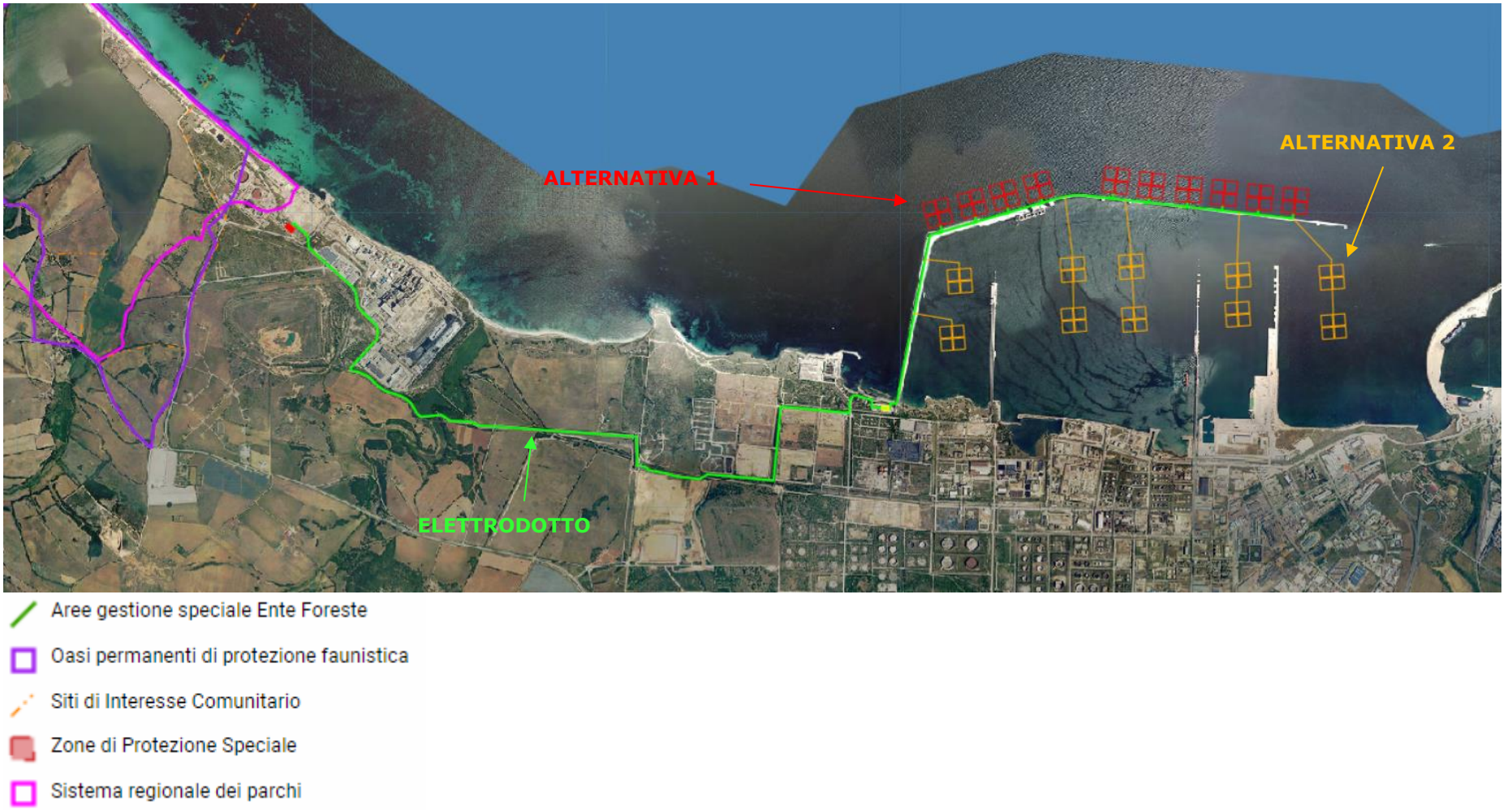


Figura 2-8: Componenti di paesaggio con valenza ambientale – aree di interesse naturalistico (Fonte: http://webgis2.regione.sardegna.it/sardegnamappe_ppr/)

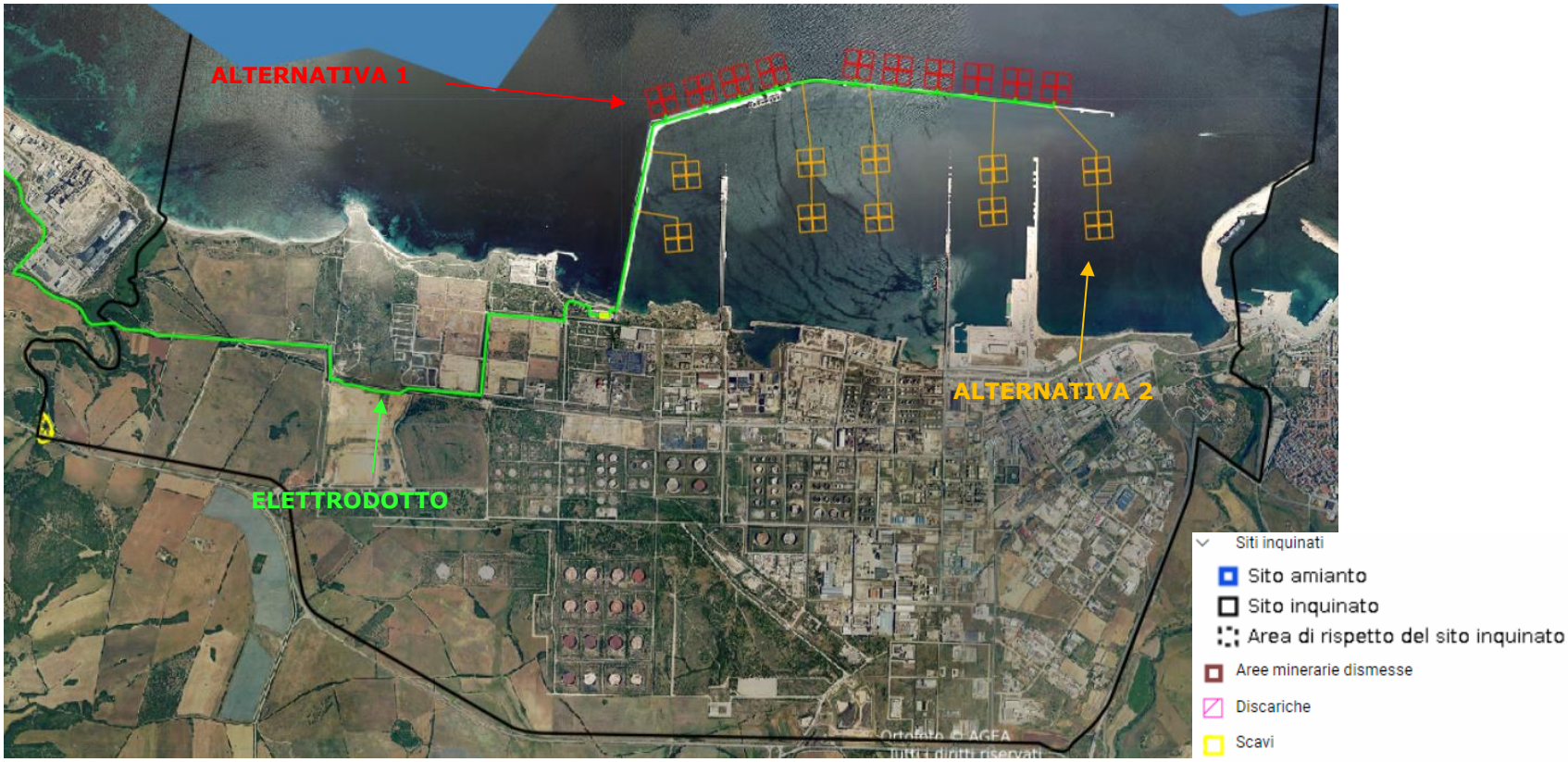


Figura 2-9: Componenti di paesaggio con valenza ambientale – aree di recupero ambientale (Fonte: http://webgis2.regione.sardegna.it/sardegnamappe_ppr/)

Con riferimento ai beni paesaggistici ex art. 143, la porzione a terra dell'impianto (stazione di conversione MT/AT e cavidotto) è compresa, come mostrato in **Figura 2-6** all'interno della *Fascia costiera*. Tuttavia, ai sensi del comma 3 dell'art. 19 delle Norme Tecniche di Attuazione (NtA) del PPR:

Non sono comprese tra i beni elencati nel comma 1 [la fascia costiera n.d.r.] le seguenti zone, così come individuate dagli strumenti urbanistici comunali:

a) *le zone omogenee A e B;*

b) *le zone omogenee C con piani attuativi efficaci, realizzati in tutto o in parte, immediatamente contigue al tessuto urbano consolidato;*

c) *le zone omogenee D e G con piani attuativi efficaci, realizzati in tutto o in parte*.

L'area di interesse per il progetto proposto è classificata come di zona D e zona G dal Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC) e dal Piano Urbanistico Comunale (PUC) di Porto Torres (Figura 2-24) e come zona D 1.1 dal PUC di Sassari (**Figura 2-22**); tuttavia non risultano piani attuativi efficaci realizzati in tutto o in parte come illustrato nel **paragrafo 2.3**.

Si evidenzia inoltre che l'art. 18 prevede per i beni paesaggistici con valenza ambientale, tra cui la fascia costiera:

- *sono oggetto di conservazione e tutela finalizzati al mantenimento delle caratteristiche degli elementi costitutivi e delle relative morfologie in modo da preservare l'integrità ovvero lo stato di equilibrio ottimale tra habitat naturale e attività antropiche;*
- *qualunque trasformazione, fatto salvo l'art. 149 del D.Lgs 42/04 e ss.mm.ii., è soggetta ad autorizzazione paesaggistica.*

Il progetto in esame sarà realizzato in un contesto portuale ed industriale già caratterizzato dalla presenza di impianti di dimensioni anche maggiori e navi all'ormeggio. Si ritiene, pertanto, che l'intervento sia compatibile con la normativa del PPR. Tuttavia, al fine di valutare la compatibilità paesaggistica dell'intervento proposto, è stata predisposta una specifica relazione paesaggistica.

L'elettrodotto lungo il suo sviluppo dalla cabina di trasformazione MT/AT alla sottostazione esistente FS Olio ubicata in prossimità della centrale termoelettrica di Fiume Santo, attraversa il Fiume Santo e la relativa fascia di rispetto, aree classificate come Zone umide costiere D.G.R. n. 33/37 del 30/09/2010 e laghi ed invasi (lettera g, comma 3 dell'art. 17 delle NTA del PPR).

Ai sensi dell'art. 18 delle NTA, tali beni paesaggistici sono oggetto di conservazione e tutela al fine di mantenere le caratteristiche degli elementi costitutivi delle relative morfologie preservandone l'integrità, ossia lo stato di equilibrio ottimale tra habitat naturale e attività antropiche. Pertanto, qualunque trasformazione di tali beni, fatto salvo quanto indicato nell'art. 149 del D. Lgs. 42/2004 e ss.mm.ii., è soggetta ad autorizzazione paesaggistica.

L'intervento in progetto non comporta alcuna trasformazione dei beni paesaggistici definiti all'art.17 delle NTA dal momento che le soluzioni alternative in fase di valutazione per la posa in opera dell'elettrodotto non comportano la realizzazione di nuove opere fuori terra o alterazione dello stato dei luoghi. Infatti, nel caso in cui si decida di posare a terra i cavi elettrici, verrà scavata una trincea di idonee dimensioni lungo il margine laterale della viabilità esistente occupando una porzioni di territorio già modificate; qualora invece le verifiche strutturali da eseguire sul carbonodotto e sui rack delle tubazioni di trasferimento fluidi dall'area portuale all'area di centrale diano esito positivo, si provvederà ad alloggiare il cavo su tali elementi lineari, mettendo in opera opportune misure di contenimento dell'impatto elettromagnetico, senza alterare lo stato dei luoghi.

Con riferimento all'attraversamento del Fiume Santo, esso verrà realizzato ancorando l'elettrodotto al viadotto esistente. Nel caso in cui tale soluzione non sia percorribile si provvederà alla posa dell'elettrodotto in trincea mediante perforazione orizzontale controllata.

Si ritiene, pertanto, che l'interferenza del cavidotto con il Fiume Santo, la relativa fascia di rispetto e le aree classificate Zone umide costiere D.G.R. n. 33/37 del 30/09/2010 e laghi ed invasi (lettera g, comma 3 dell'art. 17 delle NTA del PPR) non sia soggetto ad autorizzazione paesaggistica.

La porzione offshore dell'impianto, entrambe le alternative, è esterna all'ambito di applicazione del PPR e non interferisce, quindi, con nessun bene paesaggistico o vincolo comunque definito nel PPR. Si osserva, tuttavia, che tra i beni tutelati ai sensi della lettera j, comma 3, art. 17 delle NTA del PPR figurano *le praterie di Posidonia oceanica*. Seppur il PPR non comprenda alcuna mappatura delle praterie di *Posidonia oceanica,* è nota in letteratura la presenza di tale elemento nell'area di interesse. È stata, pertanto, condotta una specifica indagine nell'area di intervento finalizzata alla verifica diretta della presenza di *Posidonia oceanica* e alla delimitazione del relativo areale interessato. Si rimanda al **paragrafo 3.4** per le valutazioni relative e si premette in questa sede che la valutazione dell'interferenza tra il bene tutelato *Posidonia oceanica* e l'intervento in progetto è valutata nella relazione paesaggistica.

Come mostrato in **Figura 2-8**, nell'area di progetto non sono comprese *Aree di interesse naturalistico istituzionalmente tutelate*. Nell'area vasta limitrofa l'area di interesse si possono individuare le seguenti zone di interesse naturalistico:

- Stagno di Pilo e Casaraccio (Sito di Interesse Comunitario - ITB10002);
- Stagno di Pilo (Riserva Regionale e Oasi Permanente di Protezione Faunistica);
- Stagno e ginepreto e Platamona (Sito di Interesse Comunitario – ITB010003).

Si rimanda al **paragrafo 2.4.3** per maggiori dettagli circa le distanze e le caratteristiche di tali aree.

Il sito di intervento ricade all'interno del SIN *Aree industriali di Porto Torres* (si veda **Figura 2-9**). In tali aree, definite nel PPR *Aree di recupero ambientale*, ai sensi dell'art. 42 delle NTA non sono consentiti interventi, usi o attività che possano pregiudicare i processi di bonifica e recupero o comunque aggravare le condizioni di degrado.

Si ritiene che l'installazione della porzione a terra dell'intervento in progetto non interferisca con i processi di bonifica progettati per il SIN di Porto Torres. In ogni caso, EP Produzione provvederà entro la fine del mese di Gennaio 2023 all'avvio della procedura di valutazione delle interferenze di cui all'art. 242-ter del D. Lgs 152/06 e ss.mm.ii. per l'intero progetto la cui necessità, anche per la porzione off-shore, è stata confermata tramite interlocuzioni avvenute con la Divisione VII – Bonifica Siti di Interesse Nazionale del Ministero per l'Ambiente e la Sicurezza Energetica.

Verifica di conformità dell'intervento - Assetto Storico-Culturale

L'assetto storico culturale come definito nel PRR (art. 47 comma 1) *è costituito dalle aree e dagli immobili che caratterizzano l'antropizzazione del territorio a seguito di processi storici di lunga durata*. Il PPR suddivide i beni paesaggistici dell'assetto storico culturale secondo le seguenti categorie:

1. gli immobili e le aree di notevole interesse pubblico tutelati ai sensi dell'art. 136 del D.Lgs. 42/2004 e ss.mm.ii.;

2. le zone di interesse archeologico tutelate ai sensi dell'art. 142, comma 1, lett. m, del D.Lgs. 42/2004 e ss.mm.ii.;
3. gli immobili e le aree tipizzati sottoposti a tutela dal Piano Paesaggistico, ai sensi dell'art. 143, comma 1, lett. i, D.Lgs. 42/2004 e ss.mm.ii., e precisamente:
   - aree caratterizzate da edifici e manufatti di valenza storico culturale;
   - aree caratterizzate da insediamenti storici.
4. le categorie dei beni identitari e precisamente:
   - aree caratterizzate da edifici e manufatti di valenza storico culturale;
   - reti ed elementi connettivi;
   - aree d'insediamento produttivo di interesse storico culturale.

La seguente **Figura 2-10** riporta un estratto dalla Tavola 3 del PPR che identifica l'assetto storico-culturale dell'area di interesse. Nella **Figura 2-11**, invece, si riporta il dettaglio dei vincoli presenti nell'area vasta di interesse consultabili on-line sulla pagina web SardegnaGeoportale al link http://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=ppr2006.

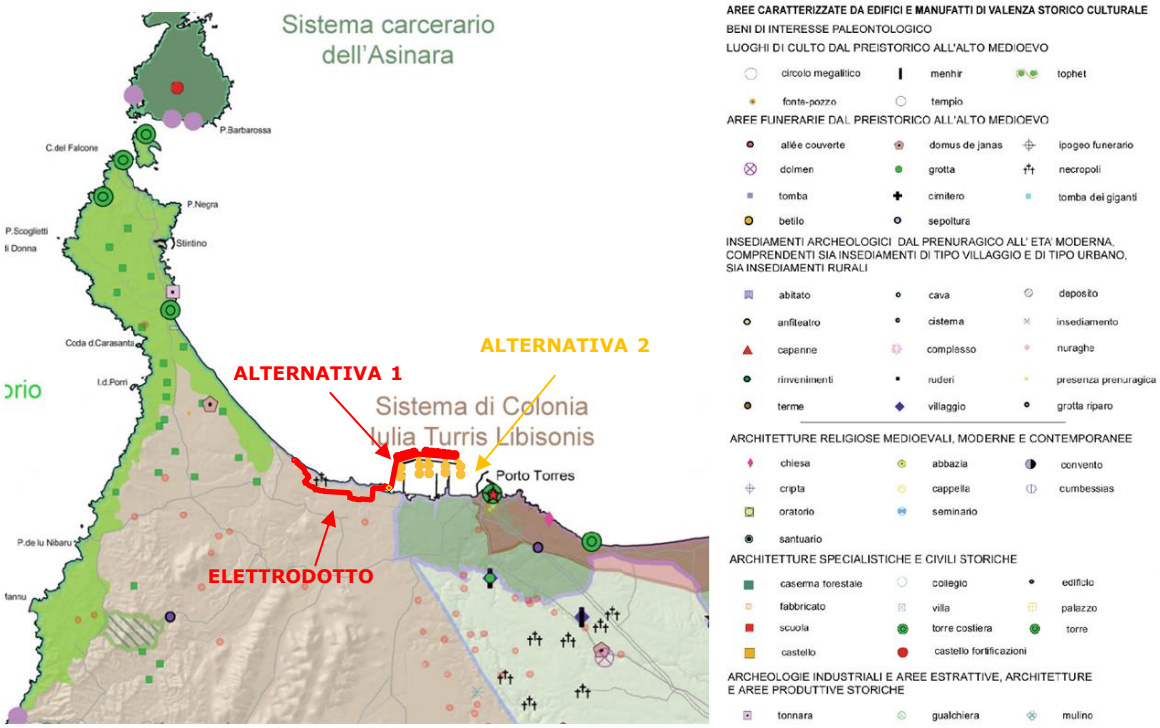


Figura 2-10: Estratto della Tavola 3 del PPR – Assetto Storico-Culturale (Fonte: PPR della Regione Sardegna)

Figura 2-11: Assetto storico – culturale – Beni paesaggistici ex art. 143 D.Lgs.42/204 e ss.mm.ii. (Fonte: http://webgis2.regione.sardegna.it/sardegnamappe_ppr/)

Come mostrato nelle figure precedenti il progetto proposto, in entrambe le alternative di localizzazione, non interferisce con beni dell'assetto storico-culturale del PPR. Il bene tutelato più prossimo all'area di impianto è la *Torre di Porto Torres* che si trova a una distanza di circa 2 km.

Verifica di conformità dell'intervento - Assetto Insediativo

L'assetto insediativo, come definito nel PPR (art. 60 comma 1)*, rappresenta l'insieme degli elementi risultanti dai processi di organizzazione del territorio funzionali all'insediamento degli uomini e delle attività*. Rientrano nell'assetto territoriale insediativo regionale le seguenti categorie di aree e immobili:

a) edificato urbano;
b) edificato in zona agricola;
c) insediamenti turistici;
d) insediamenti produttivi;
e) aree speciali (servizi);
f) sistema delle infrastrutture.

La seguente **Figura 2-12** riporta un estratto dalla Tavola 4 del PPR che identifica l'Assetto Insediativo dell'area di interesse. Mentre nelle **Figura 2-13** e **Figura 2-14** si riporta il dettaglio dei vincoli presenti nell'area vasta consultabili on-line sulla pagina web SardegnaGeoportale al link http://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=ppr2006.

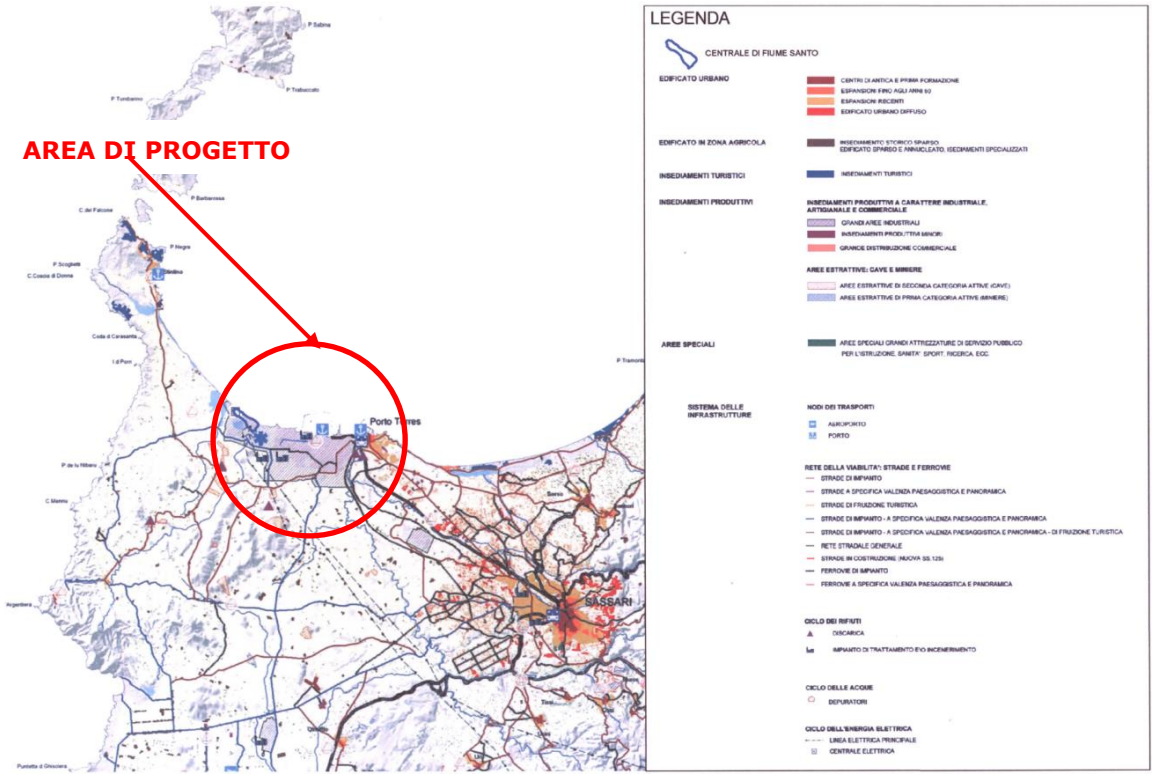


Figura 2-12: Estratto della Tavola 4 del Piano Paesaggistico Regionale – Assetto Insediativo (Fonte: PPR della Regione Sardegna)

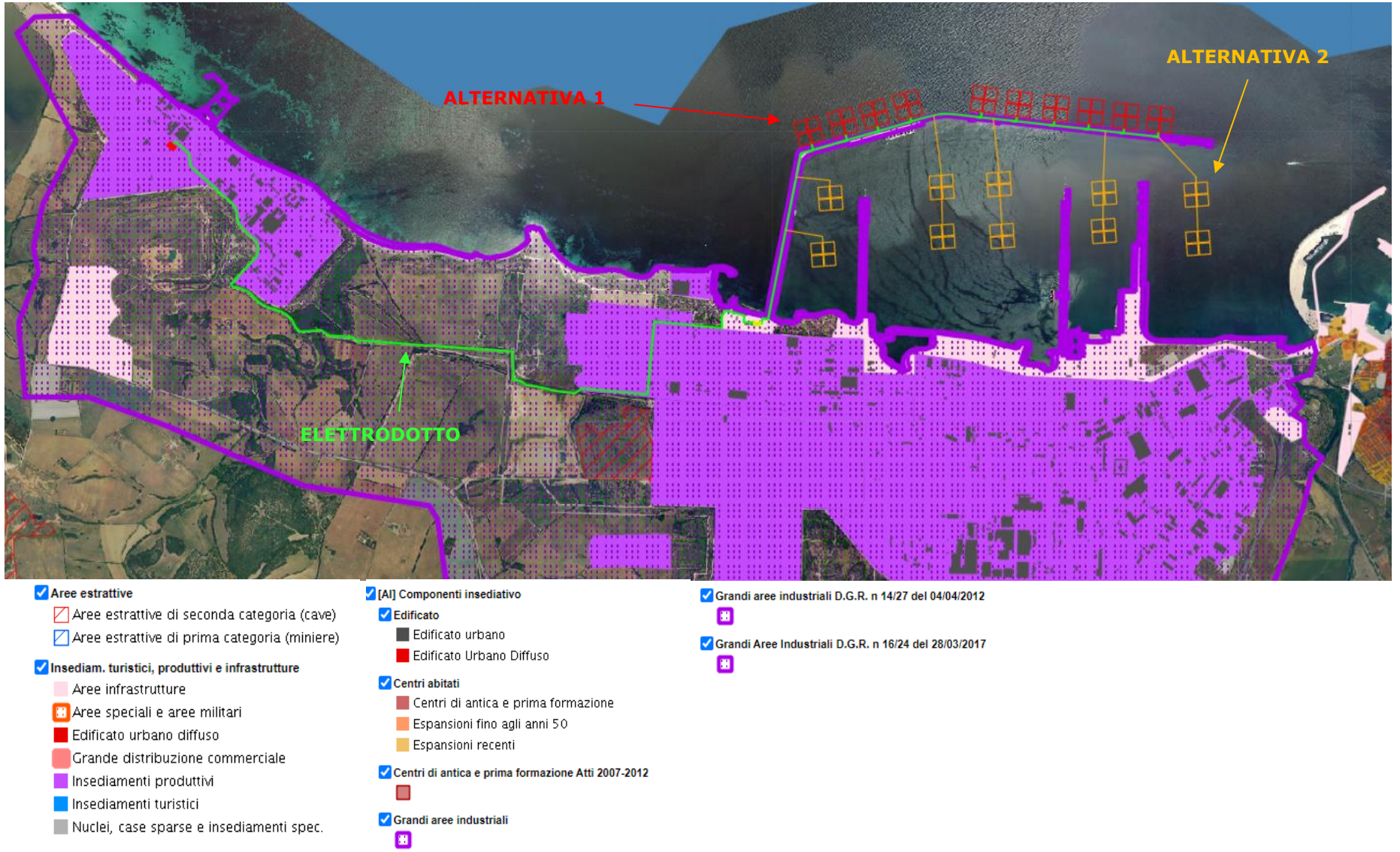


Figura 2-13: Assetto insediativo – componenti insediative (Fonte: http://webgis2.regione.sardegna.it/sardegnamappe_ppr/)

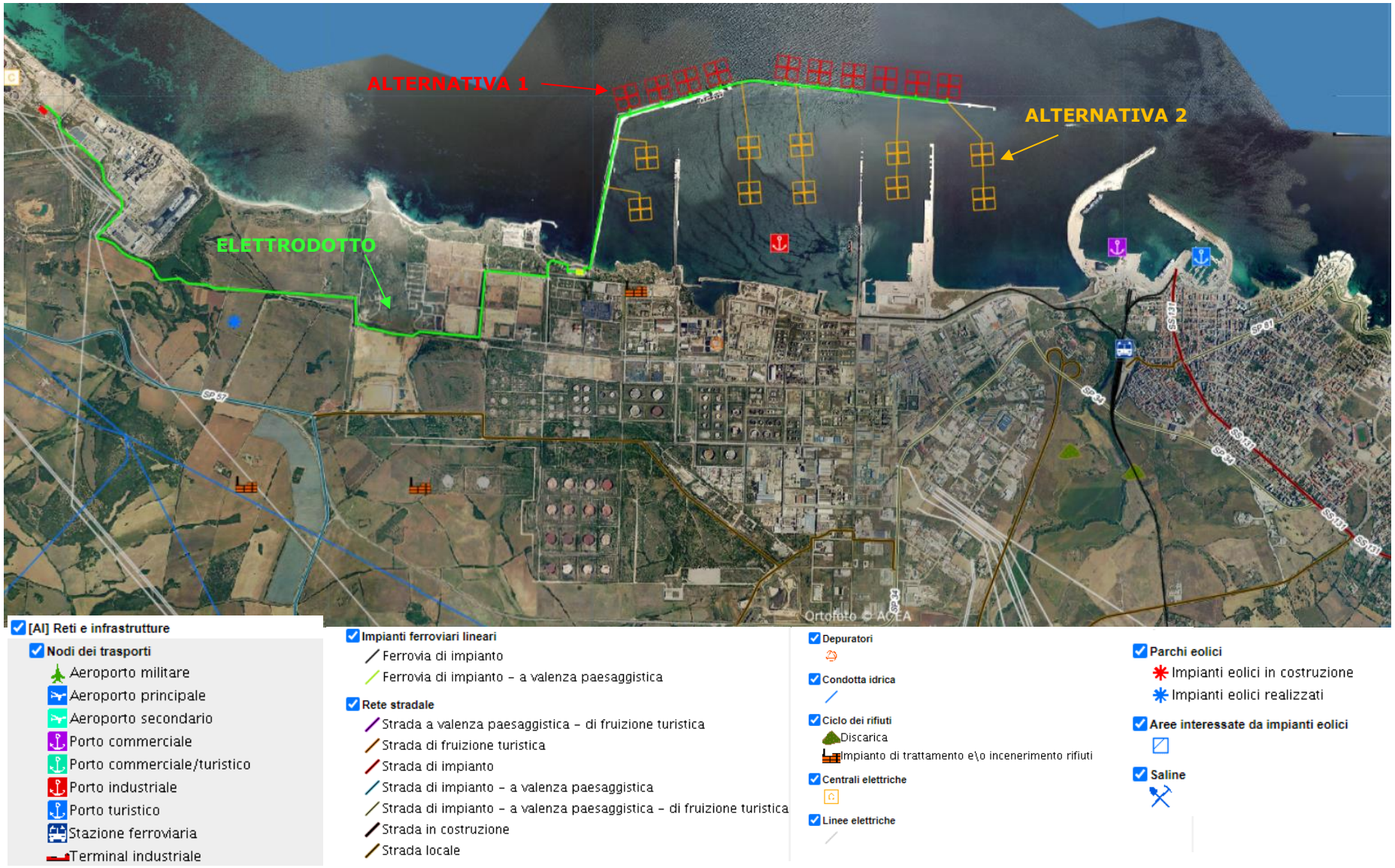


Figura 2-14: Assetto insediativo – reti e strutture (Fonte: http://webgis2.regione.sardegna.it/sardegnamappe_ppr/)

Come mostrato in **Figura 2-13** e **Figura 2-14**, l'intervento in progetto, in entrambe le alternative di localizzazione, interferisce con i beni dell'assetto insediativo solo per la parte che si sviluppa sulla terra ferma (onshore) la quale interessa aree di categoria d) "insediamenti produttivi" ed f) "sistema delle infrastrutture".

Le NTA non definiscono limitazioni specifiche per gli interventi in aree classificate come insediamenti produttivi e sistema infrastrutture.

Nella successiva tabella è riportata una sintesi delle interferenze tra il progetto e i vincoli contenuti nel PPR con indicazione delle NTA di riferimento.

Tabella 2-1: Prescrizioni NTA che interessano l'area di Progetto

Prescrizioni/Vincoli			**Articoli delle NTA di riferimento**	**Interferenza del Progetto/ Compatibilità con le prescrizioni da NTA**
Assetto ambientale	Beni paesaggistici ex art. 143 comma 1, lettera i) D.Lgs. 42/2004 come modificato dal D.Lgs. 157/2006	Fascia costiera	artt. 8, 17, 18, 19 e 20	Interferenza diretta*
		Zone umide costiere D.G.R. n. 33/37 del 30/09/2010 e laghi ed invasi	artt. 8, 17, 18, 19 e 20	Interferenza diretta*
		Fiumi torrenti e corsi d'acqua e relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 metri ciascuna, e sistemi fluviali, riparali, risorgive e cascate, ancorché temporanee	artt. 8, 17 e 18	Interferenza diretta*
	Componenti di paesaggio con valenza ambientale lettera j, comma 3 – Prateria di Posidonia Oceanica		artt. 17	Interferenza diretta*
	Aree di recupero ambientale: Siti inquinati e aree di rispetto dei siti inquinati		artt. 41, 42 e 43	Interferenza diretta*; nelle NTA non vi sono prescrizioni ma solo indirizzi
Assetto insediativo	Grandi aree industriali e insediamenti produttivi		artt. 61, 92, 93, 102, 103	Interferenza diretta*. Le NTA non definiscono limitazioni specifiche per gli interventi in aree classificate come insediamenti produttivi e sistema infrastrutture.

(*) per interferenza diretta si intende l'inserimento dell'opera all'interno del vincolo/ della perimetrazione individuata dal PPR

2.1.2 Deliberazione di Giunta Regionale n. 59/90 del 27/11/2020

La Deliberazione di Giunta Regionale n. 59/90 è lo strumento normativo con cui la Regione Sardegna intende rendere possibile il raggiungimento dell'Obiettivo Generale OG2 - Sicurezza Energetica definito nel Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna (PEARS) secondo

cui è necessario provvedere all'installazione di impianti di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile per una producibilità attesa di circa 2-3 TWh ulteriore rispetto a quella esistente entro il 2030.

Con la Deliberazione di Giunta Regionale n. 59/90, la Regione Sardegna, quindi, aggiorna il sistema delle aree ritenute non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili (FER) che era stata eseguita in precedenza con la D.G.R. n. 28/56 del 26/07/2007, la D.G.R. n. 3/17 del 16/01/2009, la D.G.R. n. 45/34 del 21/11/2012, la D.G.R. n. 40/11 del 07/08/2015 e l'Allegato B della D.G.R. n. 03/25 del 23/01/2018.

La D.G.R. n. 59/90 comprende i seguenti elaborati:

a) analisi degli impatti degli impianti di produzione energetica da Fonti Energetiche Rinnovabili esistenti e autorizzati a scala regionale;

b) documento "Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti energetici alimentati da fonti energetiche rinnovabili";

c) allegato 1 – Tabella aree non idonee FER;

d) n. 59 tavole in scala 1:50.000.

Inoltre, è stato disposto l'aggiornamento del navigatore sul portale tematico Sardegna Geoportale contenente i layer cartografici relativi alle aree e siti non idonei all'installazione degli impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili così come predisposto ai sensi della D.G.R. n. 40/11 del 07/08/2015.

Il primo tema di riferimento, mostrato in **Figura 2-15**, riguarda l'ambiente e l'agricoltura. In particolare, sono indicate quali caratteristiche che rendono non idonee all'installazione di impianti di produzione energia da fonti rinnovabili in determinate aree la presenza di:

- aree naturali protette nazionali (ai sensi della L.Q.N. 394/1991) e regionali (ai sensi della L.R. 31/1989;
- zone umide di importanza internazionale (ai sensi del D.P.R. 488/1976;
- aree della Rete Natura 2000;
- IBA individuate dalla LIPU nella Regione Sardegna
- aree di presenza, riproduzione, alimentazione e transito di specie faunistiche protette (aree con presenza di chirotterofauna e oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura (istituite e proposte) e aree di presenza specie animali tutelate da convenzioni internazionali);
- terreni agricoli di qualità, gestiti dai Consorzi di Bonifica;
- zone e agglomerati di qualità dell'aria.

Come mostrato in **Figura 2-15** le due localizzazioni proposte per la porzione off-shore dell'impianto fotovoltaico e il tracciato dell'elettrodotto non interferiscono con alcuna delle aree di cui al precedente punto elenco.

Figura 2-15: Aree non idonee – Gruppi 1-4

La seconda tipologia di aree identificate come non idonee all'installazione di impianti di produzione energia elettrica da fonti rinnovabili sono quelle caratterizzate da situazioni di dissesto e/o rischio idrogeologico così come identificate e perimetrate nei Piano di Assetto Idrogeologico adottati dalle Autorità di Bacino.

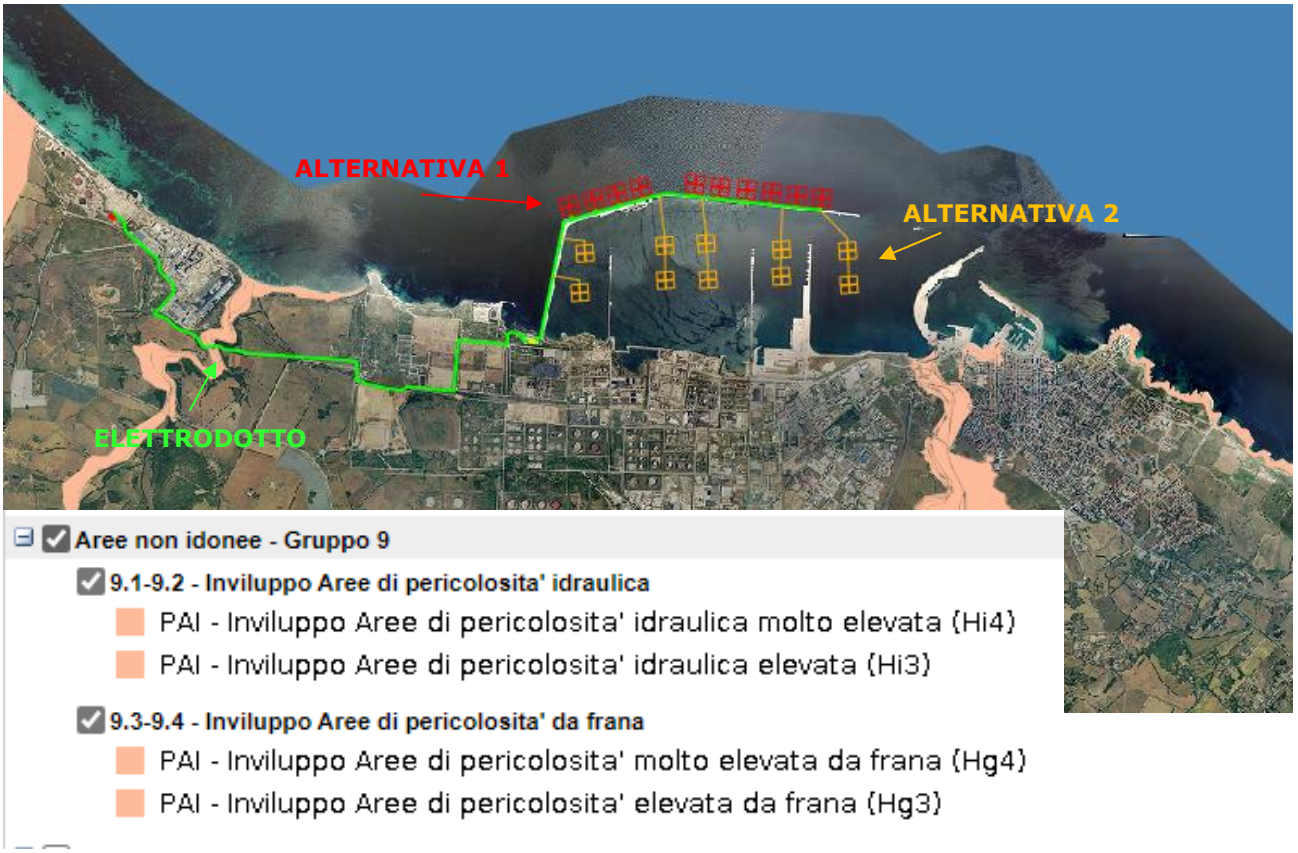


Figura 2-16: Aree non idonee Gruppo 9

Come mostrato in **Figura 2-16** le due localizzazioni proposte per la porzione off-shore dell'impianto fotovoltaico non interferiscono con aree a pericolosità idraulica e da frana. Il percorso del cavidotto, invece, attraversa il Fiume Santo e la relativa area a pericolosità idraulica molto elevata (Hi4) che lo affianca lungo tutto il suo sviluppo. L'analisi della compatibilità è sviluppata nel successivo **paragrafo 2.4.2**.

La figura successiva mostra la localizzazione delle due alternative progettuali rispetto alla presenza di beni paesaggistici definiti ai sensi dell'artt. 136-137 della Parte II del D. Lgs. 42/2004, art. 136 e 157 ossia *immobili e aree dichiarate di notevole interesse pubblico*. Le due localizzazioni proposte per la porzione off-shore dell'impianto fotovoltaico, così come l'elettrodotto nello sviluppo del suo tracciato, non interferiscono con tali vincoli.

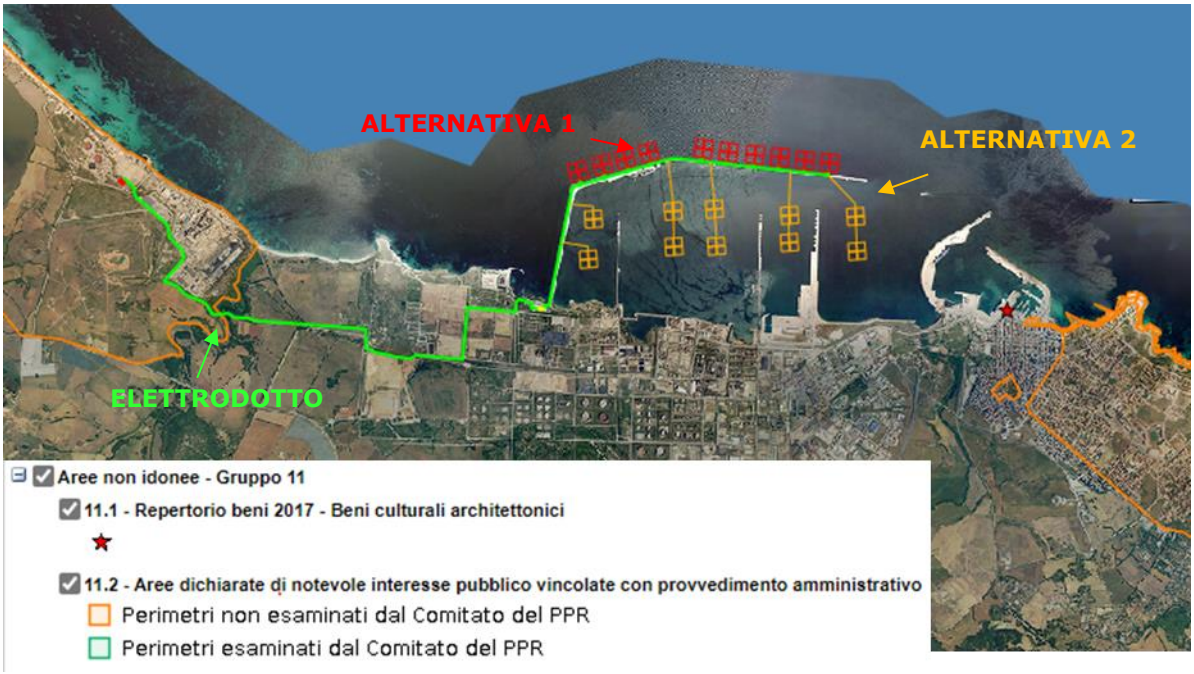


Figura 2-17: Aree non idonee Gruppo 11

Nella successiva figura è mostrata la localizzazione delle due alternative progettuali rispetto alle aree di valore paesistico tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 della Parte II del D. Lgs. 42/2004. Come osservato nel paragrafo precedente, una porzione dell'elettrodotto e la stazione di trasformazione MT/AT si trovano all'interno della fascia di rispetto dei territori costieri; inoltre, l'elettrodotto attraversa la fascia di rispetto di 150 m del Fiume Santo e un'area classificata territori contermini ai laghi. Per l'analisi di compatibilità dell'intervento con le norme tecniche relative a tale vincolo si rimanda al paragrafo precedente.

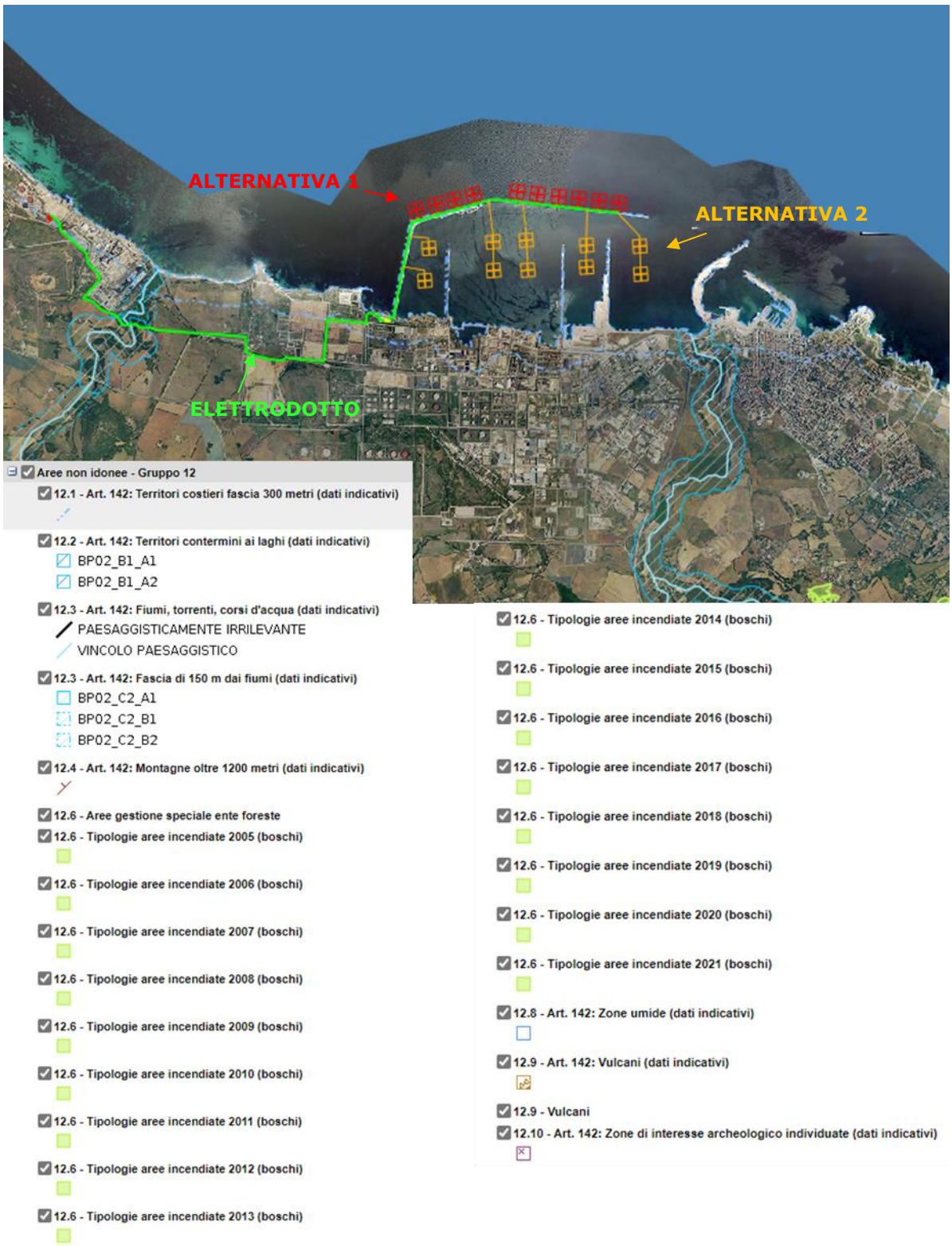


Figura 2-18: Aree non idonee Gruppo 12

Per quanto riguarda i beni paesaggistici tutelati ai sensi dell'art. 143 comma 1 lettera d, Parte III del D. Lgs. 42/2004, la figura seguente mostra che il tracciato dell'elettrodotto interessa una area classificata come zona umida costiera ai sensi della D.G.R. n. 33/37 del 30/09/2010. Anche per l'analisi di compatibilità dell'intervento con le norme tecniche relative a tale vincolo si rimanda al paragrafo precedente. Non si ravvisano interferenze per la parte off-shore dell'impianto in entrambe le alternative di localizzazione.

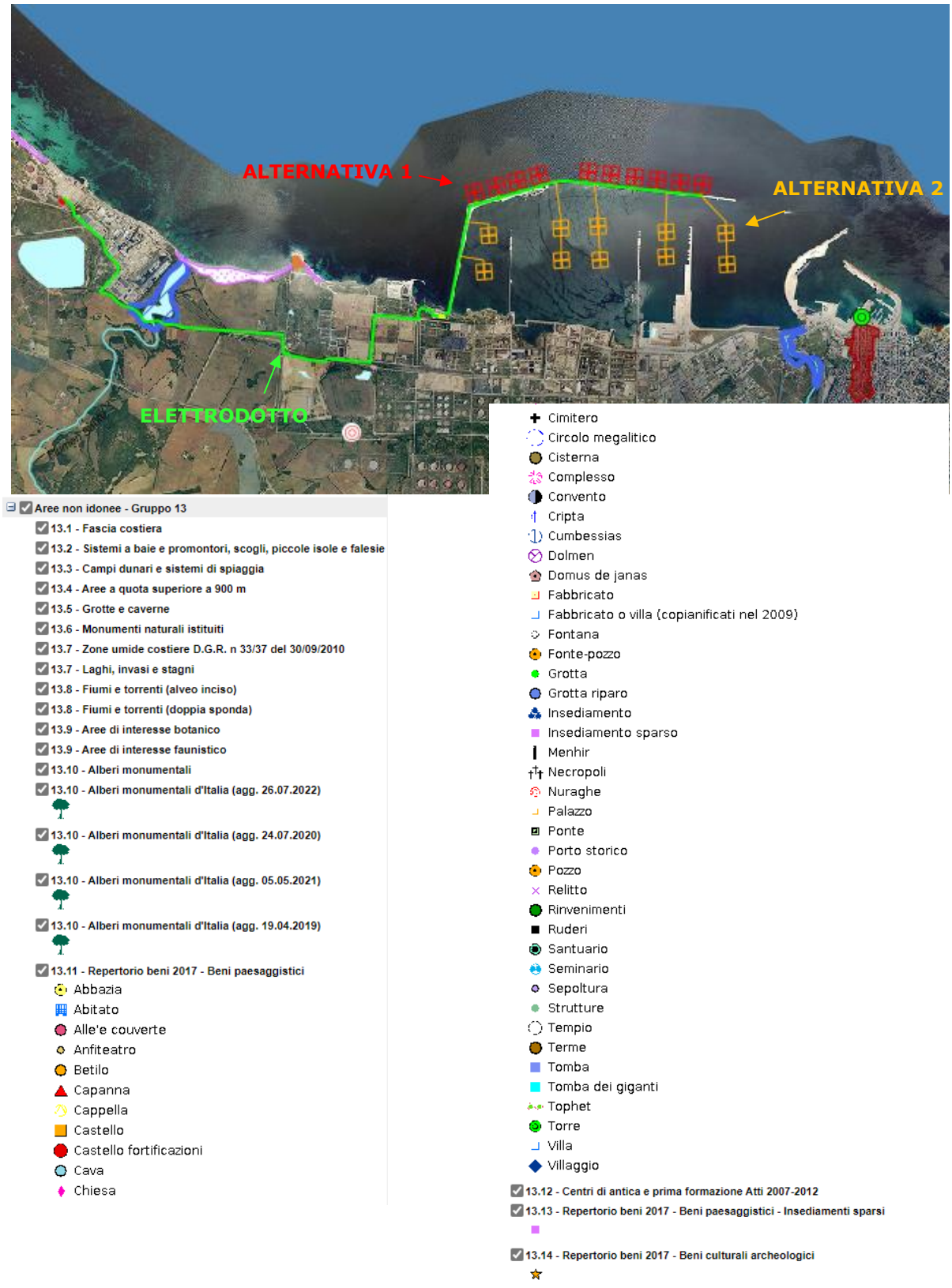


Figura 2-19: Aree non idonee Gruppo 13

La figura sottostante, infine, identifica la localizzazione dell'intervento in progetto con riferimento a *ulteriori contesti beni identitari* tutelati ai sensi dell'art. 143, comma 1, lettera e della Parte II del D. Lgs. 42/2004.

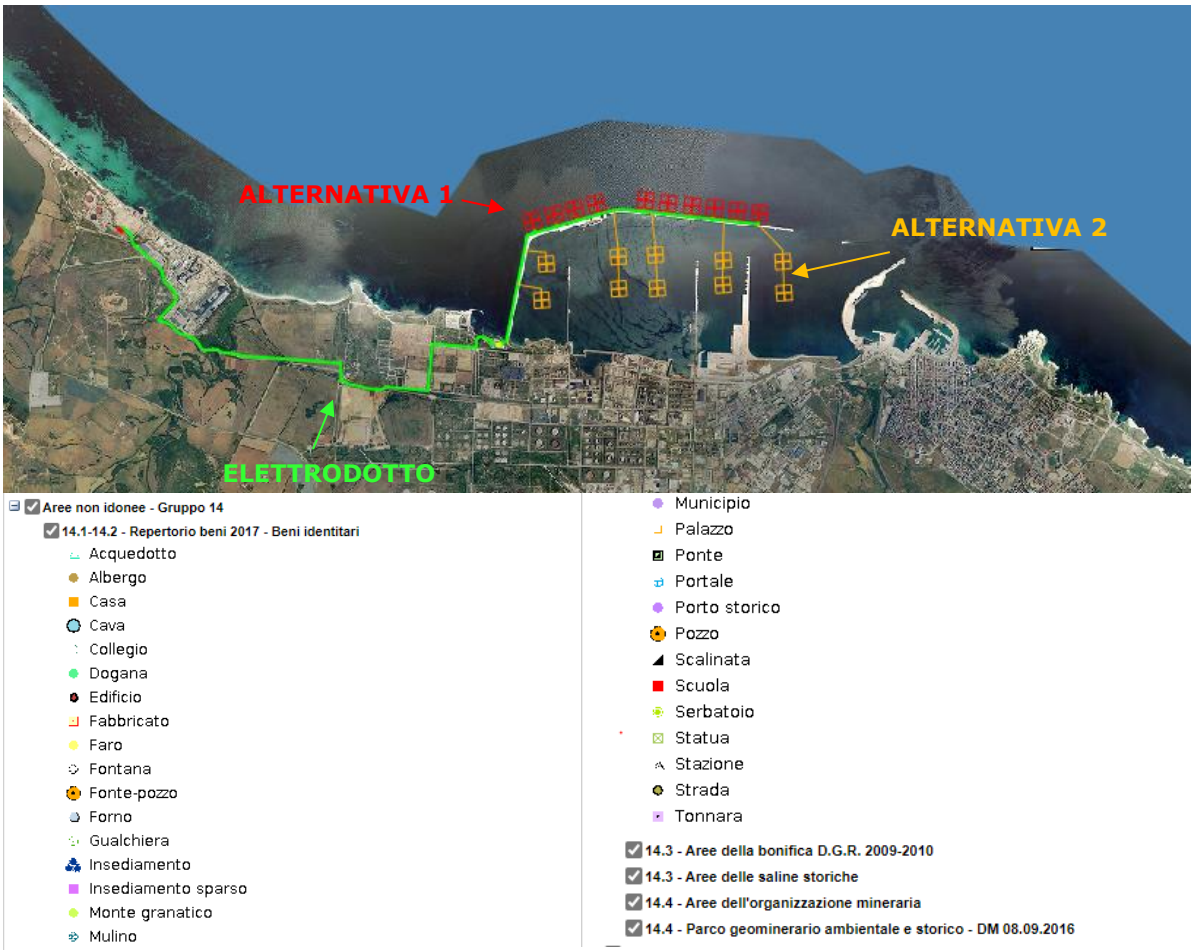


Figura 2-20: Aree non idonee Gruppo 14

Il progetto non interferisce con nessuno di tali elementi né con aree ritenute non idonee del Gruppo 7 – Aree servite dai consorzi di bonifica e del Gruppo 8 – Qualità dell'aria agglomerato di Cagliari.

L'analisi di conformità sviluppata con riferimento alla D.G.R. 59/90 del 27/11/2020 conferma sostanzialmente quanto già evidenziato nell'ambito del paragrafo precedente.

2.2 Analisi dei vincoli dettati dalla pianificazione territoriale provinciale

2.2.1 Piano Urbanistico Provinciale – Piano Territoriale Di Coordinamento della Provincia di Sassari

Il Piano Urbanistico Provinciale - Piano Territoriale di Coordinamento (PUP-PTC) della Provincia di Sassari e Olbia Tempio, redatto ai sensi della L.R. 45/89 e del D.Lgs. 267/00, è stato approvato con Delibera del Consiglio provinciale n. 18 del 04/05/2006.

Allo stato attuale la documentazione di Piano è stata adeguata al PPR ma non al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). L'adeguamento al PPR ha comportato una riedizione del Piano nel 2008 che ad oggi non risulta formalmente approvata.

Il Piano delinea il progetto territoriale della Provincia proponendo una nuova organizzazione volta a dotare ogni parte del territorio provinciale di una specifica qualità urbana, ad individuare per ogni area una collocazione soddisfacente nel modello di sviluppo assunto e a fornire un quadro di riferimento all'interno del quale le risorse e le potenzialità di ogni area vengono esaltate e coordinate. Il PUP-PTC della Provincia di Sassari ha assunto, tra le opzioni di base la sostenibilità ambientale attraverso l'individuazione dei requisiti dell'azione progettuale:

- equità territoriale;
- perequazione ambientale;
- economia di prossimità;
- assunzione dell'ambiente, inteso come natura e storia, quale nucleo centrale dell'intero progetto di territorio.

Sulla base di tali opzioni il PUP-PTC, propone la costruzione di un progetto di territorio (progetto ambientale) attraverso una metodologia improntata al coinvolgimento degli attori, alla adeguata rappresentazione dei problemi, alla individuazione e condivisione delle scelte, alla flessibilità del metodo operativo. Il PUP-PTC si articola in:

- Geografie rappresentano il riferimento di base della costruzione della conoscenza di sfondo necessaria per l'individuazione delle altre categorie interpretative. Descrivono le forme e i processi del territorio provinciale che possono essere ricondotti in un intervallo tra due estremi: forme e processi in situazioni dense di natura e di storia e forme e processi in situazioni urbane intensive;
- Ecologie (elementari e complesse), che costituiscono la rappresentazione sistematica del complesso dei valori storico ambientali ai quali il Piano riconosce rilevanza;
- Sistemi di organizzazione spaziale, che rappresentano il quadro delle condizioni di infrastrutturazione e delle linee guida della gestione dei servizi nel territorio;
- Campi del Progetto ambientale, che costituiscono l'ambito dei processi di interazione e di cooperazione per la gestione del territorio tra i diversi soggetti interessati.

L'area di interesse si colloca all'interno dell'Ecologia Complessa n. 7 Stagni di Stintino e n.8 Foce del Rio Mannu. Nella tabella seguente si riportano le norme di coordinamento per gli usi del territorio relativi a tali ecologie.

Tabella 2-2: Descrizione e norme di coordinamento degli usi del territorio delle Ecologie Complesse n. 7 e n.8

Ecologie complesse	Descrizione e norme di coordinamento degli usi del territorio
7 Stagni di Stintino	L'ecologia complessa della Penisola di Stintino è interessata da un insieme di processi, tra i quali si riconosce una particolare rilevanza, in quanto essenziale alla natura e alla storia del territorio, al processo di formazione del litorale sabbioso. Il litorale sabbioso compreso tra lo Stagno di Casaraccio e lo Stagno di Pilo, si forma a partire da un processo di alimentazione interno che si rileva principalmente attraverso i fondovalle alluvionali del reticolo degli affluenti, ed esterno, per lo smantellamento delle formazioni geologiche esterne e l'azione di stabilizzazione e contenimento della prateria di Posidonia e della vegetazione psammofila. La sensibilità del cordone litoraneo sabbioso è legata al rapporto tra spiaggia sommersa e spiaggia emersa e ai processi eolici. I processi di alimentazione interni sono influenzati in modo significativo sotto il profilo qualitativo dagli esiti dei processi produttivi agricoli e dai reflui degli insediamenti urbani. La qualità e la sensibilità dell'ecologia complessa della Penisola di Stintino sono tali da richiamare una gestione del territorio che protegga sotto il profilo qualitativo e quantitativo i processi di alimentazione idrologica ed eolica. L'ecologia complessa rientra nell'Ambito di paesaggio n. 14 – Golfo dell'Asinara del PPR e comprende i SIC Isola Piana, Coste e isolette a Nord-Ovest della Sardegna, Stagni di Pilo e di Casaraccio, e le ZPS

Tabella 2-2: Descrizione e norme di coordinamento degli usi del territorio delle Ecologie Complesse n. 7 e n.8	
	Isola Piana – Golfo dell'Asinara, Stagno di Pilo, Casaraccio e Saline di Stintino. L'ecologia complessa della Penisola di Stintino comprende: 31 ecologie elementari: Isola Piana, Spiaggia di Cala Grande, Spiaggia di Punta Scarna, Stagni dell'Isola Piana, Scogliera di Roccaruja, Spiaggia della Pelosa, Dune delle Pelosa, Scogliera di L'Ancora, Scogliera di Punta Negra, Scogliera di Tamerici, Spiaggia delle Tonnare, Scogliera delle Tonnare, Spiaggia delle Saline, Spiaggia di Cambirra, Stagno di Casaraccio, Valli alluvionali e aree di esondazione dello Stagno di Casaraccio, Stagno delle Saline e vegetazione riparia, Terreni alluvionali con vegetazione alofila della Bonifica di Puzzinosi, Stagno di Pilo, Valli alluvionali e aree di esondazione dello Stagno di Pilo, Fondovalle alluvionali di Fiume Santo, Terreni agrari dello Stagno di Casaraccio, Bonifica di Puzzinosi, Terreni alluvionali antichi della Nurra Settentrionale, Area collinare dell'Alta Nurra, Colline calcaree di Monte Elva, Colline calcaree di Monte S. Giusta, Colline calcaree di Punta Pedru Ghisu, Colline calcaree di Punta de Sa Janna Strinta, Litorali sommersi antistanti la spiaggia della Pelosa, Litorali sommersi compresi tra lo Stagno di Casaraccio e lo Stagno di Pilo.
8 Foce del Rio Mannu	L'ecologia complessa della Foce del Rio Mannu di Porto Torres è interessata da un insieme di processi, tra i quali si riconosce una particolare rilevanza, in quanto essenziale alla natura e alla storia del territorio, al processo di formazione del litorale sabbioso, a partire da un processo di alimentazione interno che si rileva principalmente attraverso il fondovalle alluvionale del fiume, ed esterno, per lo smantellamento delle formazioni geologiche esterne e l'azione di contenimento e stabilizzazione della prateria di Posidonia e della vegetazione riparia e psammofila. I processi di alimentazione interni sono influenzati in modo significativo sotto il profilo qualitativo dagli esiti dei processi produttivi industriali e agricoli e dai reflui urbani. La qualità e la sensibilità dell'ecologia complessa della Foce del Rio Mannu di Porto Torres è tale da richiamare una gestione del territorio che protegga sotto il profilo qualitativo e quantitativo i processi di alimentazione idrologica ed eolica. L'ecologia complessa rientra nell'Ambito di paesaggio n. 14 – Golfo dell'Asinara del PPR. L'ecologia complessa della Foce del Rio Mannu di Porto Torres comprende 6 ecologie elementari: Scogliera di Balai, Fondovalle alluvionale del basso corso del Rio Mannu di Porto Torres e del Rio d'Ottava, Aree ad uso agricolo della Nurra, Aree ad uso agricolo del Rio d'Ottava, Aree ad uso agricolo estensivo sui sedimenti del Miocene, Area marina antistante la Foce del Rio Mannu di Porto Torres.

La figura sottostante riporta uno stralcio dell'Elaborato B-E01 Ecologie elementari e complesse processi paesaggistico-ambientali del territorio del PUP-PTC e identifica le ecologie elementari con le quali il progetto proposto interferisce.

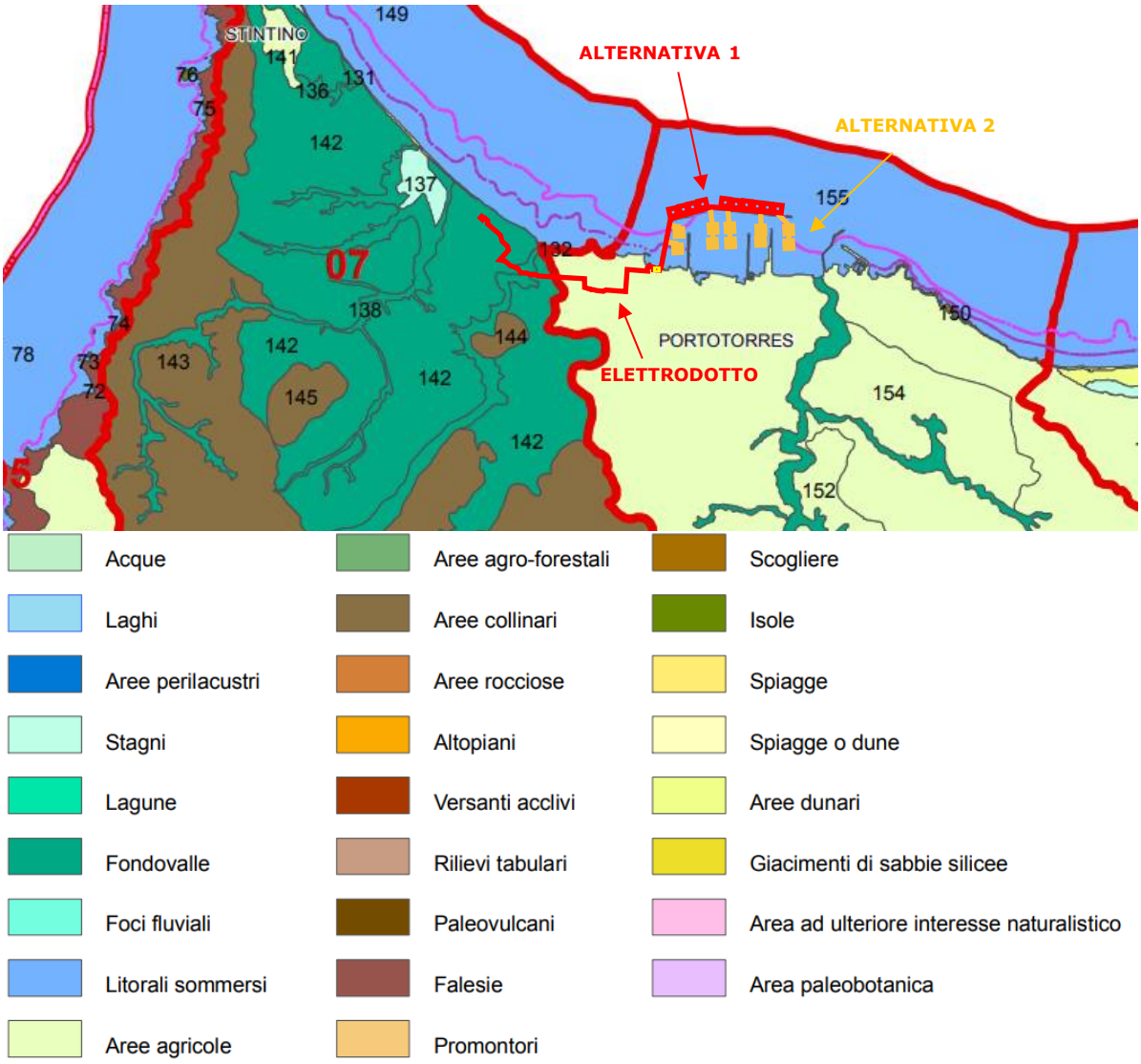


Figura 2-21: Estratto dell'Elaborato B-E01 Ecologie elementari e complesse processi paesaggistico-ambientali del territorio del PUP-PT

Nella tabella seguente si riportano le norme di coordinamento per gli usi del territorio relativi a tali ecologie elementari interessate dall'intervento in progetto.

Tabella 2-3: Descrizione e norme di coordinamento degli usi del territorio delle Ecologie elementari interessate dal progetto

Ecologie elementari	Descrizione	Norme di coordinamento degli usi del territorio
132 Spiaggia di Cambirra	Comprende il litorale sabbioso situato tra la Foce di Fiume Santo e gli insediamenti industriali di Porto Torres, formatosi dagli apporti di Fiume Santo e dalla deriva litorale dei sedimenti trasportati al mare dal disfacimento della costa rocciosa e successiva elaborazione da parte del moto ondoso e dal vento. La spiaggia è in stretta relazione con la spiaggia sommersa e la prateria a Posidonia.	Tipo d'uso: A, B Processi d'uso compatibili: Aa, Ad, Bd, Bf, Bg
152 Aree ad uso agricolo della Nurra	Comprende un'area caratterizzata da una morfologia da pianeggiante a debolmente ondulata. In parte è dotata di reti consortili per la distribuzione dell'acqua proveniente dai grandi invasi (Consorzio di Bonifica della Nurra). La pietrosità superficiale è assente o solo localmente, molto elevata, la rocciosità affiorante è sempre assente. I suoli sono potenti, lo scheletro è scarso, e i rischi di erosione sono da assenti a gravi in base alla morfologia e alla copertura vegetale. I fenomeni di ristagno sono brevi e localizzati. La copertura vegetale è costituita da seminativi, da colture arboree quali vite in coltura promiscua anche con olivi e fruttiferi. La macchia è limitata ad aree marginali fortemente erose. Nell'area sono ubicate aziende di dimensione media e gli utilizzi prevalenti sono zootecnici, oscillano tra la zootecnia da latte basata su allevamenti ovini intensivi e bovini di razze da latte specializzate. I vigneti sono di limitate dimensioni con una tipologia di impianto ad alberello, nei nuovi impianti a spalliera e a controspalliera e talvolta in coltura promiscua. L'ammodernamento è limitato dalle modeste dimensioni del vigneto (raramente superiori all'ettaro). Così come l'elevata percentuale di vigne con un'età superiore ai venti anni e la forma di allevamento più diffusa ad alberello latino, determina un abbassamento significativo delle rese unitarie. La superficie olivetata presenta delle problematiche dovute sia al pericolo dell'erosione, per quelle situate in aree marginali, per le quali si evidenzia la necessità di salvaguardare la loro funzione prioritaria nell'azione di difesa del suolo e di caratterizzazione del paesaggio, sia nella neccesità dell'ammodernamento delle strutture produttive e delle tecniche colturali, per le quali si esplica anche l'estensione della stagione irrigua. Le caratteristiche pedologiche rendono queste adatte all'uso agricolo intensivo; possono essere	Tipo d'uso: A, B, D, E Processi d'uso compatibili: Aa, Ab, Ba, Bm, Db, Da3, Dc, Dd, De, E

Tabella 2-3: Descrizione e norme di coordinamento degli usi del territorio delle Ecologie elementari interessate dal progetto

	destinate al pascolo migliorato, alle colture cerealicole, foraggiere earboree.	
155 Area marina antistante la Foce del Rio Mannu di Porto Torres	Comprende un'area a vari gradi di compromissione ambientale come conseguenza dello scarico a mare del materiale di dragaggio del porto industriale. Con l'entrata in funzione dell'impianto consortile di depurazione, la qualità dell'ambiente è sensibilmente migliorata sia nelle comunità biologiche del fondo che nella colonna d'acqua, in particolare nel tratto di mare situato a Nord – Est del porto industriale. Con la costruzione della diga foranea si è verificata una riduzione del ricambio idrico e aumenti della trofia delle acque. L'area marina è in stretta connessione con la Foce fluviale e l'insediamento industriale e urbano.	Tipo d'uso: A Processi d'uso compatibili: Aa

Note:

- Tipo d'uso A naturalistico e culturale:
  - Aa – Attività scientifiche, comprendenti l'insieme delle attività finalizzate allo studio, controllo e conservazione delle risorse ambientali: - censimenti degli habitat e delle popolazioni floro - faunistiche finalizzati alla gestione; - individuazione degli areali di distribuzione delle specie di rilevante interesse scientifico e naturalistico; - realizzazione e gestione di reti di monitoraggio scientifico (reti di controllo delle acque superficiali e profonde, rilevamento degli incendi, ...);
  - Ab – Fruizione naturalistica e culturale, comprendente l'insieme di attività di fruizione dell'ambiente e legate all'uso di monumenti, zone archeologiche e beni culturali, a fini didattici e ricreativi, che comportino solo: Ab1 – interventi di ripristino dei sentieri esistenti; Ab2 – realizzazione di strutture e infrastrutture leggere rimovibili dopo il periodo di utilizzo (postazioni naturalistiche, sentieri natura, segnaletica, centri informazione, capanni di osservazione, aree sosta, servizi igienici, per i quali le modalità di smaltimento dei reflui devono essere quelle indicate al punto Bi). La realizzazione delle strutture non deve comportare movimenti di terra o eliminazione della vegetazione naturale esistente
  - Ad – Viene fatto divieto di qualsiasi intervento di trasformazione, in particolare: Ad1 – modifica della linea di riva; Ad2 – realizzazione di moli, pontili e scogliere artificiali; Ad3 – interventi di ripascimento artificiale

I tipi di uso e i processi d'uso compatibili per le singole ecologie elementari non sono state oggetto di adeguamento al PPR e sono definite, pertanto, nella versione approvata del PUP-PTC del 2006. Nella tabella sottostante sono riportati quelli di interesse per le ecologie elementari n. 132, 152 e 155.

Tabella 2-4: Tipo d'uso e processi d'uso compatibili definiti nel PUP-PTC per le ecologie elementari 132, 152 e 155

Tipo d'uso	Descrizione	Processi d'uso compatibili	Descrizione
A	naturalistico e culturale	Aa	Attività scientifiche, comprendenti l'insieme delle attività finalizzate allo studio, controllo e conservazione delle risorse ambientali: censimenti degli habitat e delle popolazioni floro - faunistiche finalizzati alla gestione; individuazione degli areali di distribuzione delle

Tabella 2-4: Tipo d'uso e processi d'uso compatibili definiti nel PUP-PTC per le ecologie elementari 132, 152 e 155

			specie di rilevante interesse scientifico e naturalistico; realizzazione e gestione di reti di monitoraggio scientifico (reti di controllo delle acque superficiali e profonde, rilevamento degli incendi, ...)
		Ab	Fruizione naturalistica e culturale, comprendente l'insieme di attività di fruizione dell'ambiente e legate all'uso di monumenti, zone archeologiche e beni culturali, a fini didattici e ricreativi
		Ad	Viene fatto divieto di qualsiasi intervento di trasformazione
B	uso turistico e ricreativo	Ba	Opere di supporto alle attività ricreative, di fruizione naturalistica e alle attività sportive con eventuale realizzazione di strutture leggere rimovibili con funzioni di spogliatoio, ristoro, ricovero attrezzature; posti di pronto soccorso e servizi igienici, per i quali le modalità di smaltimento dei reflui devono seguire le modalità di cui al punto Bi
		Bd	Realizzazione di percorsi pedonali di accesso alla spiaggia mediante passerelle in legno o altro materiale affine, disposte lungo le depressioni dunali al fine di preservare l'equilibrio geomorfologico e le formazioni vegetali. Le passerelle dovranno essere sopraelevate e avere appoggi puntuali con interasse non inferiore ai 2.00 metri, e devono poter essere asportabili dopo il periodo di utilizzo
		Bf	Interventi di asportazione dei depositi di foglie e rizomi di Posidonia oceanica limitatamente alle spiagge nelle quali sono stati realizzati interventi di fruizione turistica secondo le modalità indicate ai punti Ba, Bb, Bc. Tali interventi possono essere effettuati, solo nel periodo primaverile, secondo le modalità indicate al punto Bg
		Bg	Interventi di pulizia delle spiagge con mezzi leggeri che non alterino la tessitura del deposito sabbioso escludendo le aree con formazioni vegetali. Tali operazioni possono essere intraprese solo se è possibile effettuare lo smaltimento secondo le indicazioni contenute nel decreto legislativo n. 22 del 05.02.1997 e successivi decreti attuativi e secondo le Direttive comunitarie 91/156/Cee, 91/689/Cee e 94/62/Cee
		Bm	Interventi di agriturismo e turismo rurale secondo le modalità riportate nella legge regionale 12.08.1998, n. 27, con offerta di ricezione e ristorazione esercitata in fabbricati rurali già esistenti ovvero nei punti di ristoro di cui all'articolo n. 10 delle direttive per le zone agricole, adottate dalla regione Sardegna in attuazione alla legge regionale del 22 dicembre

Tabella 2-4: Tipo d'uso e processi d'uso compatibili definiti nel PUP-PTC per le ecologie elementari 132, 152 e 155

			1989, n.45 e successive bonifiche e integrazioni da realizzarsi, secondo le tipologie edificatorie rurali locali, nelle aree extragricole urbane come individuate nel Puc
D	uso zootecnico	Db	Prevedono interventi per la razionalizzazione dell'uso di superfici foraggere e quindi l'aratura è consentita con una profondità del suolo superiore ai 20 cm, nelle aree pianeggianti, e sino a 12% di pendenza, in collina. Prevedono inoltre interventi di miglioramento dei pascoli con maggior ricorso a specie autoriseminanti, con eventuali opere di spietramento superficiale, di decespugliamento e di concimazione e rispettando per quest'ultima le quantità consigliate dal Piano regionale per le produzioni integrate, la permeabilità del suolo e la vicinanza a una falda acquifera o a un corso d'acqua. Nelle aree marginali, in prossimità delle superfici arabili, si devono conservare le specie spontanee presenti (siepi o fasce) e se eventualmente queste hanno subito dei danneggiamenti, si interviene con interventi di ricostituzione e, nei casi più gravi, attraverso una nuova messa a dimora di specie arbustive e arboree, scelte tra quelle che costituiscono la vegetazione naturale e potenziale dell'areale
		Da3	Possibilità di effettuare il pascolo con 2 bovini semirustici/ha e 8 pecore/ha
		Dc	Prevedono interventi di rinnovamento, di razionalizzazione e di costruzione di fabbricati per gli allevamenti zootecnici che comprendono i ricoveri del bestiame (stalle, ovili, porcilaie, pollai), i fabbricati e i manufatti destinati all'immagazzinamento della paglia, dei foraggi, dei mangimi concentrati e degli altri prodotti utilizzati per l'alimentazione degli animali (polpe, tuberi), al deposito temporaneo ed eventuale trattamento o lavorazione in azienda dei prodotti degli allevamenti, alla raccolta dei prodotti di rifiuto
		Dd	Prevedono interventi di infrastrutturazione del territorio: reti tecnologiche, viabilità, e interventi di infrastrutture nelle aziende: energia elettrica e alternativa e impianti per l'irrigazione.
		De	Prevedono interventi atti a migliorare e potenziare l'attività produttiva, diretti anche alla

Tabella 2-4: Tipo d'uso e processi d'uso compatibili definiti nel PUP-PTC per le ecologie elementari 132, 152 e 155			
			realizzazione di impianti e manufatti destinati alla lavorazione e trasformazione dei prodotti, a scala aziendale.
E	uso agricolo	-	-

In definitiva le norme di riferimento per le ecologie complesse ed elementari, così come sopra riportate, non evidenziano elementi di incompatibilità con l'intervento in progetto per entrambe le alternative di localizzazione

Per quanto riguarda il sistema dell'energia, le linee guida generali del PUP-PTC con riferimento alla energia solare e fotovoltaica indicano il seguente obiettivo da perseguire:

> *pubblicizzare e promuovere i previsti programmi di finanziamento comunitari destinati all'energia solare e fotovoltaica, con particolare riferimento a realizzazioni innovative o all'installazione in primo luogo in edifici pubblici e privati di dimensioni adeguate.*

Il progetto è sicuramente in linea con gli indirizzi energetici della pianificazione provinciale con particolare riferimento alle realizzazioni innovative quale quella oggetto del presente Studio. Si evidenzia comunque che quanto riportato dal PUP-PTC dovrà essere aggiornato sulla base dei contenuti del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI).

2.3 Analisi dei vincoli dettati dalla pianificazione territoriale locale

2.3.1 Piano Urbanistico Comunale del Comune di Sassari

Il PUC del Comune di Sassari, elaborato in adeguamento al Piano Paesaggistico Regionale (PPR) e al Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), è stato approvato con D.C.C. n.43 del 26/07/2012 e pubblicato sul B.U.R.A.S. n.58 Parte III del 11/12/2014. L'ultima variante (la 012) è stata adottata in via preliminare con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 23 del 28/04/2022.

Il PUC presenta i tre seguenti obiettivi generali:

- OBG1: Promozione di politiche di tutela, conservazione e riqualificazione del territorio della Nurra e delle aree costiere;
- OBG2: Attenzione e riqualificazione della città esistente attraverso politiche di conservazione e valorizzazione della città storica, di completamento della città compatta del '900 e di trasformazione nelle aree semicentrali e periferiche;
- OBG3: Strategie di sviluppo sostenibile tra identità urbana e innovazione.

La **2** mostra l'inquadramento della porzione del tracciato dell'elettrodotto che interessa il territorio del comune di Sassari nella Tavola 5.6.3 - Pianificazione urbanistica di progetto dell'ambito extraurbano.

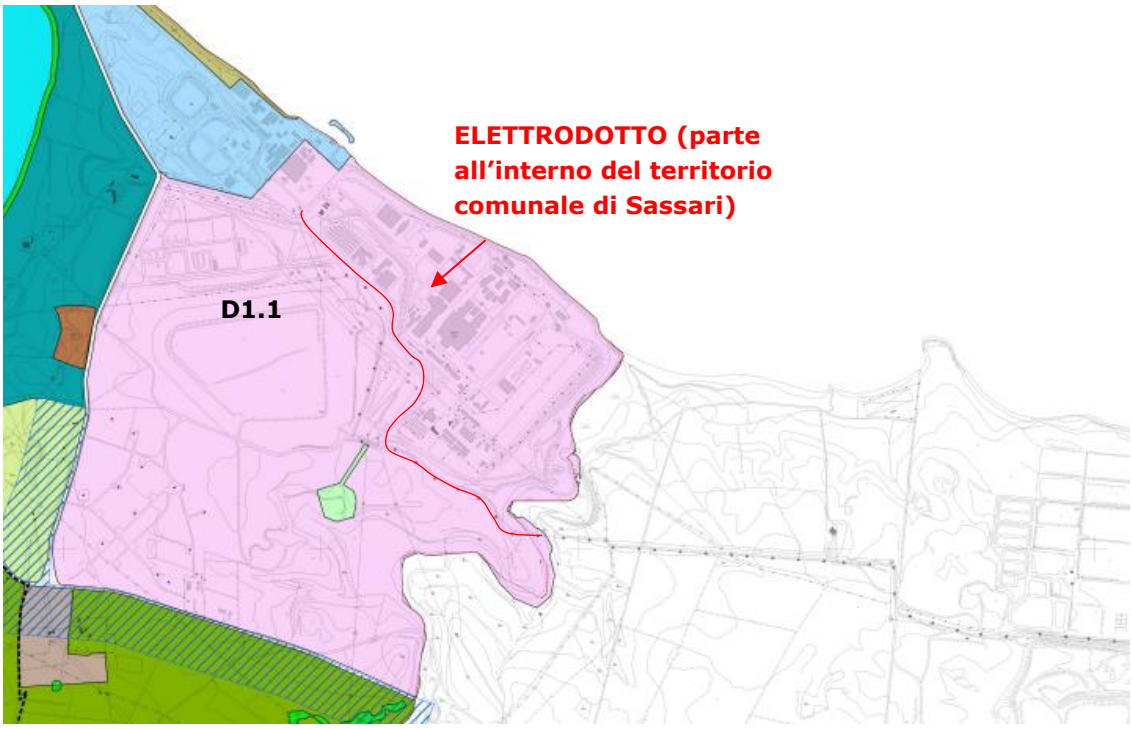


Figura 2-22: Stralcio della Tavola 5.6.3 - Pianificazione urbanistica di progetto dell'ambito extraurbano

Il tracciato dell'elettrodotto esterno alla recinzione della esistente della Centrale di Fiume Santo è compreso interamente nella zona D 1.1 - Aree industriali ed artigianali del Piano Regolatore Territoriale CIP (Consorzio Industriale Provinciale di Fiume Santo e Truncu Reale)- Ai sensi dell'art.37 delle NTA del PUC per tale zona valgono le prescrizioni del Piano Regolatore Territoriale del Consorzio Industriale Provinciale (CIP) la cui analisi di conformità è sviluppata nel successivo **paragrafo 2.3.6**.

2.3.2 Piano Urbanistico Comunale di Porto Torres

Il PUC di Porto Torres è stato adottato con Delibera di Consiglio Comunale n. 60 del 19/12/2014 e non è ancora stato approvato. Il Piano è tuttavia, vigente per ciò che riguarda le norme di salvaguardia, ai sensi e per gli effetti dell'art 12 comma 3 del DPR 380/2001. Il PUC adotta una prospettiva per la pianificazione urbanistica che si ispira ad un progetto di riqualificazione ambientale basato sulle potenzialità del paesaggio ambiente.

L'indagine progettuale ha condotto alla individuazione di un sistema areale che si configura in una serie di Unità Paesaggistico-Ambientali (UPA) di supporto ai microsistemi culturali e ambientali del territorio, intese come zone dotate di una propria identità non solo naturale ma anche antropica

Gli ambiti componenti le diversità ambientali nelle Upa sono gli Ambiti del progetto ambientale, divisi a loro volta in Aree attuative in cui si attua, appunto, il progetto della città. Queste aree possono essere, poi, dotate di dispositivi di regolazione urbana costituiti dalle Sottozone urbanistiche o tramite aree di intervento dette Aree di ristrutturazione programmata (Arp).

La seguente figura, estratta della Tavola OS.A.02.a - Organizzazione dello spazio. Ambiti - Aree e ARP la localizzazione del progetto proposto.

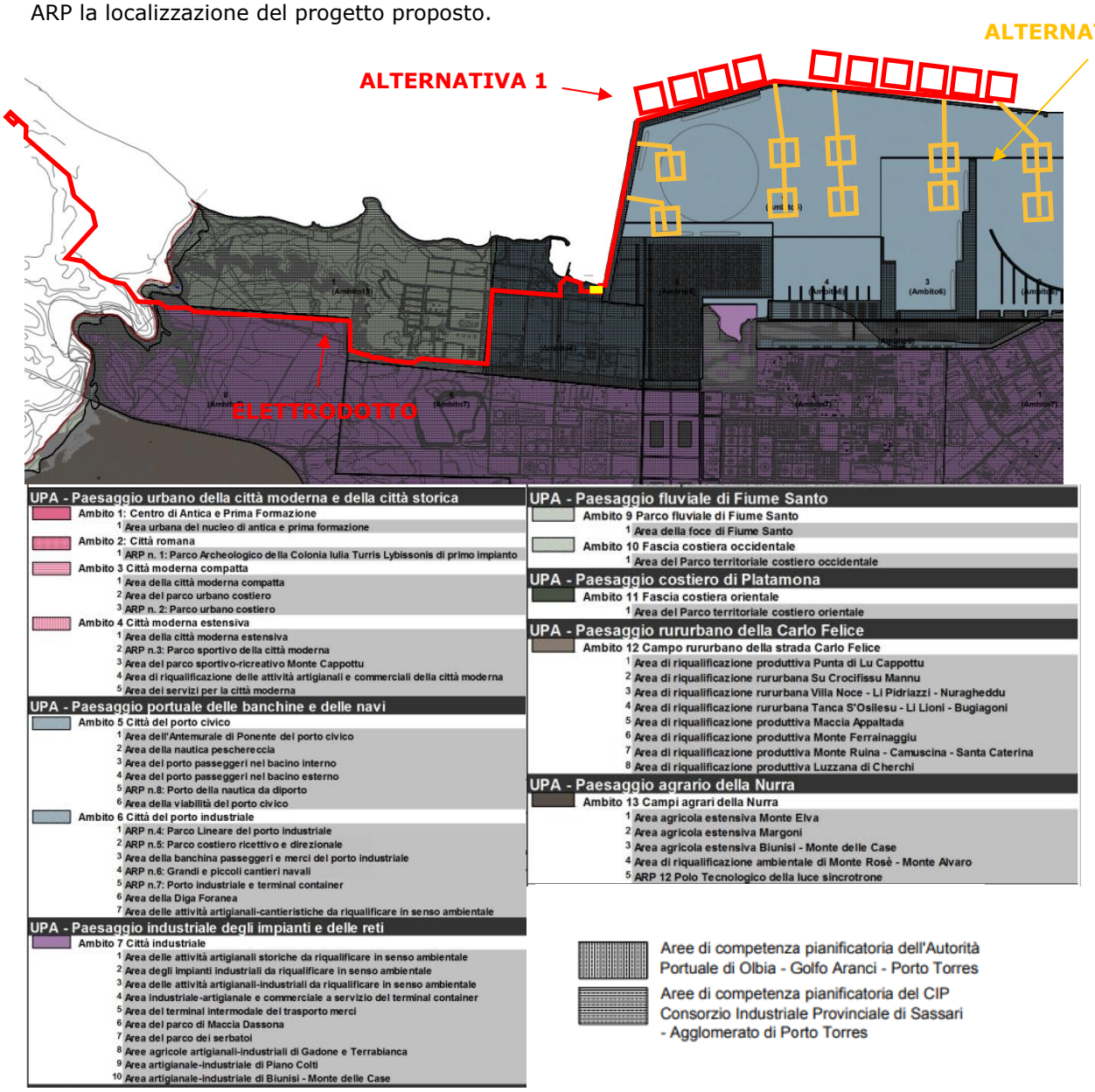


Figura 2-23: Estratto della Tavola Os.A.02a- Organizzazione dello spazio. Ambiti - Aree e ARP

Gli Ambiti interessati dall'intervento sono:

- UPA Paesaggio portuale delle banchine e delle navi
    - Ambito 6 Città del Porto Industriale: Il porto industriale assume la duplice funzione di parco urbano portuale e di porto industriale. Nell'ambito dello spazio potranno essere inoltre previste funzioni commerciali, direzionali e industriali. Il progetto di riconfigurazione del porto industriale, che comprende anche la realizzazione di un molo per i container e banchine per la cantieristica nautica e navale, creerà una nuova organizzazione dello spazio portuale in cinque bacini confinati a nord dalla diga foranea: il bacino dei cantieri nautici, il bacino del terminal container, il bacino dei cantieri navali-pontile liquidi, il bacino del pontile liquidi banchina ex ASI e il bacino fluviale;
        - Area Diga Foranea;

        - Area delle attività artigianali-cantieristiche da riqualificare in senso ambientale.

- UPA Paesaggio fluviale di Fiume Santo:
    - Ambito 10 Fascia Costiera occidentale: comprende l'ambito della fascia costiera occidentale che si sviluppano a partire dall'innesto con la diga foranea dell'area industriale fino alla foce del rio Fiumesanto a nord della infrastruttura del carbondotto e si articola nell'area attuativa del Parco territoriale costiero occidentale;
- UPA Paesaggio industriale degli impianti e delle reti:
    - Ambito 7 città industriale: Comprende il tessuto produttivo delle grandi aree industriali attrezzate, di maggiore dimensione, urbanisticamente strutturate e dotate di impianti e servizi. L'ambito offre spazi da riqualificare per la localizzazione e rilocalizzazione di attività produttive e di servizio orientate in senso ambientale. Esso comprende aree dismesse che potranno essere destinate all'organizzazione di un parco archeologico industriale, da considerare anche come sistema di luoghi potenzialmente adatti allo sviluppo di funzioni culturali.
        - Aree del parco di Maccia Dassona
        - Aree agricole artigianali-industriali di Gadone e Terrabianca.

Il tracciato dell'elettrodotto si sviluppa lungo il confine dell'UPA Paesaggio fluviale di Fiume Santo e dell'UPA Paesaggio industriale degli impianti e delle reti.

Nella figura sottostante è mostrata la divisione del territorio in sottozone.

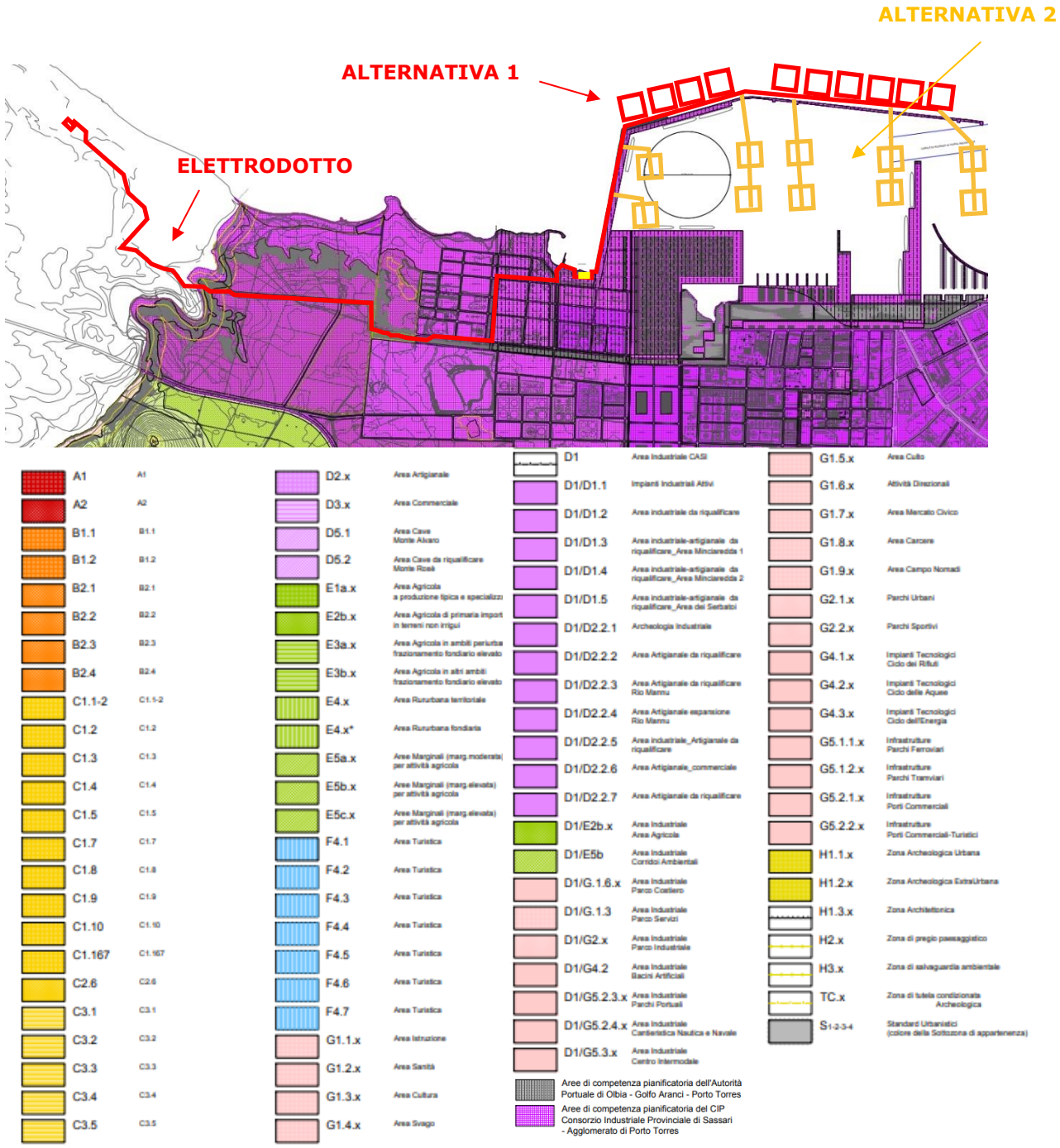


Figura 2-24: Estratto dalla Tavola Os.A.03a – Organizzazione dello spazio. Sottozone

Le sottozone interessate dall'intervento in progetto, qualunque sia l'alternativa di localizzazione selezionata (fuori o entro la diga foranea) sono:

- D1/G5.2.5 Area industriale;
- D1/G5.2.3.6 Aree della diga foranea.

Dal momento che il tracciato dell'elettrodotto si sviluppa lungo il confine dell'UPA Paesaggio fluviale di Fiume Santo e dell'UPA Paesaggio industriale degli impianti e delle reti, preferibilmente lungo il carbonodotto esistente o lateralmente la viabilità esistente, si omette l'analisi di conformità alle NtA. Con riferimento all'attraversamento del Fiume Santo, esso verrà realizzato ancorando l'elettrodotto al viadotto esistente. Nel caso in cui tale soluzione non sia percorribile si provvederà alla posa dell'elettrodotto in trincea mediante perforazione orizzontale controllata.

Le NtA prescrivono:

- Art. 18.2.6.1. Sottozona D1/G5.2.3.6:
    - Sono ammesse le destinazioni d'uso: d6.7 (ormeggi navi merci), d7.7 (porti industriali);
    - Subordinatamente allo strumento di attuazione P5, esteso all'intera sottozona, sono ammessi: NC2, NC3, RU, NIU RSA, MBE[3];
    - Modalità di intervento M13, M16, M19, M23[4];
    - Prescrizioni ecologiche Indagini Correntometriche
- Art. 18.2.7.4. Sottozona D1/G5.2.5:
    - Sono ammesse le destinazioni d'uso: d1.1(uffici e studi professionali privati), d4.1 (laboratori artigianali, laboratori tecnico scientifici compatibili con la residenza), d5.7 (industria nautica), d6.3 (parcheggi privati), d6.4 (parcheggi pubblici), d6.5 (rimessaggio imbarcazioni), d6.8 (ormeggi imbarcazioni), d6.9 (pontili, moli e attrezzature similari), d6.10 (capannoni, depositi e attrezzature per il rimessaggio e la riparazione dei natanti), d12 (Impianti e attrezzature tecnologiche);
    - Categorie di intervento: MO, MS, RC, RE, D. Subordinatamente ad uno dei seguenti strumenti di attuazione P4, P5, P7 o P8, esteso all'intera sottozona, sono ammessi: NC1, NC2, NC3, NC6, DR, SP, AMP, RU, NIU RSA, MBE;
    - Modalità di intervento M13, M16, M19, M23. Qualunque progetto che riguardi le Categorie di intervento RE, D, NC dovrà conformarsi alle prescrizioni M24.

Il territorio dell'Ambito 6 Città del porto industriale è di competenza pianificatoria dell'Autorità Portuale di Olbia e Golfo Aranci e Porto Torres e del Consorzio Industriale Provinciale di Sassari, agglomerato di Porto Torres. Il PUC per le parti del territorio comunale, di competenza dell'Autorità Portuale di Olbia Porto Torres e Golfo Aranci (AP) e del Consorzio Industriale Provinciale di Sassari rimanda alle norme specifiche del settore portuale e industriale e ai rispettivi piani PRP e PRT. Le aree sono condizionate alla predisposizione di P4, P5, P7, P8, P15[5].

[3] Le categorie di intervento sono le seguenti: MO manutenzione ordinaria, MS manutenzione straordinaria; RC restauro e risanamento conservativo; RE ristrutturazione edilizia; NC2. Gli interventi di urbanizzazione primaria e secondaria realizzati da soggetti diversi dal Comune; NC3. La realizzazione di infrastrutture e di impianti, anche per pubblici servizi, che comporti la trasformazione in via permanente di suolo inedificato; NC6. Gli interventi pertinenziali che comportano la realizzazione di un volume superiore al 20% del volume dell'edificio principale; DR. Demolizione e ricostruzione di edifici senza variazione di volumetria, ma con sagoma e area di sedime differenti. SP. Sopraelevazione che comporta la estensione in senso verticale di tutta o di parte della costruzione esistente; AMP. Ampliamenti di edifici all'esterno della sagoma esistente; RU ristrutturazione urbanistica; NIU nuovo impianto urbanistico; D demolizione totale o parziale; RSA risanamento ambientale; MBE miglioramento bio-energetico

[4] M13: Vincolo di parallelismo alle indicazioni cartografiche. L'edificazione deve avvenire in modo che i fabbricati risultino paralleli ai confini dell'area edificabile indicata nella cartografia di piano; M16: Rispetto delle indicazioni cartografiche. È obbligatorio il rispetto delle previsioni contenute nella cartografia di piano in particolare per quanto attiene all'ubicazione e la dimensione delle aree destinate all'edificazione e di quelle libere; M19: Vincolo del sistema organizzativo dello spazio. L'organizzazione dello spazio deve prevedere la adeguata sistemazione degli accessi e delle aree libere con la creazione di uno o più spazi (piazze, slarghi, ecc.) che costituiscano modulo organizzativo degli edifici e servano per la distribuzione dei servizi previsti dal progetto; ove necessario, dovrà essere prevista l'integrazione degli edifici esistenti; M23: Vincolo di fruibilità delle coste. L'edificazione deve avvenire in modo che sia garantita la piena fruibilità della costa sia per quanto attiene alla possibilità di transito e di accesso che per quanto attiene alla visuale da vie e da spazi pubblici o di uso pubblico; M 24: Vincolo di realizzazione di fasce di connessione ambientale. Gli interventi di riqualificazione delle aree già edificate (sia in ambito urbano sia in ambito produttivo) potranno essere realizzati attraverso la creazione di corridoi verdi (fasce alberate, sistemi di siepi) che favoriscono nuovi processi di colonizzazione della vegetazione. Tali corridoi hanno la funzione di connettere le aree edificate con le risorse ambientali della città (il fiume, la fascia costiera, le aree rurali).

[5] P4: Piano di dettaglio di iniziativa privata; P5: Piano di dettaglio di iniziativa pubblica; P7: Programma coordinato di intervento complessivo: piano di utilizzo dell'intera sottozona, al quale devono seguire, nel caso non si arrivi al dettaglio, uno o più piani attuattivi privati o pubblici P4 o P5; P8: Accordo di Programma ai sensi della L.R. 45/89. È facoltà dell'Amministrazione Comunale di promuovere

L'ARP potrà essere realizzata per stralci funzionali. L'intervento può essere realizzato con il concorso di partner privati.

L'intervento in progetto, in entrambe le alternative di localizzazione, risulta conforme al PUC dal momento che è ammessa nella sottozona D1/G5.2.3.6 l'ormeggio e che nella sottozona D1/G5.2.5 è ammessa la destinazione d'uso impianti e attrezzature tecnologiche a cui può essere ricondotta l'installazione della stazione di trasformazione MT/AT.

2.3.3 Piano Regolatore Generale Comunale di Porto Torres

Il Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC) del Comune di Porto Torres è stato approvato con Decreto Assessoriale Regionale No. 862/U del 9/05/1983 (Pubblicazione su BURAS No. 30 del 1/06/1983). L'ultima variante al PRGC è stata adottata definitivamente con delibera n.34 dell'08/04/2010 e pubblicata sul B.U.R.A.S. n. 9 del 29/03/2011.

Il PRGC definisce il contenuto e la forma dell'assetto territoriale ed insediativo del Comune di Porto Torres ed in particolare:

- fissa l'uso del suolo edificato, edificabile e non, per l'intero territorio comunale;
- tutela e valorizza i beni culturali, storici, ambientali e paesaggistici;
- utilizza e trasforma gli immobili pubblici e privati esistenti;
- fissa la caratterizzazione quantitativa, funzionale e speciale delle aree destinate alla residenza, alla industria, al commercio, alle attività direzionali, culturali e ricreative;
- qualifica e localizza le attrezzature pubbliche a livello urbano e di quartiere;
- stabilisce il tracciato e le caratteristiche tecniche della rete infrastrutturale per le comunicazioni di trasporti pubblici e privati;
- fissa i principali impianti e servizi tecnologici urbani;
- determina le norme generali e particolari per la propria attuazione.

La zonizzazione del comune di Porto Torres ha interessato le aree del centro abitato e le sue aree limitrofe. Le aree non zonizzate sono considerate Zone E (a carattere agricolo) o Zone D (a carattere industriale) qualora ricadenti nell'agglomerato industriale di Porto Torres (aree relative al Consorzio di Sviluppo Industriale di Sassari, Porto Torres, Alghero).

Le aree di interesse per il progetto ricadono, quindi, in Zona D, normata dall'Art. 11 delle NtA, il quale cita *vengono definite come zone D le aree industriali e produttive, ricadenti nell'agglomerato industriale di Porto Torres relative al piano di sviluppo industriale di Sassari, Porto Torres, Alghero. Per quanto riguarda l'attuazione di questo Piano, si rimanda ai grafici e alle norme ad esso relativi [Omissis].*

Sulla base di quanto sopra riportato la realizzazione del progetto è assoggettata a quanto disposto dalle NTA del Consorzio Industriale Provinciale (CIP) di Sassari, illustrato nel seguito.

2.3.4 Piano Regolatore Portuale del Porto di Porto Torres

L'Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna (AdSP) è istituita ai sensi del D.Lgs 169/2016, che ha disposto il riordino delle esistenti Autorità Portuali a livello nazionale, con la

uno o più accordi qualora la realizzazione di uno strumento urbanistico esecutivo comporti la partecipazione coordinata di più soggetti pubblici e privati, per favorire, anche mediante incentivi, l'integrazione e il coordinamento progettuale, finanziario, attuativo e gestionale, tra interventi diretti, tra interventi indiretti, tra interventi diretti e indiretti. Si attuano mediante accordo di programma le Aree Attuative che necessitano di riqualificazione urbana mediante operazioni di riassetto urbanistico unitarie e che sono individuate come Aree di ristrutturazione programmata; P15. RP Relazione Paesaggistica.

creazione di nuovi Enti ai quali viene affidato un ruolo strategico di indirizzo, programmazione e coordinamento dei porti di competenza. Nella AdSP sarda sono 8 i porti amministrati: Cagliari, Olbia, Golfo Aranci, Porto Torres, Oristano, Santa Teresa, Portovesme e Arbatax.

Dal 2008 il Porto di Porto Torres è di competenza dell'Autorità dei Porti di Olbia e Golfo Aranci. Sulla base di quanto disposto dall'art. 5 della legge 84/1994, il Piano Regolatore Portuale deve delimitare e disegnare rispettivamente l'ambito e l'assetto complessivo dei porti costituenti il sistema, individuando le caratteristiche e la destinazione funzionale delle aree interessate, ivi comprese quelle destinate alla produzione industriale, all'attività cantieristica e alle infrastrutture stradali e ferroviarie. Un PRP riveste quindi il ruolo tecnico e giuridico di strumento di sviluppo e gestione (strutturale e funzionale) dell'ambito portuale, oggi concetto molto esteso (aree demaniali e non), attraverso il quale vengono fissate le regole, i criteri e le modalità di utilizzazione delle distinte aree portuali, contemplando anche eventuali scenari di integrazione ed ottimizzazione con le reti di comunicazione territoriale nonché di valorizzazione e salvaguardia dei contesti urbani ed ambientali circostanti.

Per il Porto Industriale esiste un PRP redatto nel 1986, approvato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ma mai firmato dall'allora Ministro dei Lavori Pubblici e quindi formalmente non in vigore. Il Porto Civico è, invece, in possesso di un Piano Regolatore Portuale redatto nel 1996 e definitivamente approvato dalla competente Regione Autonoma della Sardegna con Determinazione n.93/PT del 09/05/2001. Le previsioni in esso contenute sono state attuate solo in parte, come conseguenza sia delle difficoltà incontrate durante la realizzazione degli interventi, sia della inadeguatezza di alcuni concetti su cui si basava quel piano non più rispondenti alle caratteristiche delle attuali navi.

Uno dei primi atti della nuova AdSP è stato quello di prevedere l'elaborazione di un nuovo e aggiornato PRP. La versione del PRP 1986, sebbene non formalmente in vigore, risulta quella in base alla quale sono stati realizzati gli interventi che hanno condotto all'attuale configurazione. Negli anni Novanta la presenza di una infrastruttura portuale più moderna spinse le compagnie marittime che gestivano i traghetti ad abbandonare il porto cittadino per spostarsi nel porto industriale che presentava anche caratteristiche di protezione dalle mareggiate di gran lunga migliori. Questa circostanza produceva però una indesiderabile promiscuità di funzioni. Pertanto, il Comune promosse, d'intesa con l'Autorità Marittima, la redazione di un nuovo PRP di quello che da allora fu denominato porto civico e non più porto commerciale.

Nel corso dell'iter approvativo del Piano Regolatore del Porto Civico e del relativo SIA, in data 07/04/1999 venne emesso un decreto da parte del Ministero dei Trasporti e della Navigazione, Dipartimento della Navigazione Marittima ed Interna che stabiliva che *l'ambito portuale di Porto Torres era comprensivo sia del bacino del porto commerciale sia del bacino industriale* e *la classificazione effettuata con DM 3 aprile 1967, n. 842-3410 doveva intendersi riferita all'intero ambito portuale*. Per la redazione del nuovo Piano Regolatore Portuale di Porto Torres, l'Ente ha deciso di svolgere la VAS contestualmente alla formazione del Piano stesso e, in data 07/09/2012, ha attivato con la Regione Autonoma della Sardegna la relativa procedura. Gli indirizzi programmatici per la redazione del nuovo Piano Regolatore Portuale sono di seguito brevemente illustrati suddivisi per il porto industriale e per quello civico.

Per il Porto Industriale:

- rimuovere o allontanare il più possibile dal centro abitato le navi trasportanti merci pericolose (segnatamente gasiere, petroliere e chimichiere);
- individuare possibili aree di deposito delle rinfuse solide e liquide;
- inserire un terminale per le ferrovie, opportunamente collegato con lo svincolo esistente;
- ricercare una collocazione ottimale per il terminale contenitori;

- ricercare una collocazione ottimale per il terminale per i traffici ro-ro e car carrier;
- migliorare la capacità ricettiva della parte riservata al traffico di merci tradizionali;
- separare razionalmente i diversi tipi di traffico;
- individuare un'area dotata di sufficienti spazi a terra nella quale ubicare le attività cantieristiche a servizio soprattutto della nautica da diporto.

Sulla base degli obiettivi su richiamati, sono state tracciate le seguenti linee guida per la definizione delle azioni del nuovo Piano Regolatore del complesso portuale di Porto Torres. In particolare, per il Porto Industriale esse sono:

- destinare il porto industriale alla movimentazione di rinfuse solide e liquide e delle merci riservate alle residue attività industriali nella parte occidentale del bacino portuale, più lontana del centro cittadino, al traffico di contenitori, Ro-Ro e car carriers nella parte centrale, al collegamento con il traghetto ferroviario ed al traffico di merci convenzionali nella parte orientale;
- realizzare, nella zona industriale, un'area retro portuale dove collocare una serie di attività connesse ai traffici che si svolgeranno nel porto industriale, fornendo quindi un supporto operativo all'attività di banchina ed alleggerendo le attività portuali.

La documentazione delle Linee guida e di Valutazione Ambientale Strategica del nuovo PRP di Porto Torres pre legge di riforma portuale (D.lgs 169/2016) è disponibile on line sul sito dell'AdSP al seguente link http://www.adspmaredisardegna.it/amm-trasparente/pianificazione-e-governo-del-territorio/. Di seguito si riporta l'assetto funzionale del porto per l'area di studio.

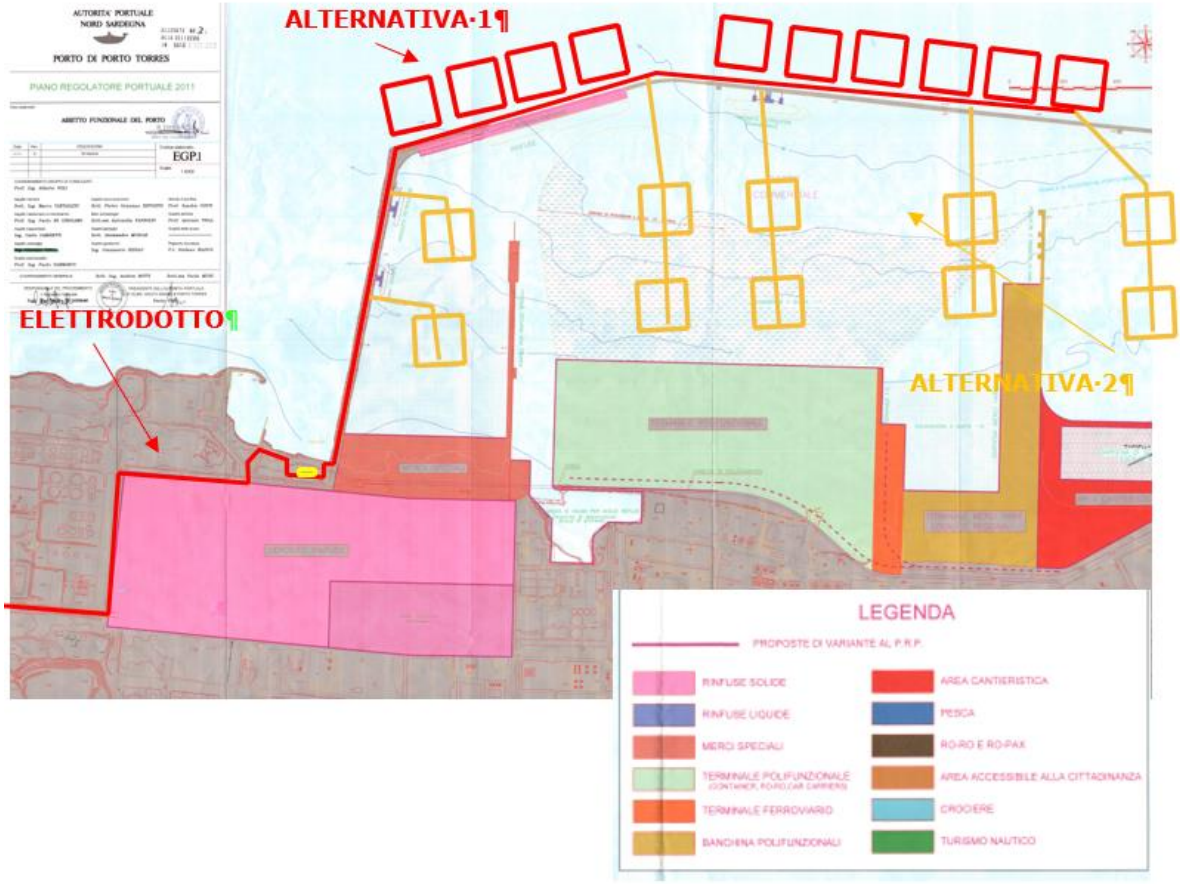


Figura 2-25: Assetto funzionale del Porto di Porto Torres

Non si ravvisano particolari criticità alla realizzazione del progetto rispetto all'assetto funzionale del porto indipendentemente dalle alternative di progetto selezionata. Si evidenzia, inoltre, che

nell'ambito della procedura di Autorizzazione Unica, sarà effettuata richiesta per il rilascio della concessione demaniale marittima delle aree portuali interessate, per la realizzazione delle opere in progetto.

2.3.5 Piano di Utilizzo dei Litorali del Comune di Porto Torres

Il Piano di Utilizzo dei Litorali (PUL) del Comune di Porto Torres è stato approvato con deliberazione del consiglio comunale n.1 del 26/01/2017. Le finalità del piano sono le seguenti:

- garantire la conservazione e la valorizzazione dell'integrità fisica e patrimoniale dei beni demaniali;
- considerare in via primaria il soddisfacimento degli interessi pubblici e di uso pubblico, armonizzando con essi le esigenze delle attività economiche esercitate ed esercitabili sulle aree demaniali, anche in vista di un loro articolato e qualificato sviluppo.

L'approccio ritenuto utile per perseguire uno sviluppo sostenibile del territorio costiero è la Gestione Integrata delle Zone Costiere, come peraltro ribadito anche dal PPR per quanto riguarda la gestione degli Ambiti di Paesaggio costieri (Art. 14 comma 2) e della Fascia Costiera, bene paesaggistico d'insieme (Art. 20 comma 3). La Gestione Integrata riconosce un approccio alla programmazione e alla pianificazione integrata delle risorse ambientali, socio-culturali e territoriali in genere, in rapporto ai loro differenti usi. In questo senso, la gestione integrata è condotta con l'obiettivo generale di perseguire lo sviluppo sostenibile del territorio costiero, attraverso un approccio strategico che si fonda sulla gestione sostenibile delle risorse naturali, su una prospettiva di lungo periodo, sul rispetto socioculturale delle comunità locali e su un migliore coordinamento delle attività e competenze istituzionali.

Gli obiettivi del piano risultano divisi in obiettivi generali e obiettivi specifici:

1. Promuovere forme di co-pianificazione con gli Enti aventi competenze specifiche sull'ambito costiero al fine di conseguire una gestione unitaria del litorale di Porto Torres;
    - Attivare un processo di collaborazione con gli Enti competenti per l'assunzione del quadro conoscitivo del PUL all'interno degli specifici strumenti di Piano e l'eventuale contestualizzazione dei dispositivi di regolamentazione.
2. Organizzare una fruizione turistico - ricreativa per la valorizzazione dell'ambito costiero riconoscibile anche a livello sovralocale e come opportunità per lo sviluppo economico sostenibile della comunità turritana;
    - Favorire la creazione di nuove forme di imprenditoria nel campo dei servizi turistico – ricreativi in ambito costiero;
    - Promuovere la riqualificazione ambientale degli ambiti costieri degradati;
    - Promuovere la realizzazione di un sistema di infrastrutture integrato per la fruizione naturalistica, sportiva e balneare;
3. Regolamentare forme di utilizzo del litorale compatibili con le condizioni di pericolosità geomorfologica ed individuare le esigenze di mitigazione del rischio per la fruizione;
    - Riorganizzare il sistema della fruizione negli ambiti costieri compatibilmente con le attuali condizioni di pericolosità geologica – geotecnica.

Il PUL non include l'area di progetto all'interno delle aree destinate ad attività turistico ricreativa.

2.3.6 Piano Regolatore Territoriale dell'Area di Sviluppo Industriale di Sassari -Porto Torres - Alghero

Il Piano Regolatore Territoriale (PRT) dell'ex Area di Sviluppo Industriale (ASI) ora Consorzio Industriale Provinciale (CIP) di Sassari è stato approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, in data 5 Novembre 1971. Il Consorzio ASI nasce con lo scopo di favorire il sorgere di nuove iniziative industriali nel proprio comprensorio e il suo PRT disciplina il completamento delle zone di propria competenza. L'ultima variante del PRT è stata approvata con Decreto dell'Assessorato Regionale agli Enti Locali Finanze ed Urbanistica n. 76/U del 22/07/1991 ed è stata adottata con Delibera dell'Assemblea Generale del Consorzio dell'Area di Sviluppo Industriale di Sassari – Porto Torres – Alghero n. 3659 del 22/03/1990.

Le Norme Tecniche di Attuazione (NtA) sono state oggetto di variante approvata dall'Assemblea Generale del Consorzio Industriale Provinciale CIP con Deliberazione n. 17 in data 29/12/2009 e successivamente approvata da parte dei Comuni di Sassari (con D.C.C. n. 11 del 01/03/2011), Porto Torres (con D.C.C. n. 15 del 21 Marzo 2011) e della Regione Autonoma della Sardegna (con D.D.G. n. 4979 del 06/11/ 2012).

Nella seguente **Figura 2-26** è riportata la zonizzazione del PRT per l'area industriale con annesso porto industriale di Porto Torres.

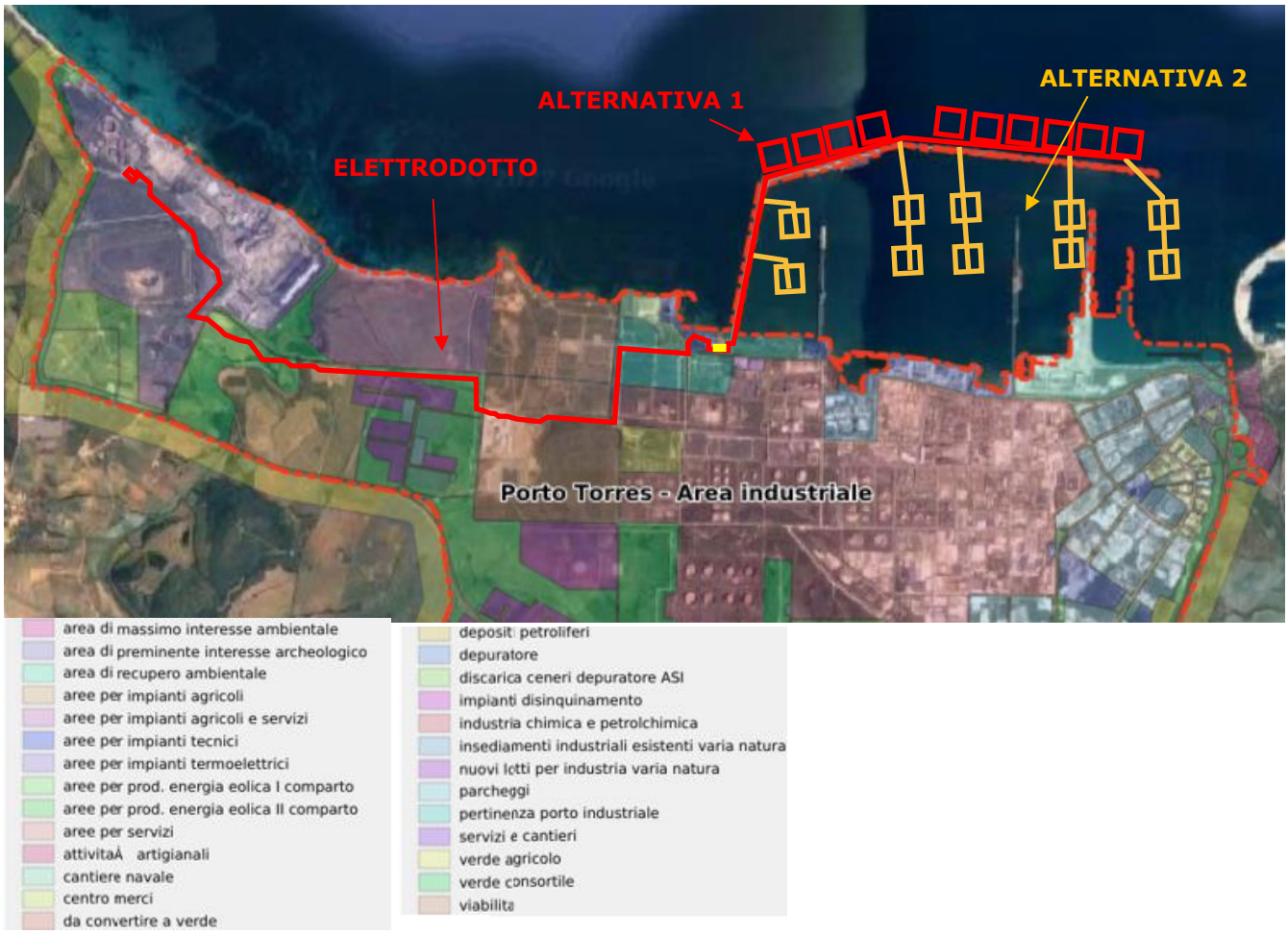


Figura 2-26: Agglomerato industriale di Porto Torres – Piano Regolatore Territoriale (Fonte: Geoportale CIP Sassari http://www.cipsassari.it/)

Come si evince dalla figura la diga ricade in aree di pertinenze del porto industriale attinenti all'art. 12 delle NTA del PRT secondo cui

Tali aree sono destinate alle attività di movimentazione e di stoccaggio connesse alla utilizzazione del porto industriale e all'interscambio con il trasporto terreste, ferroviario e stradale. L'uso di tali aree sarà pertanto definito in base ad apposito regolamento del Consorzio ASI.

Per quanto riguarda l'elettrodotto, nonostante nel suo sviluppo attraversi aree differentemente classificate (aree per impianti termoelettrici; aree di Pertinenza del Porto Industriale - con riferimento alle aree già trattate nel paragrafo sul PRP; aree per servizi; aree per impianti tecnici; industria chimica e petrolchimica; zone da convertire a verde; viabilità - confinante con aree per impianti agricoli e servizi e verde consortile; verde consortile) non si ravvedono criticità nell'ammissibilità dell'intervento dal momento che le soluzioni alternative in fase di valutazione (posa a terra dei cavi elettrici in trincea lungo il margine laterale della viabilità esistente occupando una porzioni di territorio già modificate; o su carbonodotto e rack delle tubazioni di trasferimento fluidi dall'area portuale all'area di centrale già esistenti) non prevedono l'utilizzo di suolo non già utilizzato. Con riferimento all'attraversamento del Fiume Santo, esso verrà realizzato ancorando l'elettrodotto al viadotto esistente. Nel caso in cui tale soluzione non sia percorribile si provvederà alla posa dell'elettrodotto in trincea mediante perforazione orizzontale controllata.

In conclusione, non si ravvisano particolari criticità alla realizzazione del progetto, per entrambe le alternative di localizzazione rispetto alle previsioni del Piano Regolatore dell'Area di Sviluppo Industriale di Sassari-Porto Torres-Alghero.

2.3.7 Piani di classificazione acustica

Nel presente paragrafo si riportano le informazioni relative alla zonizzazione acustica comunale dei Comuni di Sassari e Porto Torres. Si rimanda al **Capitolo 5** per l'analisi di conformità del progetto proposto.

Piano di classificazione acustica del Comune di Sassari

Il Piano di Classificazione Acustica del Comune di Sassari, redatto ai sensi dell'art. 6 della Legge. n. 447/1995, è stato definitivamente approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n.53 del 06/06/2019.

Come mostrato nella Figura 2-27, la porzione di territorio del Comune di Sassari interessata dal l'elettrodotto è classificata prevalentemente come di Classe VI – Aree esclusivamente industriali.

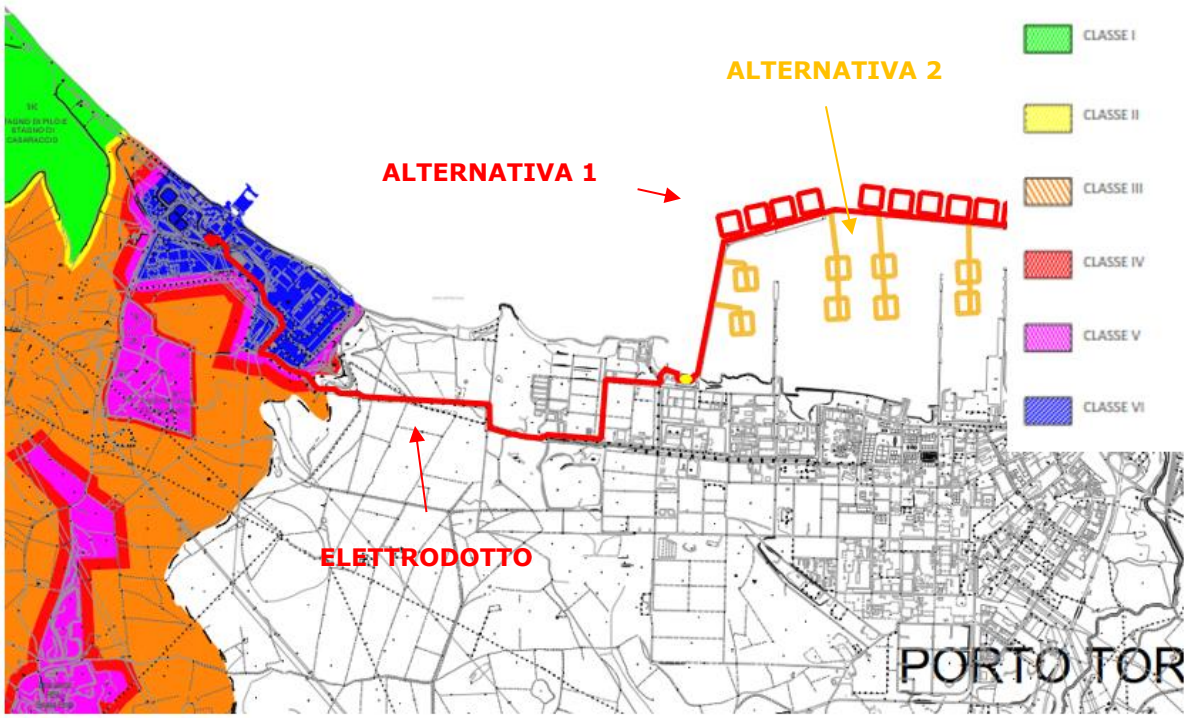


Figura 2-27: Piano di classificazione acustica di Sassari

Nella tabella sottostante si riporta il dettaglio della zonizzazione acustica di interesse e dei relativi limiti di immissione ed emissione.

Tabella 2-5: Limiti acustici nelle aree interessate dall'intervento ricadenti in Comune di Sassari

Classe	Livello equivalente diurno (6-22)		Livello equivalente notturno (22-6)	
	dB(A)			
	Limite Immissione	Limite Emissione	Limite Immisione	Limite Emissione
IV	65	60	55	50
V	70	65	60	55
VI	70	65	70	65

Piano di classificazione acustica di Porto Torres

Il Piano di classificazione acustica del Comune di Porto Torres è stato adottato con Delibera di Consiglio Comunale n. 16 del 27/05/2015.

Il sito di intervento è localizzato in aree classificate diversamente, in particolare interessa le seguenti classi:

- Classe VI, aree esclusivamente industriali;
- Classe V, aree prevalentemente industriali;
- Classe IV, aree ad intensa attività umana.

Si rimanda alla tabella precedente per i limiti di immissione ed emissione.

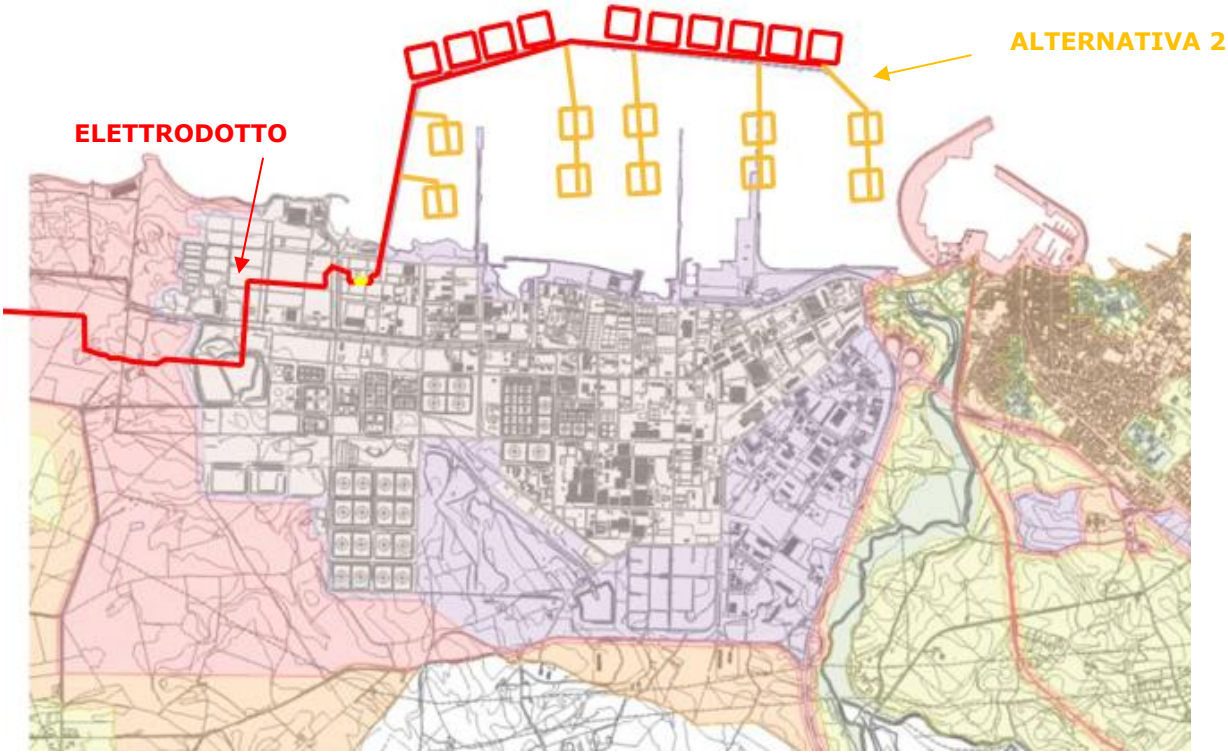


Figura 2-28: Piano di classificazione acustica del Comune di Porto Torres

2.4 Pianificazione regionale di settore

2.4.1 Piano Regionale della Qualità dell'Aria Ambiente

Con Delibera n. 1/3 del 10/01/2017 è stato approvato il Piano Regionale di Qualità dell'Aria Ambiente (PRQAA) della Regione Autonoma della Sardegna. Il PRQAA è stato predisposto a partire dal documento elaborato nell'ambito del progetto *PO FESR 2007-2013 Linea di attività 4.1.2a Aggiornamento della rete di monitoraggio della qualità dell'aria e delle emissioni in atmosfera*. Il Piano mira all'adozione di misure aggiuntive per preservare la migliore qualità dell'aria in tutto il territorio regionale attraverso l'applicazione di:

- Misure tecniche quali:
  - l'incentivazione alla sostituzione dei caminetti e delle stufe tradizionali con sistemi ad alta efficienza nel settore del riscaldamento domestico (Misura D0F01);
  - la limitazione dell'impiego di olio combustibile, di gasolio e di legna nelle caldaie e negli impianti a bassa efficienza impiegati per il riscaldamento nel terziario (Misura D0T02);
  - disposizioni per l'abbattimento delle polveri da cave e da impianti di produzione di calcestruzzi e di laterizi (Misura E0T06);
  - interventi in ambito portuale (porti di Cagliari ed Olbia), finalizzati all'abbattimento delle emissioni provenienti dallo stazionamento delle navi nel porto e dalle attività portuali, quali uno studio di fattibilità sull'elettrificazione delle banchine, il monitoraggio dei combustibili utilizzati dalle imbarcazioni in ingresso al porto e lo studio sulla possibilità di sostituirli con altri meno inquinanti, la razionalizzazione dei sistemi di imbarco e della logistica del traffico merci all'interno dell'area portuale ecc. (Misura M5E07);
  - la razionalizzazione del trasporto urbano (Misura M0T03 e Misura M0T04); e

- Misure non tecniche quali:
    - Sensibilizzazione ed informazione (Misura E0I01, Misura E0I02, Misura E0I03);
    - Azioni, promozioni, incentivazioni (Misura E0I04);
    - Studi ed approfondimenti (Misura E0E05. Misura E0E06, Misura E0E07);
    - Miglioramento delle normali attività di monitoraggio (Misura E0E08, Mi-sura E0E09, Misura E0E10);
    - Tavoli di coordinamento (Misura E0E11, Misura E0E12);
    - Istituzione di eventuali ulteriori tavoli di coordinamento ritenuti necessari per l'attuazione delle misure tecniche di piano.

Con il Piano sono adottate alcune misure finalizzate al raggiungimento del rispetto del valore limite della media giornaliera del PM10 nell'agglomerato di Cagliari, definito ai sensi del comma 1 dell'articolo 9 del D.Lgs. 155/2010, e diverse misure finalizzate a preservare la migliore qualità dell'aria compatibile con lo sviluppo sostenibile nella rimanente parte del territorio regionale.

La zonizzazione individuata ai sensi del decreto legislativo 155/2010 e ss.mm.ii., adottata con D.G.R. n. 52/19 del 10/12/2013 e approvata in data 11/11/ 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:

- Agglomerato di Cagliari, comprendente anche i Comuni di Quartu S.E., Quartucciu, Selargius, Monserrato e Elmas (codice IT2007);
- Zona urbana comprendente i Comuni di Olbia e Sassari (esclusa l'area industriale di Fiume Santo) (codice IT2008);
- Zona industriale comprendente i Comuni di Portoscuso, Sarroch, Capoterra, Assemini e Porto Torres (più l'area industriale di Fiume Santo) (codice IT2009);
- Zona rurale comprendente i restanti Comuni (codice IT2010).

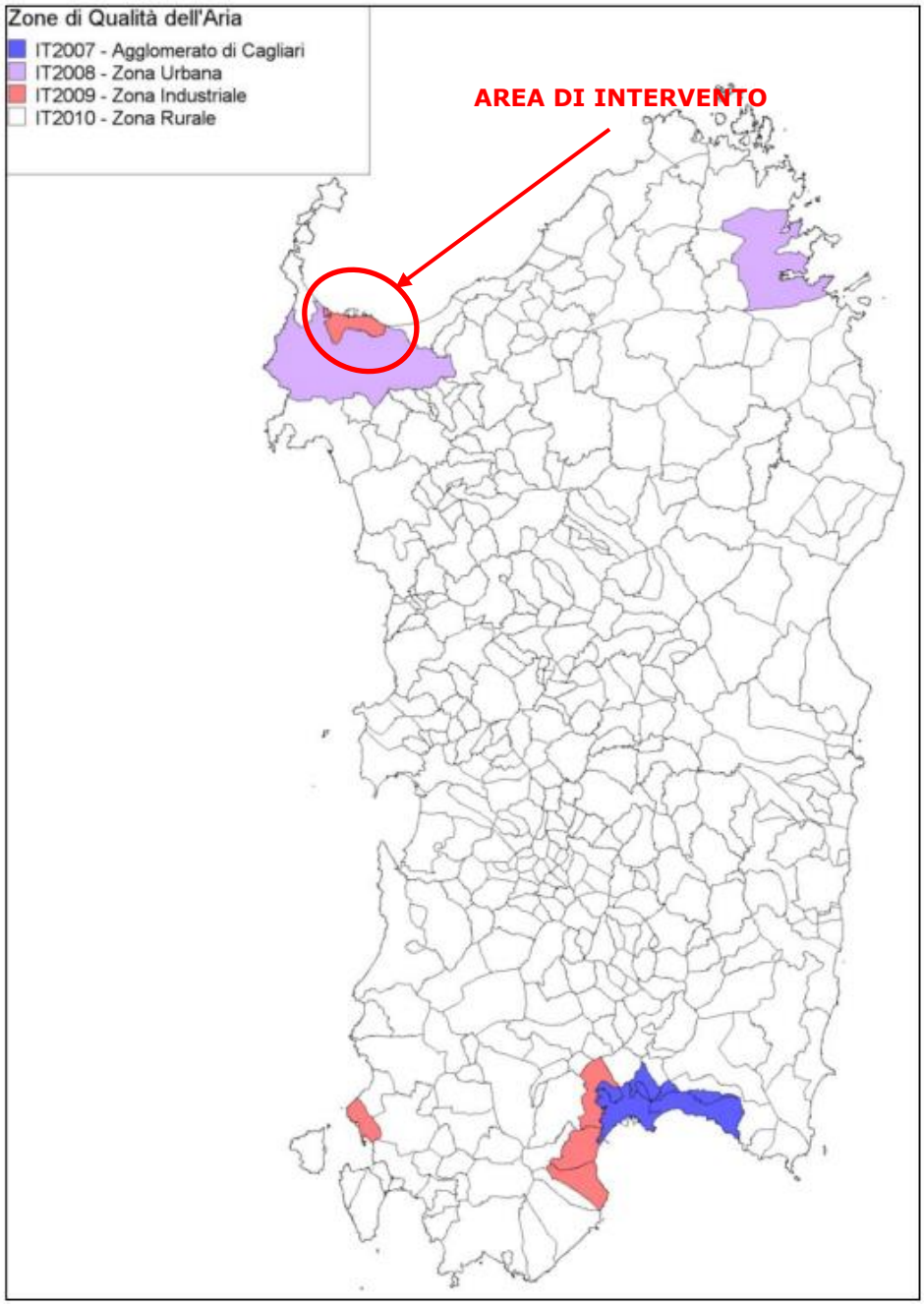


Figura 2-29: Zonizzazione del territorio regionale ai sensi della D.G.R. n. 52/19 del 2013

Per l'ozono è prevista una zona unica, denominata Zona Ozono (codice IT2011) che comprende le precedenti zone, escluso la zona IT2007, per la quale è già previsto il monitoraggio dell'ozono. Con DGR n. 52/42 del 23/12/2019 è stato, inoltre, approvato il documento recante *Riesame della classificazione delle zone e dell'agglomerato ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente, ai sensi del d.lgs. n. 155/2010 e ss.mm.ii..*

La Classificazione delle zone e degli agglomerati viene riesaminata almeno ogni cinque anni, ai sensi dall'art. 4, comma 2 del D. Lgs. 155/2010. Dal confronto della classificazione attuale e quella precedente emerge che la nuova classificazione si presenta:

- invariata in tutte le zone per gli inquinanti benzene, monossido di carbonio, piombo, cadmio, nichel e biossido di zolfo;

- migliorata per quanto riguarda gli inquinanti benzo(a)pirene, PM2.5, NO2 orario e, limitatamente alla Zona urbana, per il PM10 giornaliero;
- peggiorata per quanto riguarda il valore medio annuale e giornaliero del PM10 nell'agglomerato di Cagliari (IT2007) e nella zona rurale (IT2010) e per l'arsenico nella Zona industriale.

Si osserva inoltre che permane una situazione di generale criticità con riferimento all'ozono. L'area di interesse ricade in Zona Industriale IT2009 e Zona Ozono IT2011.

In base alle indicazioni del D.Lgs. 155/2010, per tali aree i piani ai sensi dell'articolo 10 sono. Il Piano d'azione della Regione Sardegna, redatto ai sensi dell'art. 10 del D. Lgs 155/2010 ha due obiettivi generali:

- la riduzione del rischio di superamento del valore limite della media giornaliera del particolato atmosferico (PM10) nell'agglomerato di Cagliari;
- la riduzione del rischio di superamento delle soglie di allarme di SO2 e dei valori obiettivo di IPA e metalli pesanti nella zona industriale.

Pertanto, sono state messe a punto le procedure di riferimento per le aree industriali in caso di rischio di superamento sia del valore limite per la media giornaliera del PM10 che delle soglie di informazione e di allarme dell'ozono.

L'intervento previsto risulta in linea con gli obiettivi di riduzione degli inquinanti atmosferici del Piano dal momento che favorisce la riduzione delle emissioni di impianti di produzione di energia elettrica alimentati a combustibili fossili.

2.4.2 Pianificazione di Bacino - Aree a Rischio Individuate nei Piani per l'Assetto Idrogeologico e nei Piani di Gestione del Rischio Alluvioni

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico PAI è stato approvato con decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10/07/ 2006 ed è stato successivamente oggetto di aggiornamento. In particolare, le revisioni al Piano sono relative:

- all'aggiornamento "Ottobre 2019" delle Norme di Attuazione approvate con Deliberazioni del Comitato Istituzionale n. 1 del 03/10/2019 e n. 1 del 28/10/2019;
- all'aggiornamento delle Aree a Pericolosità Idraulica e Geomorfologica contenute nello Studio di compatibilità idraulica e geologica-geotecnica presentato dal Comune di Portoscuso approvato con Deliberazioni del Comitato Istituzionale n. 5 del 17/05/2016;

Il PAI si applica nel bacino idrografico unico regionale della Sardegna, suddiviso a sua volta nei seguenti sottobacini:

- sub-bacino n.1 Sulcis;
- sub-bacino n.2 Tirso;
- sub-bacino n.3 Coghinas – Mannu – Temo;
- sub-bacino n.4 Liscia;
- sub-bacino n.5 Posada – Cedrino;
- sub- bacino n.6 Sud – Orientale;
- sub-bacino n.7 Flumendosa – Campidaro – Cixerri.

L'area d'intervento ricade nel sub-bacino n°3 Coghinas-Mannu-Temo.

Sono contenuti e finalità del PAI:

- la delimitazione e la disciplina delle aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1);
- la delimitazione e la disciplina aree di pericolosità da frana molto elevata (Hg4), elevata (Hg3), media (Hg2) e moderata (Hg1).

Inoltre, con l'esclusiva finalità di identificare ambiti e criteri di priorità tra gli interventi di mitigazione dei rischi idrogeologici nonché di raccogliere e segnalare informazioni necessarie sulle aree oggetto di pianificazione di protezione civile, il PAI delimita le seguenti tipologie di aree a rischio idrogeologico ricomprese nelle aree di pericolosità idrogeologica di cui ai precedenti punti:

- le aree a rischio idraulico molto elevato (Ri4), elevato (Ri3), medio (Ri2) e moderato (Ri1);
- le aree a rischio da frana molto elevato (Rg4), elevato (Rg3), medio (Rg2) e moderato (Rg1).

In **Figura 2-30** si riporta la localizzazione delle alternative di progetto con riferimento alla mappa di pericolosità idraulica.

Figura 2-30: Inquadramento dell'area di progetto rispetto alle aree a pericolosità idraulica

Come si vede in figura, il tracciato dell'elettrodotto attraversa aree classificate a pericolosità idraulica Hi4 – P3 (aree a pericolosità idraulica molto elevata) localizzate in corrispondenza del Fiume Santo.

Ai sensi dell'art. 27 comma 3 delle NTA del PAI nelle aree di pericolosità idraulica Hi4 è consentita la realizzazione di:

In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico, comprese le opere provvisionali temporanee funzionali agli interventi, nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente: [Omissis]

h) allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti; nel caso di condotte e di cavidotti, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme qualora sia rispettata la condizione che tra piano di campagna e estradosso ci sia almeno un metro di ricoprimento, che eventuali opere connesse emergano dal piano di campagna per una altezza massima di 50 cm e che il soggetto attuatore provveda a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese tali elementi qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico.

Come già indicato l'attraversamento del Fiume Santo verrà preferibilmente realizzato ancorando l'elettrodotto al viadotto esistente, non interferendo quindi con l'area a rischio idraulico. Nel caso in cui tale soluzione non sia percorribile si provvederà alla posa dell'elettrodotto in trincea mediante perforazione orizzontale controllata provvedendo a richiedere le necessarie autorizzazioni.

In **Figura 2-31** si riporta la localizzazione delle alternative di progetto con riferimento alla mappa di pericolosità geomorfologica.

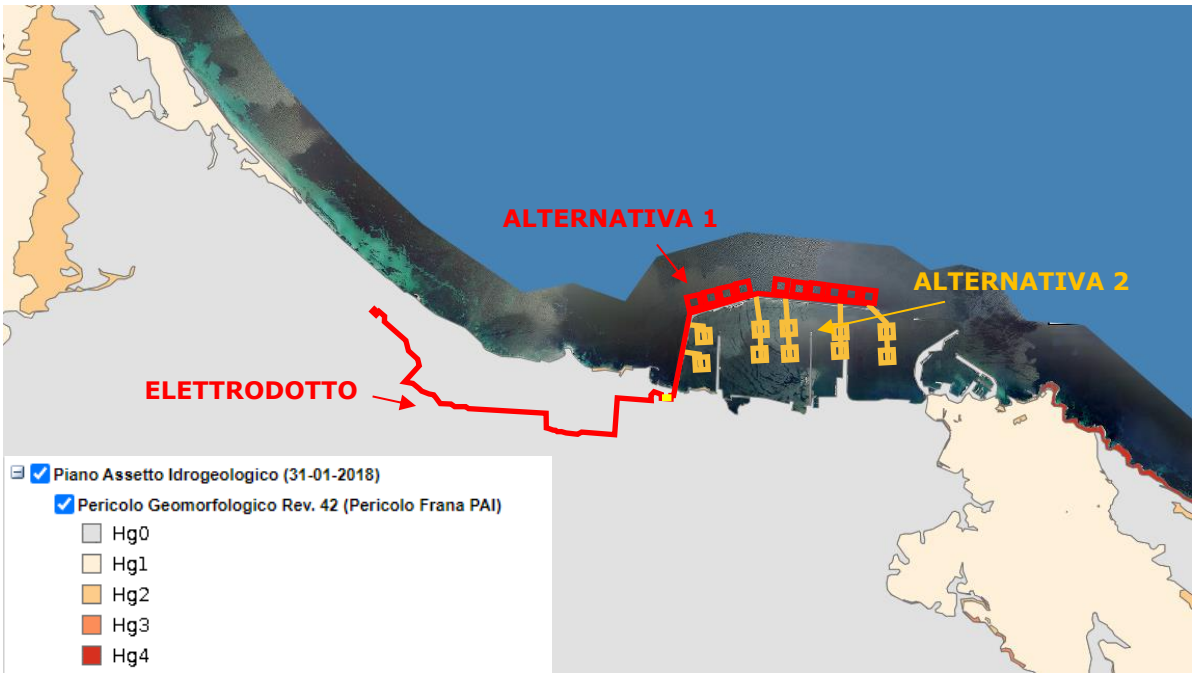


Figura 2-31: Inquadramento dell'area di progetto rispetto alle aree a rischio frana

Le aree di intervento non sono comprese all'interno di zone a rischio frana.

Piano stralcio Fasce Fluviali

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) è un approfondimento necessario al PAI in quanto, delimitando le regioni fluviali, permette di conseguire un assetto del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica. Il PSFF della Regione Sardegna è stato approvato con Deliberazione n. 2 del 17/12/2015 e classifica le aree inondabili in termini di tempo di ritorno secondo le seguenti fasce:

- *Fascia A_2: aree inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T =2 anni;*
- *Fascia A_50: aree esterna alla precedente inondabile al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T=50 anni;*
- *Fascia B_100: aree esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T=100 anni. Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento ovvero sino alle opere idrauliche di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento), dimensionate per la stessa portata;*
- *Fascia B_200, area di inondabile per evento di piena con portata T=200 anni esterna alla precedente*
- *Fascia C: aree esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno T=500 anni o superiore, comprensiva quindi anche di eventi storici eccezionali, e, nel caso siano più estese, comprendenti anche le aree storicamente inondate e quelle individuate mediante analisi geomorfologia. Tale area di piena, essendo riferita all'evento catastrofico, va definita in base all'inviluppo tra l'analisi geomorfologica ed idraulica.*

Nella figura sottostante si può notare come il tracciato dell'elettrodotto intersechi, in corrispondenza dell'attraversamento del Fiume Santo, fasce fluviali classificate come inondabili di classe A2 e A50.

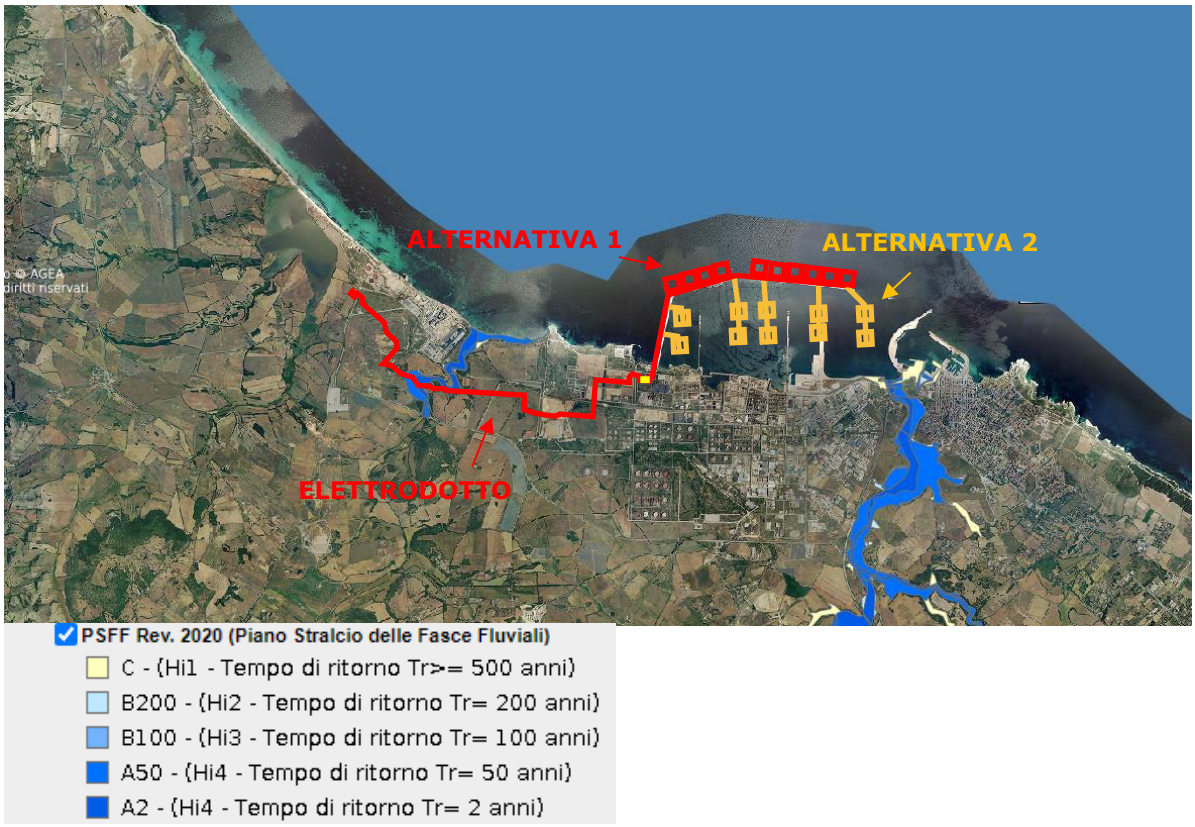


Figura 2-32: Inquadramento dell'area di progetto rispetto alle fasce fluviali a rischio inondazione

Le aree di intervento non sono comprese all'interno di zone a rischio inondazione se non per un breve tratto del tracciato dell'elettrodotto in corrispondenza dell'attraversamento di Fiume Santo. Come già indicato tale attraversamento verrà preferibilmente realizzato ancorando l'elettrodotto

al viadotto esistente. Nel caso in cui tale soluzione non sia percorribile si provvederà alla posa dell'elettrodotto in trincea mediante perforazione orizzontale controllata.

Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

In attuazione delle previsioni dell'art. 7 del D. Lgs. 49/2010 e dell'art. 13 del D. Lgs. 152/2006, con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 15/03/2016 è stato approvato il Piano di gestione del rischio di alluvioni. L'obiettivo generale del Piano è la riduzione delle conseguenze negative derivanti dalle alluvioni sulla salute umana, il territorio, i beni e il patrimonio culturale, l'ambiente e le attività economiche e sociali.

Il Piano, predisposto dall'Autorità di Bacino per tutto il territorio regionale, si integra e si coordina con gli altri piani vigenti per la mitigazione del rischio idrogeologico (PAI e Piano Stralcio Fasce Fluviali). Esso rappresenta la base conoscitiva e operativa di supporto alle attività di pianificazione locali attraverso l'individuazione di misure strutturali (realizzazione di opere di mitigazione del rischio) e misure non strutturali (prevenzione, protezione e preparazione).

Il Piano, oltre alle mappe di pericolosità, danno potenziale e rischio alluvioni, comprende una sezione dedicata allo studio della pericolosità di alluvione derivante dalle inondazioni costiere costituito da mappe che riportano la pericolosità suddivisa per tempi di ritorno di 2, 20 e 100 anni (P3, P2 e P1).

All'interno delle NTA del PAI Sardegna, aggiornate ad ottobre del 2015, al Titolo V si riportano gli articoli riferiti al coordinamento tra il PAI e il PGRA; nello specifico prevede che: "*le aree caratterizzate da sola pericolosità da inondazione costiera sono regolate dalle norme d'uso che i Comuni e gli altri enti competenti definiscono nei propri strumenti di pianificazione con particolare riferimento al Piano Urbanistico Comunale (PUC) e al Piano di Utilizzo dei Litorali (PUL), a seguito della redazione di uno studio di dettaglio locale da approvare entro il 31 dicembre 2016. Ad essi si applicano le previsioni di cui all'art.8 comma 2. Successivamente a tale termine, qualora i Comuni non abbiano redatto lo studio di dettaglio locale, per le aree di pericolosità da sola inondazione costiera l'Autorità di Bacino stabilisce norme d'uso transitorie fino all'approvazione dello studio*".

Con riferimento al PGRA si è considerato solo la mappa riguardante la pericolosità da inondazione costiera, poiché quella sul rischio alluvioni è già stata trattata nel paragrafo del PAI.

Il Programma Azione Coste Sardegna è parte del PGRA; in esso si individuano 20 unità fisiografiche costiere di cui viene analizzata la pericolosità di inondazione dal mare.

Il progetto ricade all'interno del Dominio 16 come mostrato nella Figura sottostante.

Figura 2-33: Suddivisione del territorio sardo in domini per l'inondazione costiera

I tempi di ritorno utilizzati nella modellazione delle alluvioni di origine marina sono:

- Tr≤2 anni per *elevata probabilità di alluvioni – (High Probability Hazard – HPH)"*;
- Tr≤20 anni per "*media probabilità di alluvioni (tempo di ritorno ≥ 100 anni) – (Medium Probability Hazard – MPH)"*;
- Tr≤100 anni per "*scarsa probabilità o scenari di eventi estremi – (Low Probability Hazard – LPH)".*

Come mostrato in **Figura 2-34**, l'area di progetto non è interessata da rischio di alluvioni di origini marine.

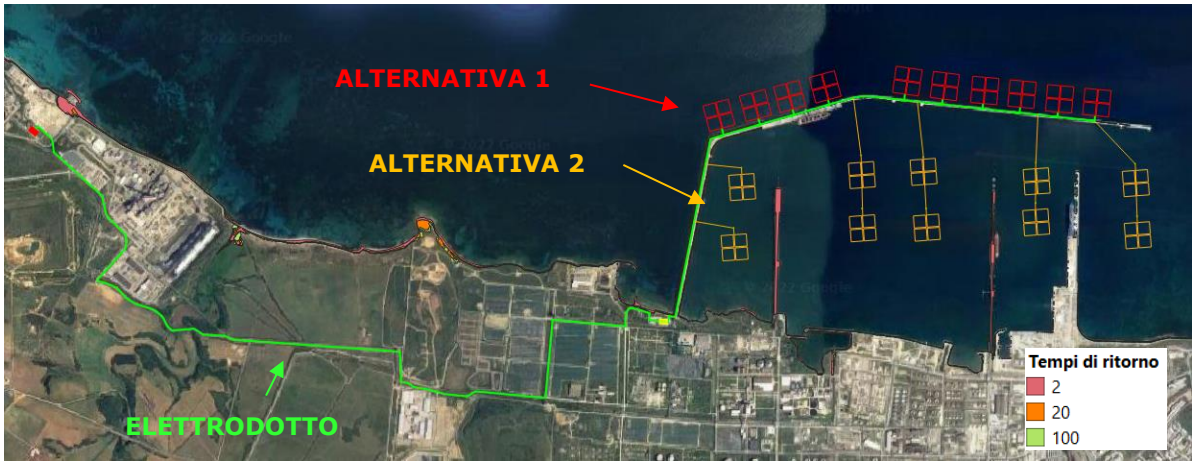


Figura 2-34: Mappa della pericolosità di inondazione costiera (Fonte: PGRA Regione Sardegna)

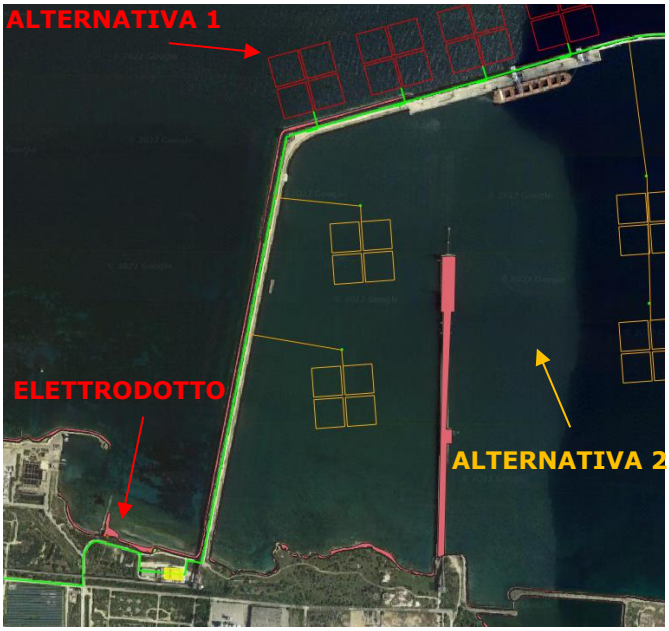


Figura 2-35: Dettaglio della mappa pericolosità da inondazione costiera

Le aree di intervento non sono comprese all'interno di zone soggette a rischio inondazione costiera.

2.4.3 Piano di Gestione del Distretto Idrografico

Il Piano di Gestione del Distretto Idrografico, previsto dalla Direttiva quadro sulle acque (direttiva 2000/60/CE) è uno strumento di pianificazione e attuazione delle misure per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici. Tramite il Piano di Gestione si pianificano, attuano e monitorano le misure per la protezione, risanamento e miglioramento dei corpi idrici.

Il primo Piano di Gestione della Regione Sardegna è stato adottato con Delibera n. 1 del 25/02/2010. La direttiva 2000/60/CE prevede per il Piano di Gestione un processo di revisione continua ed in particolare stabilisce che lo stesso piano venga sottoposto a riesame e aggiornamento ogni 6 anni. Il 21 dicembre 2021, con Delibera n. 16, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino ha adottato il secondo riesame e aggiornamento del Piano di Gestione del distretto idrografico della Sardegna (terzo ciclo di pianificazione 2021-2027), ai fini delle successive procedure di approvazione, previste dalla L.R. 19/2006 e dall'articolo 66 del D. Lgs 152/2006.

In generale le misure di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei previ-ste dal PGDA sono volte a:

- prevenire il deterioramento nello stato dei corpi idrici;
- raggiungere il buono stato ecologico e chimico dei corpi idrici superficiali e il buono stato chimico e quantitativo dei corpi idrici sotterranei;
- raggiungere un buon potenziale ecologico per i corpi idrici superficiali artificiali o fortemente modificati;
- ridurre progressivamente l'inquinamento causato dalle sostanze pericolose prioritarie e l'arresto o l'eliminazione graduale delle emissioni, degli scarichi e delle perdite di sostanze pericolose nei corpi idrici superficiali;
- prevenire o limitare l'immissione di inquinanti nelle acque sotterranee;

- conformarsi agli obiettivi per le aree protette.

Il Piano di Gestione del Distretto Idrografico suddivide il territorio regionale in sette zone idrografiche denominate Sistemi; come mostrato nella figura sottostante l'area di progetto è inserita nel Sistema 3, Nord - Occidentale.

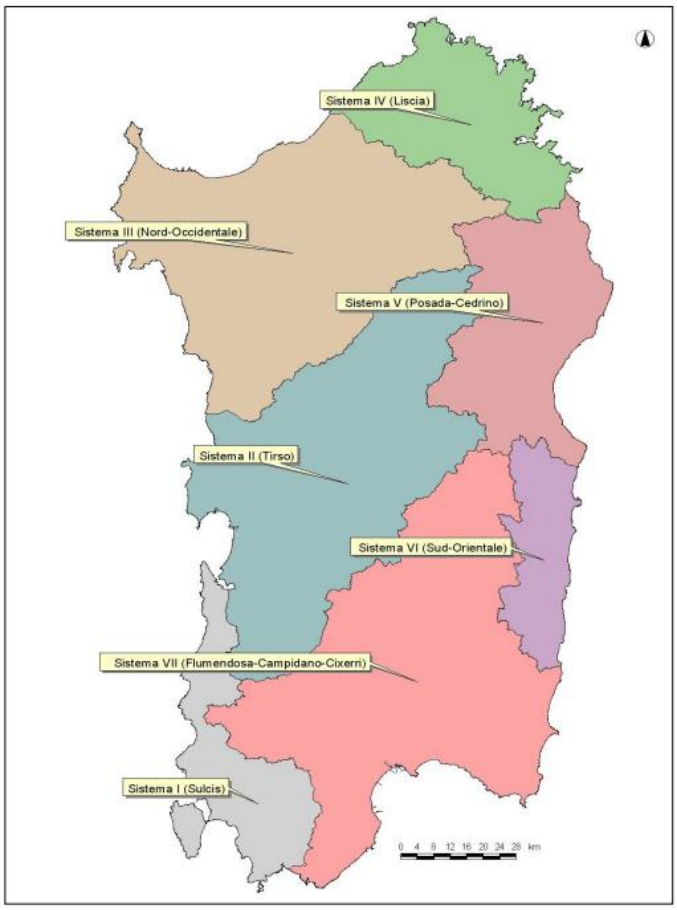


Figura 2-36: Individuazione dei sistemi del Piano di Gestione Idrografico

All'Allegato 3 del Piano di Gestione sono riportate le *Analisi delle pressioni e degli impatti significativi esercitati dalle attività umane* e all'Allegato 5 le *Specificazione delle aree protette del distretto idrografico della Sardegna*.

L'area di interesse si colloca nel Sub-Bacino del Rio Mannu di Porto Torres. La caratterizzazione dell'area di interesse è riportata nel successivo **Capitolo 3**.

2.4.4 Piano di Tutela delle Acque

Il PTA è stato approvato con DGR n. 14/16 del 4/4/2006. Esso costituisce un piano stralcio di settore del Piano di Bacino Regionale della Sardegna, ai sensi dell'art. 17, c. 6-ter della legge n. 183 del 1989 e ss.mm.ii.

Il principio attorno a cui ruota la redazione del PTA è costruire un Piano che sia strumento conoscitivo, programmatico, dinamico attraverso azioni di monitoraggio, programmazione, individuazione di interventi, misure, vincoli, finalizzati alla tutela integrata degli aspetti quantitativi e qualitativi della risorsa idrica, e pertanto, che garantisca un uso sostenibile della risorsa idrica.

Gli obiettivi del Piano sono i seguenti:

- raggiungimento o mantenimento degli obiettivi di qualità fissati dal D. Lgs. 152/99 e suoi collegati per i diversi corpi idrici ed il raggiungimento dei livelli di quantità e di qualità delle risorse idriche compatibili con le differenti destinazioni d'uso;
- recupero e salvaguardia delle risorse naturali e dell'ambiente per lo sviluppo delle attività produttive ed in particolare di quelle turistiche; tale obiettivo dovrà essere perseguito con strumenti adeguati particolarmente negli ambienti costieri in quanto rappresentativi di potenzialità economiche di fondamentale importanza per lo sviluppo regionale;
- raggiungimento dell'equilibrio tra fabbisogni idrici e disponibilità, per garantire un uso sostenibile della risorsa idrica, anche con accrescimento delle disponibilità idriche attraverso la promozione di misure tese alla conservazione, al risparmio, al riutilizzo ed al riciclo delle risorse idriche;
- lotta alla desertificazione.

Il territorio sardo è suddiviso in Unità Idrografiche Omogenee (UIO); il progetto in questione ricade nella n. 8 Mannu di Porto Torres (**Figura 2-37**).

Figura 2-37: Unità Idrografica Omogenea n. 8 "Mannu di Porto Torres"

Il bacino del Riu Mannu di Porto Torres, si sviluppa in una vasta area della Sardegna nordoccidentale, all'interno dell'area denominata "Fossa Sarda"; quest'ultima è stata interessata in diversi periodi da ripetute trasgressioni e regressioni marine e da numerose manifestazioni vulcaniche. L'U.I.O. è caratterizzata da una presenza pressoché maggioritaria di zone a carattere antropico. Infatti, le Aree Urbane occupano circa il 3% e le aree Industriali circa l'1,4%. All'interno dell'U.I.O., infatti, sorgono due importanti centri urbani: Sassari e Porto Torres.

Nelle Norme tecniche di Attuazione del PTA sono riportati gli obiettivi di qualità per i corpi idrici e le misure di tutela quali-quantitativa degli stessi.

La caratterizzazione dell'area di interesse è riportata nel successivo **Capitolo 3**.

2.4.5 Piano Regionale di Bonifica delle Aree Inquinate

Con Deliberazione n. 38/34 del 24/07/2018 la Regione Sardegna ha adottato l'aggiornamento della Sezione Bonifica delle aree inquinate della Sardegna e degli elaborati connessi alla Valutazione Ambientale Strategica e alla Valutazione di Incidenza Ambientale del Piano Regionale di gestione dei rifiuti.

Nel Piano sono raccolte e organizzate in maniera sistematica tutte le informazioni ambientali ricavate da indagini, analisi e studi allo scopo di delineare le linee di azione da adottare per gli interventi di bonifica e la messa in sicurezza permanente dei siti contaminati.

Sulla base delle analisi effettuate i siti da sottoporre ad attività di bonifica sono stati classificati secondo le seguenti macrocategorie:

- siti interessati da attività industriali;
- siti interessati da attività minerarie dismesse;
- siti interessati da discariche dismesse di rifiuti urbani;
- siti interessati da attività e servitù militari;
- siti di stoccaggio idrocarburi e Punti Vendita carburante.

Gli obiettivi di piano sono i seguenti:

1. assicurare la protezione dell'ambiente e, con essa, la salute delle persone e la promozione del benessere dei cittadini;
2. promuovere la bonifica e/o messa in sicurezza dei siti inquinati nelle aree minerarie dismesse in particolare quelle del sulcis – iglesiente – guspinese;
3. promuovere la bonifica e/o la messa in sicurezza dei siti inquinati nelle aree industriali e/o artigianali;
4. promuovere la bonifica e/o la messa in sicurezza dei siti interessati dalla presenza di discariche dismesse di rifiuti;
5. individuare le priorità per gli interventi di bonifica da finanziare con risorse pubbliche anche nei casi di sostituzione in danno, in modo da garantire il recupero delle situazioni a maggior rischio ambientale e per la salute pubblica;
6. individuare le sinergie con il piano regionale di gestione dei rifiuti speciali;
7. favorire l'attuazione di politiche ed azioni anche informative al fine di prevenire i fenomeni di contaminazione accidentale;
8. favorire l'attuazione di politiche ed azioni al fine di prevenire la contaminazione di aree degradate;
9. definire e promuovere mediante la formazione dei tecnici, la bonifica e/o il recupero delle aree inquinate secondo modalità di efficienza e garanzia di qualità ambientale.

Tra gli obiettivi, particolarmente rilevante risulta l'obiettivo 3 "Promuovere la bonifica e/o la messa in sicurezza dei siti inquinati nelle aree industriali e/o artigianali" nel cui dettaglio viene esplicitamente citato il sito di Porto Torres che a valenza nazionale ed è stato istituto con Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 07/02/2003.

Come mostrato in **Figura 2-38**, e illustrato più estesamente al **paragrafo 2.6.2**, l'area di intervento ricade interamente nella perimetrazione del SIN Aree industriali di Porto Torres.

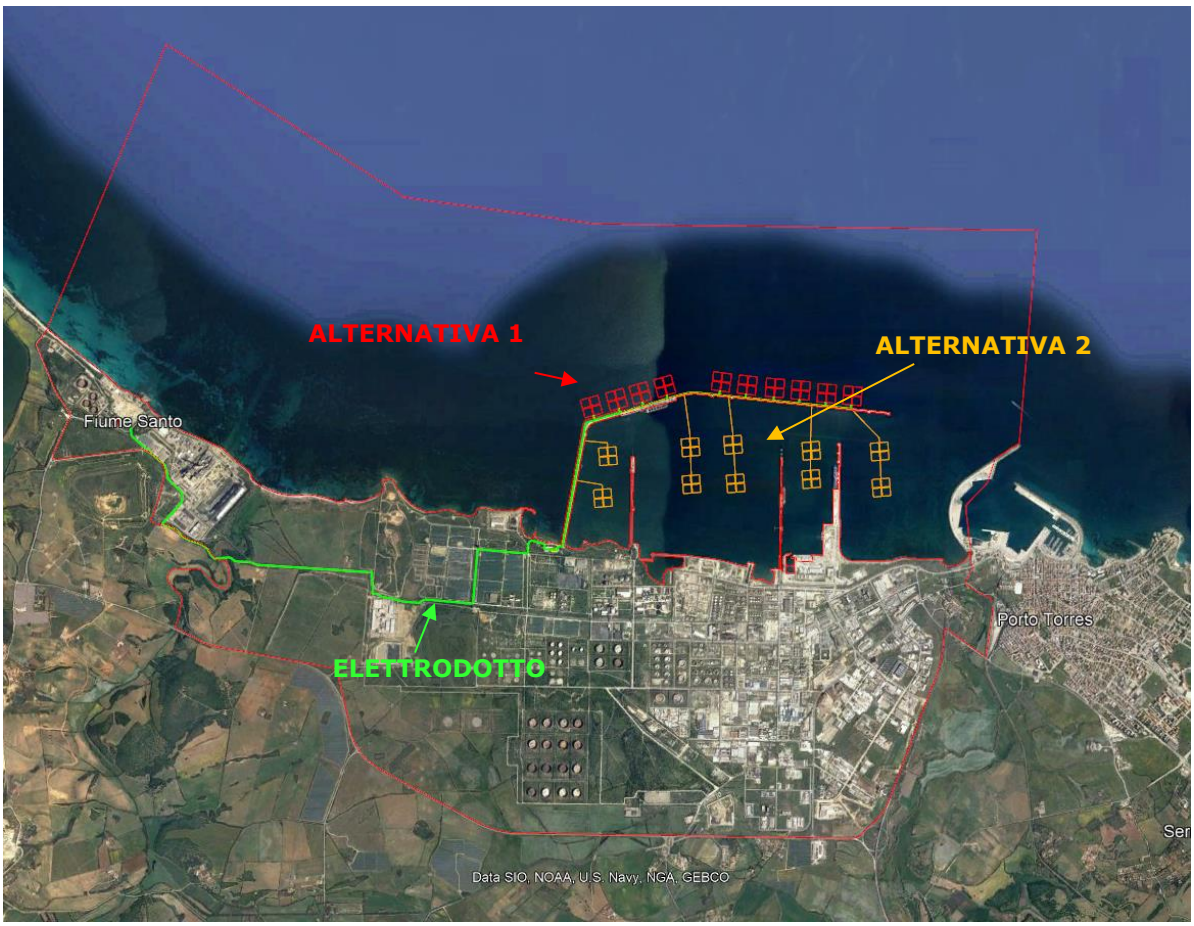


Figura 2-38: Inquadramento dell'intervento nel SIN Aree industriali di Porto Torres

Si rimanda al **paragrafo 2.6.2** per la descrizione del SIN.

Ad ogni modo si rileva che l'intervento in progetto non interferisce con gli obiettivi di bonifica della falda e dei suoli dell'area. Le attività di progetto rientrano nella classificazione di cui al comma 1, art. 242-ter; EPP è, pertanto, impegnata nel completamento della documentazione di cui all'Allegato 1 del Decreto Direttoriale n. 46 del 30/03/2021 che sarà sottomessa al Ministero ai fini dell'acquisizione del necessario nulla osta successivamente in quanto richiede l'acquisizione di informazioni non prontamente disponibili soggette a procedura di richiesta di accesso agli atti.

2.5 Aree naturali soggette a tutela

2.5.1 Elenco ufficiale aree protette

La Legge n. 394/91 Legge quadro sulle aree protette (pubblicata sul supplemento n.83 della G.U. n.292 del 13/12/1991) ha definito la classificazione delle aree naturali protette, ne ha istituito l'Elenco ufficiale e ne ha disciplinato la gestione.

L'Elenco Ufficiale delle Aree naturali Protette (EUAP) è un elenco, periodicamente aggiornato dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, che include tutte le aree naturali protette, marine e terrestri, ufficialmente riconosciute. L'elenco attualmente in vigore è quello relativo al sesto aggiornamento approvato il 27 aprile 2010 e pubblicato nel supplemento ordinario n. 115 alla Gazzetta Ufficiale n. 125 del 31 maggio 2010.

Attualmente il sistema nazionale delle aree naturali protette comprende:

- parchi nazionali: sono costituiti da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine che contengono uno o più ecosistemi intatti o anche parzialmente alterati da interventi antropici; una o

più formazioni fisiche, geologiche, geomorfologiche, biologiche, di rilievo internazionale o nazionale per valori naturalistici, scientifici, estetici, culturali, educativi e ricreativi tali da richiedere l'intervento dello Stato ai fini della loro conservazione per le generazioni presenti e future. Nella regione Sardegna sono presenti due Parchi Nazionali: il Parco Nazionale dell'Isola dell'Asinara e il Parco Nazionale dell'Arcipelago della Maddalena;

- parchi naturali regionali e interregionali: sono costituiti da aree terrestri, fluviali, lacuali ed eventualmente da tratti di mare prospicienti la costa, di valore naturalistico e ambientale, che costituiscono, nell'ambito di una o più regioni limitrofe, un sistema omogeneo, individuato dagli assetti naturalistici dei luoghi, dai valori paesaggistici e artistici e dalle tradizioni culturali delle popolazioni locali. Nella regione Sardegna sono presenti 4 Parchi Naturali Regionali: Parco naturale regionale di Porto Conte, Parco naturale regionale di Molentargius-Saline, Parco naturale regionale di Gutturu Mannu e Parco naturale regionale di Tepilora;
- riserve naturali: sono costituite da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine che contengono una o più specie naturalisticamente rilevanti della flora e della fauna, ovvero presentino uno o più ecosistemi importanti per la diversità biologica o per la conservazione delle risorse genetiche. Le riserve naturali possono essere statali o regionali in base alla rilevanza degli elementi naturalistici in esse rappresentati;
- zone umide di interesse internazionale: si intendono tutte le aree di palude, pantano, torbiera, distese di acqua, naturali ed artificiali, permanenti o temporanee con acqua ferma o corrente, dolce salata o salmastra includendo anche le acque marine la cui profondità durante la bassa marea non supera i 6 m (definizione da D.P.R. 448/76). Le zone umide sono tra gli ambienti più produttivi al mondo, conservano la diversità biologica e forniscono l'acqua e la produttività primaria da cui innumerevoli specie di piante e animali dipendono per la loro sopravvivenza. Tra le zone umide censite figurano anche le "Zone Ramsar", individuate dalla Convenzione omonima che ha come obiettivo "*la conservazione e l'utilizzo razionale di tutte le zone umide attraverso azioni locali e nazionali e la cooperazione internazionale, quale contributo al conseguimento dello sviluppo sostenibile in tutto il mondo*". Nella regione Sardegna sono presenti: lo Stagno di Cagliari, la Peschiera di Corru s'Ittiri con salina e zona di mare antistante-Stagno di San Giovanni e Marceddì, lo Stagno di Pauli Maiori, lo Stagno di Cabras, lo Stagno di Mistras, lo Stagno Sale e' Porcus, S'Ena Arrubia e lo Stagno di Molentargius.
- altre aree naturali protette: sono aree (oasi delle associazioni ambientaliste, parchi suburbani ecc.) che non rientrano nelle precedenti classi. Si dividono in aree di gestione pubblica, istituite cioè con leggi regionali o provvedimenti equivalenti, e aree a gestione privata, istituite con provvedimenti formali pubblici o con atti contrattuali quali concessioni o forme equivalenti.

Con la Legge Regionale n. 31/1989 è stato definito il sistema regionale dei parchi, delle riserve, dei monumenti naturali e delle altre aree di rilevanza naturalistica ed ambientale ai fini della conservazione, del recupero e della promozione del patrimonio biologico, naturalistico ed ambientale del territorio della Sardegna. Oltre a queste appena elencate sono state identificate:

- Aree Marine Protette: sono caratterizzate dalla presenza di formazioni fisiche, geologiche, geomorfologiche, biologiche o gruppi di esse di rilevante valore naturalistico e ambientale e/o esistenza di valori naturalistici. Nella Regione Sardegna sono presenti 5 Aree Marine Protette: Area Marina Protetta Penisola del Sinis-Isola di Mal di Ventre, Area Marina Protetta Tavolara-Punta Coda Cavallo, Area Marina Protetta Capo Caccia-Isola Piana, Area Marina Protetta Capo Carbonara e Area Marina Protetta Isola dell'Asinara;

- Santuario dei Cetacei: conosciuto anche come Pelagos, è stato istituito in Italia dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio successivamente all'iniziativa del Tethys Research Institute che negli anni 1989-1991 ha portato avanti le attività di ricerca del Progetto Pelagos per la creazione di una Riserva della Biosfera nel bacino Corso-Liguro-Provenzale che mostra la più alta concentrazione di mammiferi marini tra tutti i mari italiani (delfini, balene, ecc). L'iscrizione di questa zona di protezione sulla lista delle Aree Specialmente Protette di Importanza Mediterranea (ASPIM) nell'ambito del Protocollo ASP della Convenzione di Barcellona gli conferisce una riconoscenza ufficiale dei Paesi Mediterranei in quanto tali. Le ASPIM costituiscono il nucleo di una rete che ha per scopo la conservazione efficace del patrimonio mediterraneo ed è stata istituita per tutelare i mammiferi marini di ogni specie e i loro habitat, proteggendoli dagli impatti negativi diretti o indiretti delle attività umane e resa esecutiva con la Legge n. 391 del 11 Ottobre 2001.

  Il Santuario abbraccia un'area di circa 100.000 km2 comprende le acque tra Tolone (costa francese), Capo Falcone (Sardegna occidentale), Capo Ferro (Sardegna orientale) e Fosso Chiarone (Toscana).

  Da settembre 2004, il Santuario Pelagos opera in base a un piano di gestione che consente effettivamente di garantire una tutela efficace dell'area di competenza dell'Accordo in un'ottica di sostenibilità.

  L'adozione e l'applicazione del piano di gestione hanno così contrassegnato l'ingresso del Santuario Pelagos in una nuova dinamica, imperniata su una cooperazione internazionale regolare ed efficace, lasciando immutata la finalità di permettere ai mammiferi marini di muoversi, in compagnia dell'uomo, in un ambiente favorevole.

  Gli obiettivi principali del PdG sono:

  - Gestire e minimizzare gli impatti delle attività umane (in particolare l'inquinamento, i trasporti marittimi, la pesca, le attività turistiche, le competizioni sportive) sui mammiferi marini ed i loro habitat;
  - Assicurare un controllo delle popolazioni di mammiferi marini e dei loro habitat con lo scopo di migliorare l'efficacia delle misure di gestione;
  - Sensibilizzare e coinvolgere i professionisti, gli utenti del mare ed il pubblico.

  Il Comune di Porto Torres ha aderito in data 15/05/2013 alla Carta di Partenariato del Santuario Pelagos, impegnandosi a riservare particolare attenzione alla questione mammiferi marini adottando soluzioni a basso impatto, a trasmettere informazioni sugli spiaggiamenti ed a favorire attività pedagogiche e di informazione sul Santuario;

- Aree RIN (Aree di rilevante interesse ambientale): sono aree che, in virtù del loro stato, o per le relazioni con parchi, riserve e/o monumenti naturali, necessitano di protezione e di normativa di uso specifico ai sensi dell'art.4 comma 2 della L.31/89. Le aree RIN vengono istituite con Decreto Istitutivo dell'Assessore della difesa dell'Ambiente. In Sardegna le aree RIN istituite sono: il Bosco di Roverella di Monte Zara, nel Comune di Monastir (CA), e l'Area di Rilevante Interesse Naturalistico e Ambientale di Teccu nel comune di Bari Sardo;

- Monumenti naturali: sono monumenti naturali singoli elementi o piccole superfici di particolare pregio naturalistico o scientifico, che debbono essere conservati nella loro integrità ai sensi dell'art.4 comma 2 della L.31/89. Il monumento naturale è un oggetto della natura che si impone all'attenzione per un carattere-o un insieme di caratteri-che lo isola dalle forme consimili, rendendolo particolarmente degno di attenzione e di tutela

mediante l'inclusione tra le aree naturali protette. I monumenti naturali vengono istituiti con decreto dell'Assessore della difesa dell'Ambiente.

Nel seguito è analizzata la conformità della soluzione progettuale proposta con riferimento alla presenza di aree naturali soggette a tutela.

Parchi Nazionali e Regionali

In Sardegna sono presenti i seguenti parchi nazionali:

- Parco Nazionale dell'Asinara – EUAP0945;
- Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena – EUAP0018;
- Area del Parco Nazionale del Golfo di Orosei e Gennargentu – EUAP0944 (non ancora operativo).

Il Parco Nazionale in linea d'aria più vicino all'area interessata dalla proposta progettuale è il Parco Nazionale dell'Asinara, che dista all'incirca 16 chilometri.

Si può quindi escludere qualsiasi interessamento di Parchi Nazionali.

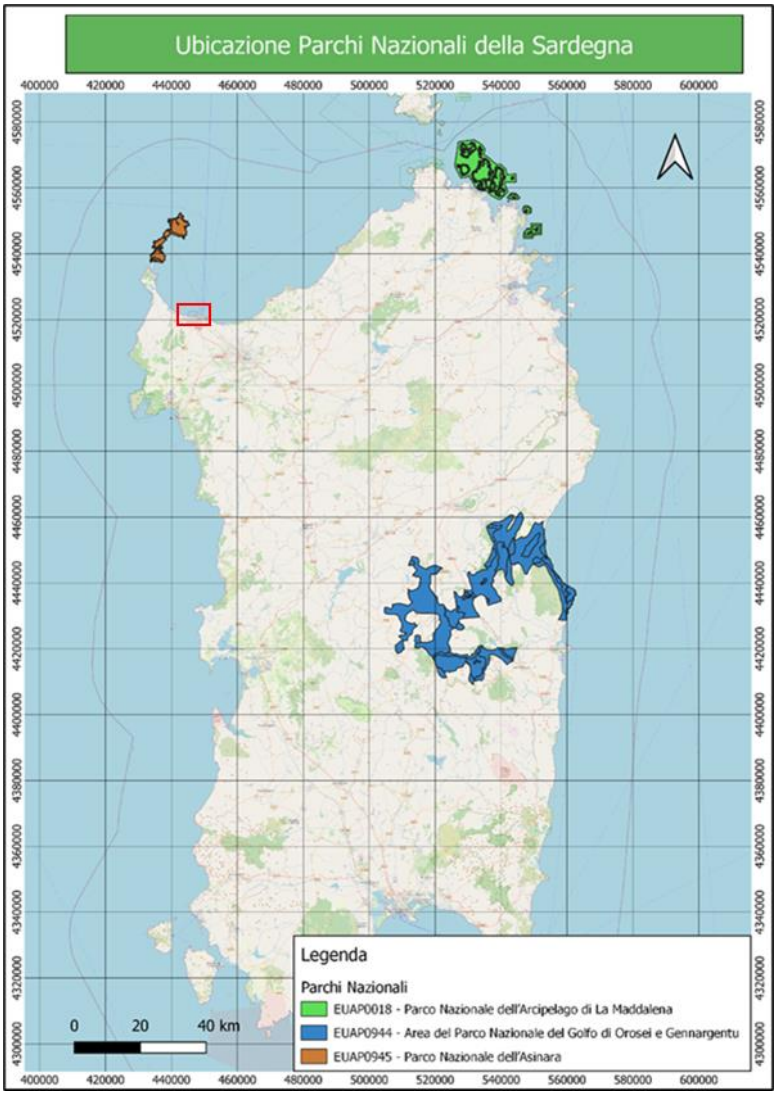


Figura 2-39: Ubicazione dei Parchi Nazionali della Sardegna (SardegnaGeoportale)

I Parchi Naturali Regionali sono invece 4:

- Parco Naturale Regionale Molentargius-Saline istituito con Legge Regionale 26 febbraio 1999, n. 5;

- Parco Naturale Regionale di Tepilora istituito con Legge Regionale 21 Ottobre 2014, n.21;
- Parco Naturale Regionale di Porto Conte istituito con Legge Regionale 26 febbraio 1999, n. 4;
- Parco Naturale Regionale di Gutturu Mannu istituito con Legge Regionale 21 ottobre 2014, n. 20.

Il Parco Naturale Regionale più vicino all'area di interesse è il Parco di Porto Conte, che, dal vertice più vicino, dista circa 24 chilometri.

Anche in questo caso si può quindi escludere qualsiasi interessamento di Parchi Naturali Regionali.

Figura 2-40 : Ubicazione dei Parchi Naturali Regionali della Sardegna (SardegnaGeoportale)

In aggiunta ai Parchi Nazionali e Regionali, la Legge Regionale n. 23 del 29 luglio 1998 ha istituito le Oasi Permanenti di Protezione Faunistica (OPF), finalizzate al mantenimento ed alla sistemazione degli habitat ricompresi anche nelle zone di migrazione dell'avifauna. In **Figura 2-41**, sono rappresentate le OPF per l'area settentrionale della regione Sardegna.

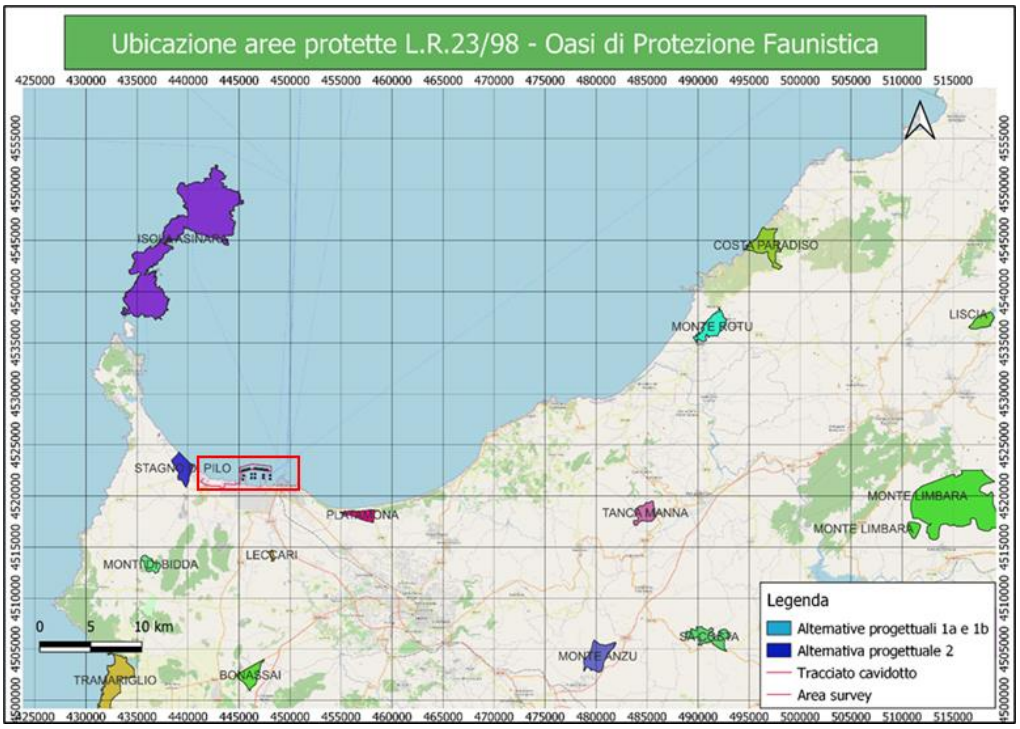


Figura 2-41: Oasi Permanenti di Protezione Faunistica OPF (Fonte: Sardegna Geoportale)

L'area interessata dalla sottostazione si trova a circa 1.3 km ad est dalla OPF "Stagno di Pilo". Non ricade in nessuna Oasi Permanente di Protezione Faunistica.

Ai fini della tutela e protezione faunistica, la regione Sardegna ha inoltre sancito con la legge regionale n. 23/1998, art. 24, comma 1 che l'Assessorato della Difesa dell'Ambiente provvede all'istituzione e alla gestione di zone temporanee di ripopolamento e di cattura (ZRC), destinate alla riproduzione della fauna selvatica allo stato naturale, al suo irradiamento nelle aree circostanti ed alla cattura della medesima per l'immissione sul territorio in modi e tempi utili all'ambientamento fino alla ricostituzione della densità faunistica ottimale del territorio.

Le ZTRC sono istituite in territori non destinati a coltivazioni specializzate o suscettibili di particolare danneggiamento per la rilevante concentrazione della fauna selvatica stessa ed hanno la durata compresa fra tre e sei anni, salvo modifiche, rinnovo o revoca anticipata.

Si riporta in figura un estratto della carta delle ZRC dell'area intorno al sito di interesse.

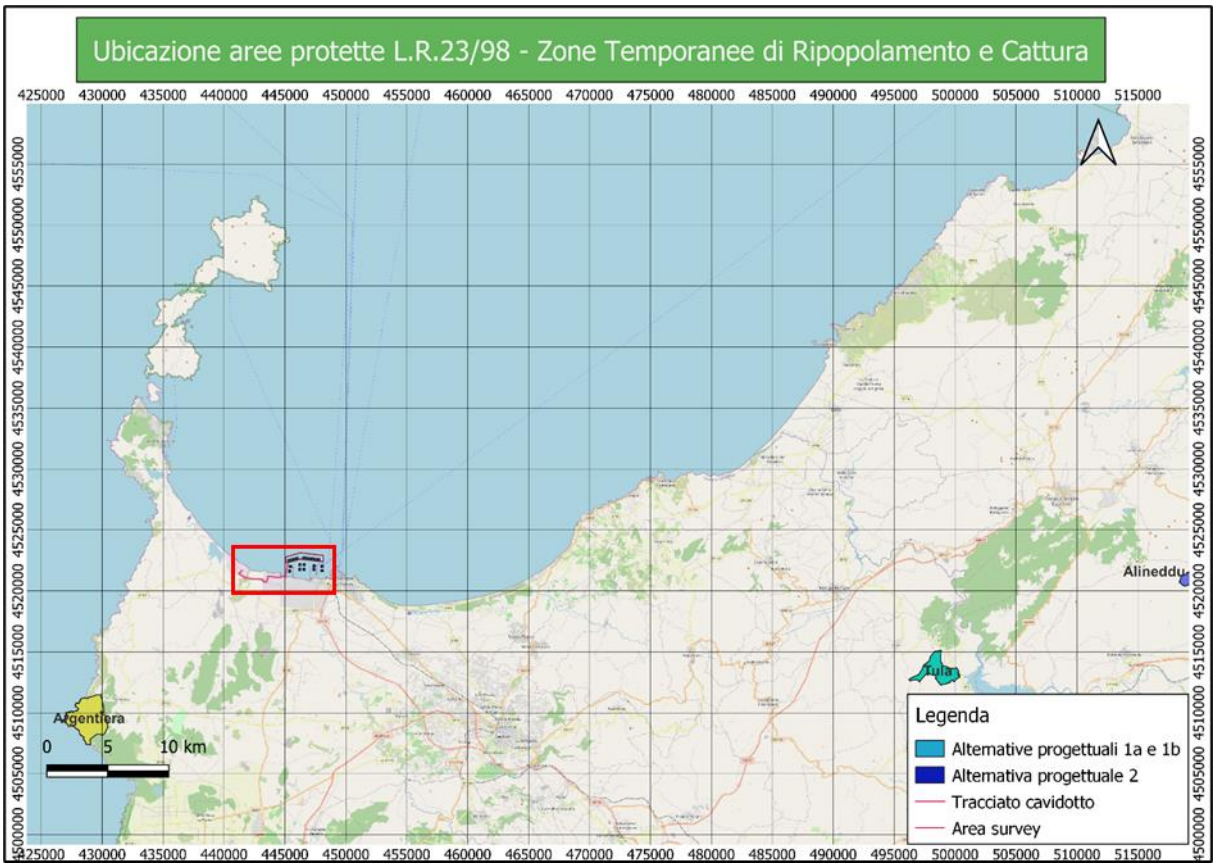


Figura 2-42: Zone Temporanee di Ripopolamento e Cattura ZRC (fonte : Sardegna Geoportale)

L'area interessata da progetto non ricade in nessuna Zona Temporanea di Ripopolamento e Cattura.

Aree marine protette

Come mostrato nella **Figura 2-43**, l'intervento in progetto, in entrambe le alternative di localizzazione, non interferisce con l'area marina protetta Isola dell'Asinara (EUAP 05552), identificata come area marina di reperimento secondo la Legge n. 979/1982, e istituita con Decreto 13 agosto 2002; l'interferenza non è però nulla se valutata in riferimento al Santuario dei mammiferi marini Pelagos (EUAP 1174) per entrambe le alternative di localizzazione. Si rimanda al Capitolo 3 e al Capitolo 5 per le relative valutazioni sulla significatività dell'interferenza.

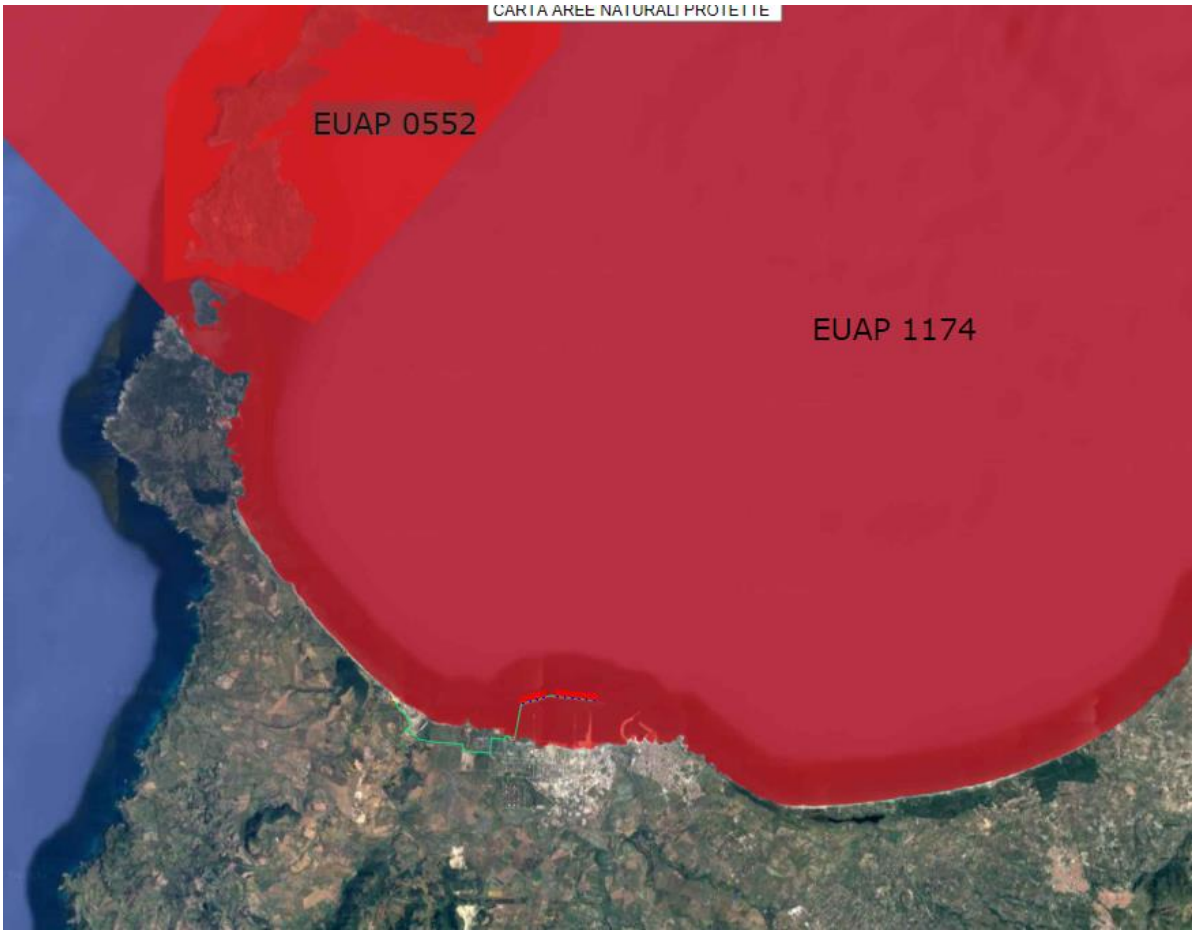


Figura 2-43: Localizzazione dell'intervento con riferimento alle aree marine protette

Aree Umide e Zone Ramsar

Come mostrato nella **Figura 2-44**, il progetto non influisce direttamente con alcuna area umida. L'area umida più vicina al sito di studio è situata a circa 92 km a sud e denominata Stagno di Cabras.

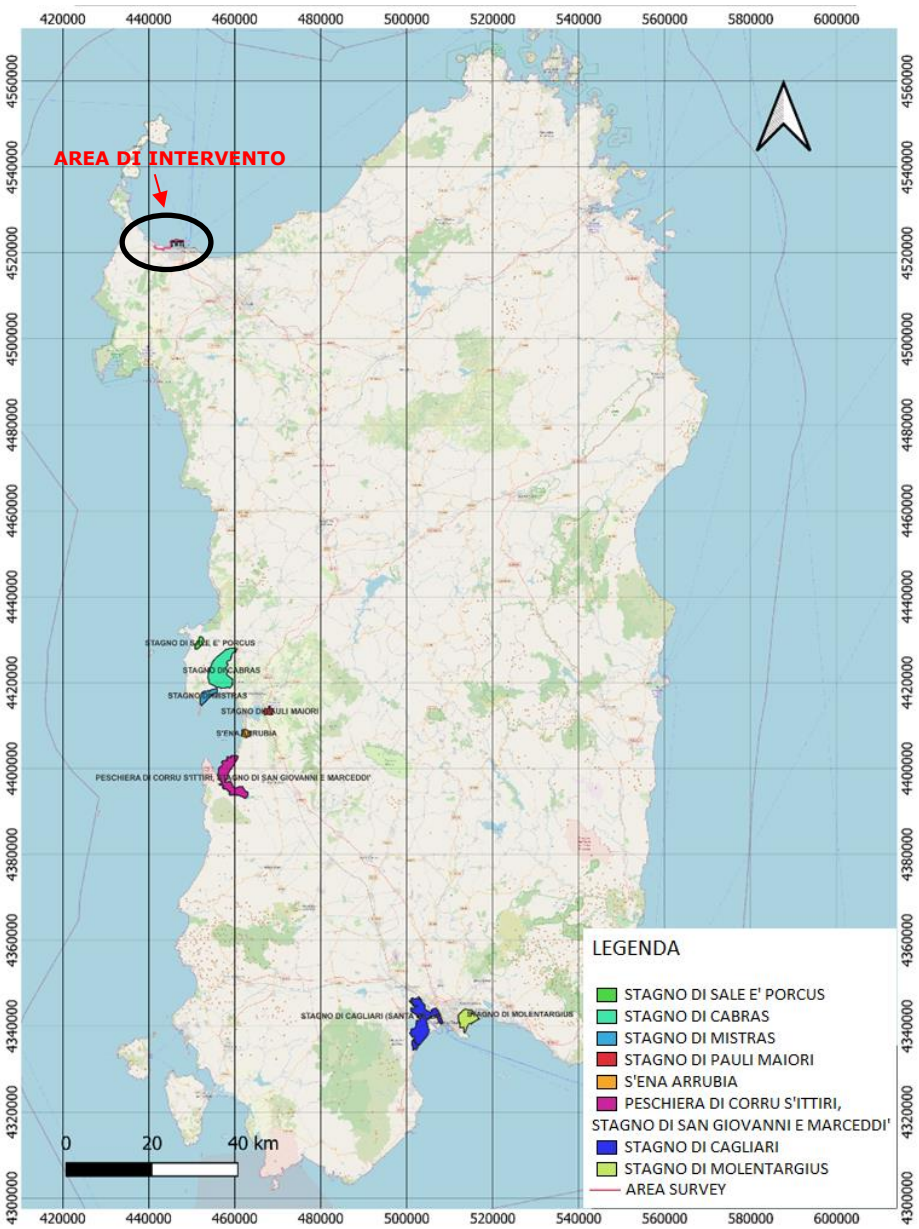


Figura 2-44: Ubicazione delle Zone Umide (Geoportale online regione Sardegna[6])

Nell'area di intervento, invece, sono presenti alcune Zone Umide Costiere, individuate come beni paesaggistici ai sensi dell'art. 143 del D. Lgs 42/04, quali la foce del Fiume Santo, la foce del Rio Mannu di Porto Torres e gli stagni di Pilo e Platamona (si veda **Figura 2-45**). Si rimanda alla Relazione Paesaggistica per la relativa valutazione dell'interferenza.

6 https://www.sardegnageoportale.it/

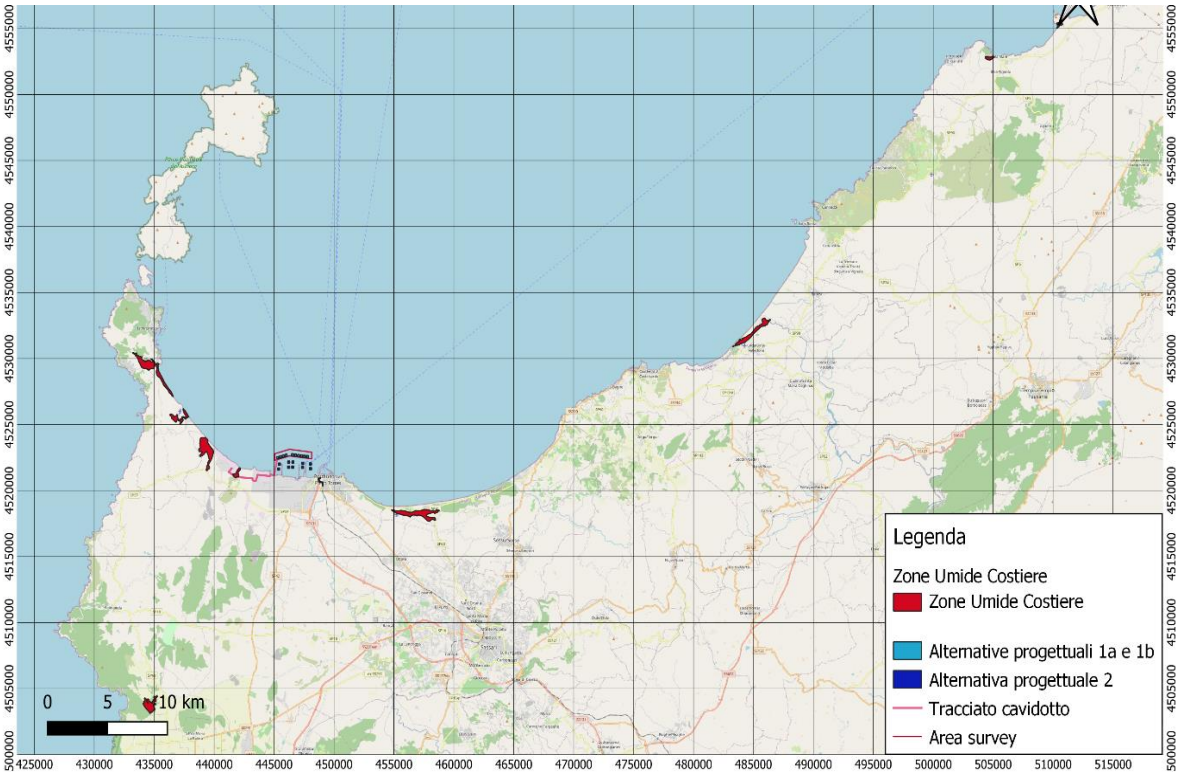


Figura 2-45: Ubicazione delle Zone Umide Costiere individuate dall'ex art.143 del D.Lgs. 42/04 (Geoportale online regione Sardegna[7])

2.5.2 Siti di Interesse Comunitario - Rete natura 2000 Siti di Interesse Comunitario

La Rete Natura 2000 è stata istituita con la Direttiva 92/42/CEE (conosciuta come Direttiva Habitat) al fine di garantire la tutela degli ecosistemi e della biodiversità a livello europeo.

Fanno parte della Rete Natura 2000 le seguenti due tipologie di siti:

- Zone a Protezione Speciale (ZPS), istituite ai sensi della Direttiva 2009/147/CEE (Direttiva Uccelli) per la protezione delle aree in cui vivono le specie ornitiche elencate nell'Allegato 1 della Direttiva stessa e per la protezione dell'avifauna migratrice;
- Siti di Importanza Comunitaria (SIC), istituiti ai sensi della Direttiva 92/43/CEE per contribuire al mantenimento e/o al ripristino degli habitat e delle specie di interesse. I siti individuati dagli stati membri e inseriti nella lista ufficiale dell'Unione Europea devono poi essere designati Zone Speciali di Conservazione (ZSC) tramite decreto del Ministero dell'Ambiente adottato d'intesa con la Regione interessata.

In Italia, i SIC, le ZSC e le ZPS coprono complessivamente circa il 19% del territorio terrestre nazionale e più del 7% di quello marino. La Rete Natura 2000 in Sardegna attualmente è costituita da 31 Zone di Protezione Speciale, 87 Siti di Importanza Comunitaria (circa il 20 % della superficie regionale), 56 dei quali sono stati designati quali Zone Speciali di Conservazione con Decreto Ministeriale del 7 aprile 2017 e 6 aree SIC/ZSC coincidenti con le ZPS. Con Decreto Ministeriale del 8 agosto 2019, infine, sono state designate altre 23 Zone Speciali di Conservazione e altri 2 SIC/ZSC coincidenti con le ZPS.

[7] https://www.sardegnageoportale.it/

Nella seguente figura è riportato l'inquadramento dell'area di progetto rispetto ai siti Natura 2000.

Figura 2-46: Siti Natura 2000 prossimi all'area di progetto[8]

Come si evince dalla figura, il sito di progetto non interferisce direttamente con nessun sito ma si inserisce in prossimità dei seguenti:

- SIC/ZSC ITB010002 Stagno di Pilo e di Casaraccio (a circa 500 m dalla stazione FS Olio di arrivo dell'elettrodotto);
- SIC/ZSC ITB010003 Stagno e ginepreto di Platamona (a circa 3,5 km dalla diga foranea);
- SIC/ZSC ITB013051 Isola dell'Asinara all'Argentiera (a circa 11 km dalla stazione FS Olio di arrivo dell'elettrodotto);
- ZPS ITB013012 Stagno di Pilo, Casaraccio e Saline di Stintino (a circa 500 m dalla stazione FS Olio di arrivo dell'elettrodotto).

Si rimanda al documento di Screening di VinCA per la valutazione della significatività delle interferenze dirette su tali siti.

2.5.3 Important Bird Areas

Le IBA, Important Bird Areas, sono siti prioritari per l'avifauna, individuati in tutto il mondo sulla base di criteri ornitologici applicabili su larga scala, da parte di associazioni non governative che fanno parte di BirdLife International. Spesso si intersecano con altre aree protette, come le ZPS o le aree Ramsar. Per essere riconosciuto come IBA, un sito deve possedere almeno una delle seguenti caratteristiche:

- ospitare un numero rilevante di individui di una o più specie minacciate a livello globale;
- fare parte di una tipologia di aree importante per la conservazione di particolari specie (come le zone umide o i pascoli aridi o le scogliere do-ve nidificano gli uccelli marini);
- essere una zona in cui si concentra un numero particolarmente alto di uccelli in migrazione.

[8] https://www.sardegnageoportale.it/webgis2/sardegnamappe/?map=aree_tutelate (consultato il 16/12/2022)

I criteri con cui vengono individuate le IBA sono scientifici, standardizzati e applicati a livello internazionale. L'importanza della IBA e dei siti della rete Natura 2000 va però oltre alla protezione degli uccelli. Poiché gli uccelli hanno dimostrato di essere efficaci indicatori della biodiversità, la conservazione delle IBA può assicurare la conservazione di un numero ben più elevato di altre specie animali e vegetali, sebbene la rete delle IBA sia definita sulla base della fauna ornitica. Se a livello mondiale, le IBA oggi individuate sono circa 11.000, sparse in 200 Paesi, in Italia, grazie al lavoro della LIPU, sono state classificate172 IBA.

Come si evince dalla figura, il sito di progetto non interferisce direttamente con nessuna IBA. L'area IBA172 Stagni di Casaraccio, Saline di Stintino e Stagni di Pilo dista circa 400 m dalla stazione FS Olio di arrivo dell'elettrodotto.

Figura 2-47: Aree IBA in prossimità del sito di intervento

Si rimanda al documento di Screening di VinCA per la valutazione della significatività delle interferenze dirette su tali siti.

2.5.4 Fisher Restricted Area

Si definisce Fisher Restricted Area (FRA) un'area geografica in cui alcune attività di pesca sono limitate o interdette al fine della conservazione di particolari specie o habitat marini. Le FRA nel Mediterraneo sono individuate dal General Fisheries Commission for the Mediterranean (GFCM) appartenente al FAO.

La **Figura 2-48** sottostante mostra la presenza di una FRA istituita per la protezione dell'habitat e delle risorse dei fondali marini a largo delle coste sarde che, tuttavia, non interferisce con l'area di progetto.

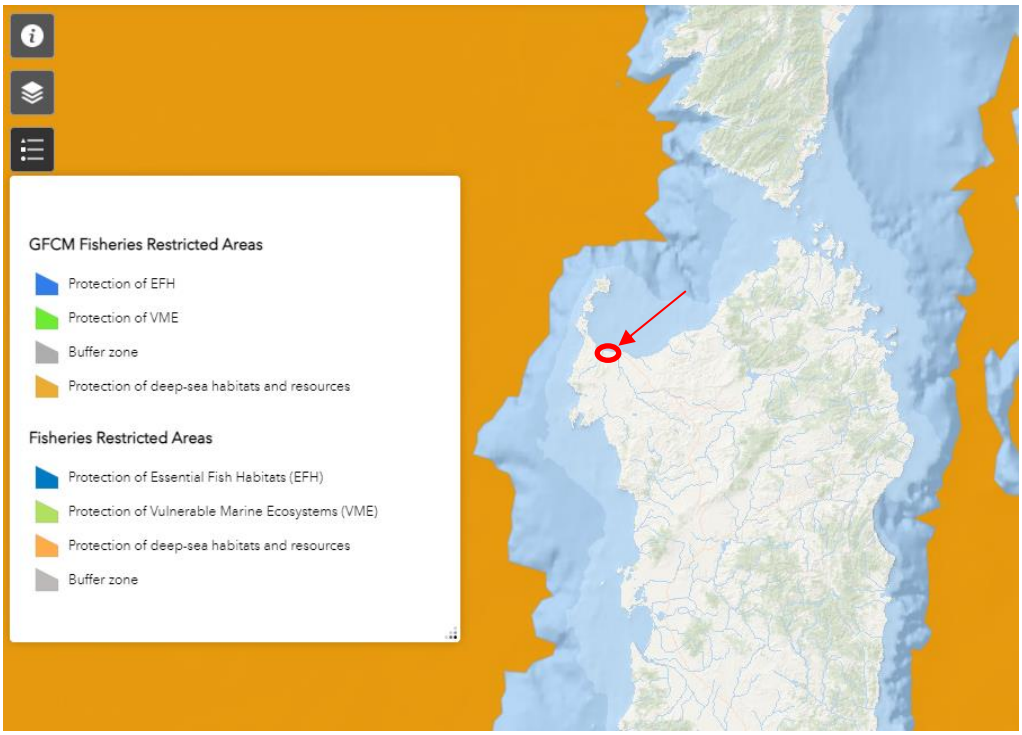


Figura 2-48: Fisheries Restricted Areas[9] (area di Progetto indicata in rosso)

2.5.5 Vincoli derivati dalla presenza di coralligeni

La distribuzione dei coralligeni in Sardegna è limitata per lo più alle coste settentrionali. Tra le diverse specie presenti si segnala la presenza di Corallo rosso, tradizionalmente oggetto di pesca, regolamentata a livello regionale dal 1979.

La **Figura 2-49**, estratta dal sito Marine Data Sardinia, mostra l'assenza di interferenze tra il progetto e la distribuzione di coralligeni.

[9] https://www.fao.org/gfcm/data/maps/fras/en/ (consultato il 16/12/2022)

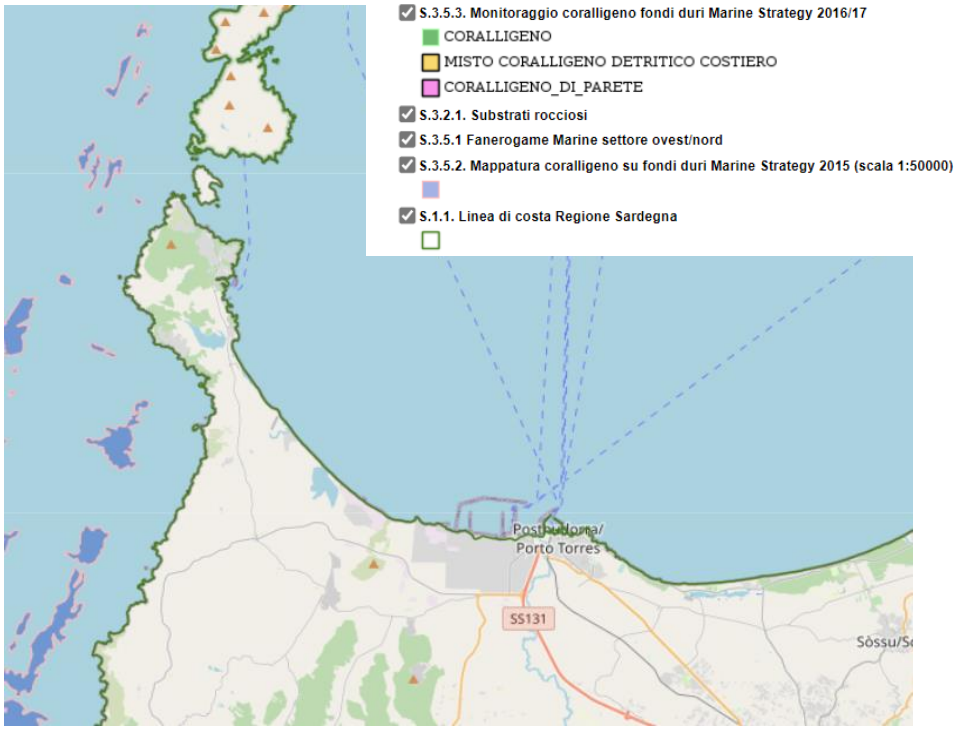


Figura 2-49: Distribuzione del coralligeno[10]

2.5.6 Vincoli derivati dalla presenza di zone di ripopolamento

Le Zone di Tutela Biologica vengono generalmente istituite ai fini della salvaguardia e di ripopolamento delle risorse marine mediante Decreto del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali.

Con i Decreti Ministeriali D.M. 16 giugno 1998, D.M. 19 giugno 2003 e D.M. 22 gennaio 2009, sono state istituite diverse Zone di Tutela Biologica e sono state individuate tre differenti zone in Sardegna localizzate, come mostrato in **Figura 2-50**, nel Golfo di Cagliari, nel Golfo di Palmas e nel golfo di Oristano.

[10] http://marinedata.cnr.it/ (consultato il 16/12/2022)

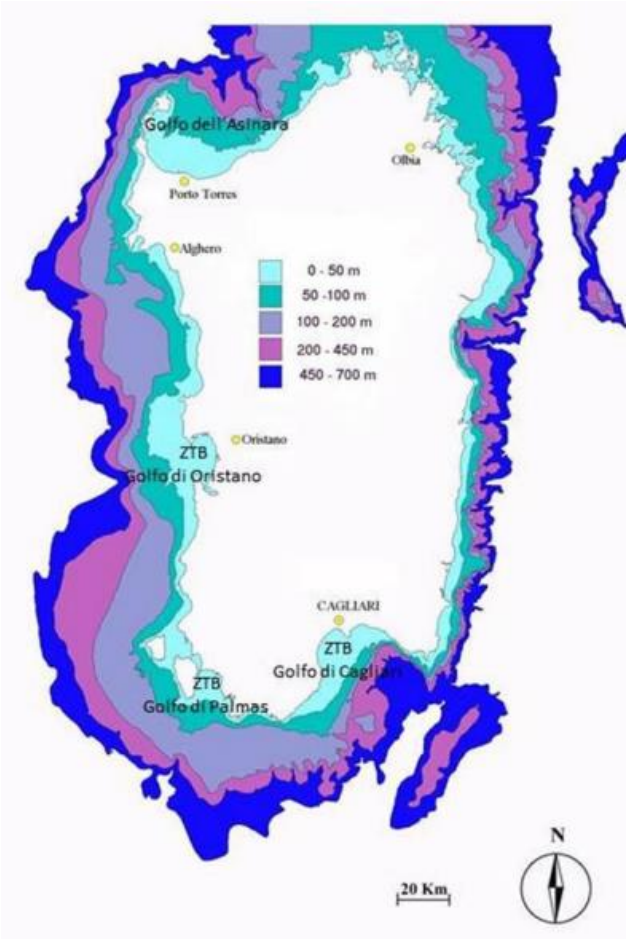


Figura 2-50: Zone a Tutela Biologica nei mari circostanti la Sardegna

Nelle seguenti figure si riporta l'inquadramento dell'area di progetto rispetto alle carte descrittive dell'indice di probabilità di presenza del nasello (*merluccius merluccius*) e della triglia (*mullus barbatus*).

Figura 2-51: Probabilità di presenza del nasello

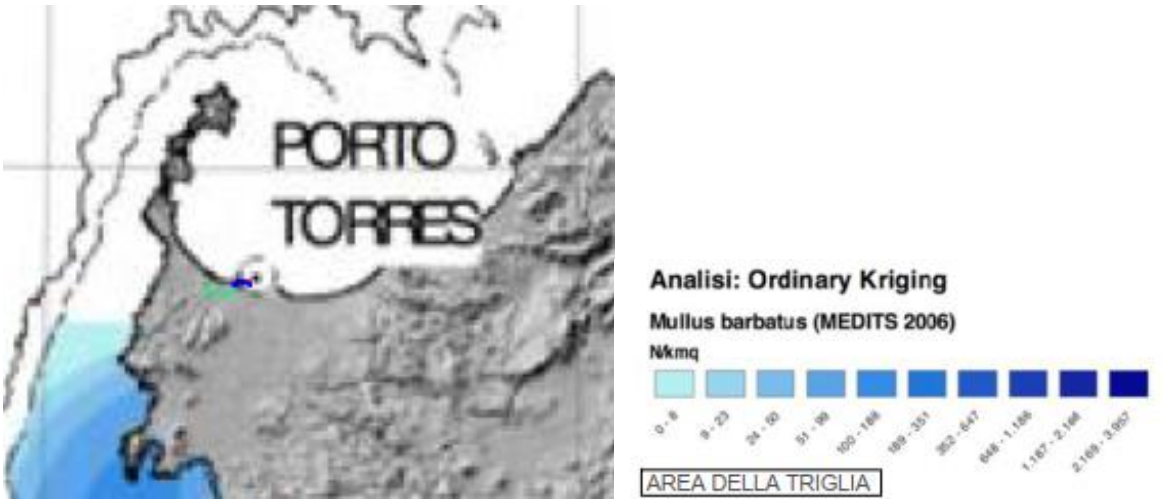


Figura 2-52: Probabilità di presenza della triglia

L'area di progetto non comprende alcuna ZTB o Zona di Ripopolamento.

2.6 Altri vincoli

2.6.1 Vincolo idrogeologico (R.D. 3267/23)

Il Regio Decreto n.3267/1923 istituisce il vincolo idrogeologico secondo cui:

- sono vincolati i terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di determinati usi, possono perdere la copertura vegetale e la stabilità e non assicurare la regolare regimazione delle acque;
- i cambiamenti di uso del suolo dei terreni vincolati devono essere auto-rizzati dall'autorità forestale (oggi la Regione, sentito il CFS).

Il vincolo idrogeologico si rivolge ad aree delicate dal punto di vista della morfologia e della natura del terreno ed è finalizzato, essenzialmente, ad assicurare che le trasformazioni operate su tali aree non producano dissesti, o distruggano gli equilibri raggiunti e consolidati, a seguito di modifica delle pendenze legate all'uso e alla non corretta regimazione delle acque meteoriche o di falda.

La presenza del vincolo comporta la necessità di una specifica autorizzazione per tutte le opere edilizie che presuppongono movimenti di terra. La necessità di tale autorizzazione riguarda anche gli interventi di trasformazione colturale agraria che comportano modifiche nell'assetto morfologico dell'area, o intervengono in profondità su quei terreni.

La Legge Regionale No. 7 del 22 Aprile 2002, *Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale della Regione (Legge Finanziaria 2002)*, nelle more del trasferimento agli enti locali delle funzioni attualmente esercitate dalle Camere di Commercio e concernenti le determinazioni sul vincolo idrogeologico di cui al Regio Decreto 30 Dicembre 1923, No. 3267, ha attribuito alla direzione generale del Corpo Forestale le funzioni di vigilanza ambientale nelle aree sottoposte a tale vincolo. Nelle zone soggette a vincolo lo svolgimento di interventi che comportino modificazione e/o trasformazione dell'uso del suolo sono subordinati all'ottenimento di un provvedimento autorizzativo da parte del Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale; tale provvedimento è atto a verificare esclusivamente la compatibilità tra l'equilibrio idrogeologico del territorio e gli effetti conseguenti alla realizzazione dell'intervento in progetto.

Nella figura sottostante è riportata la perimetrazione delle aree soggette a vincolo idrogeologico nella zona oggetto di intervento.

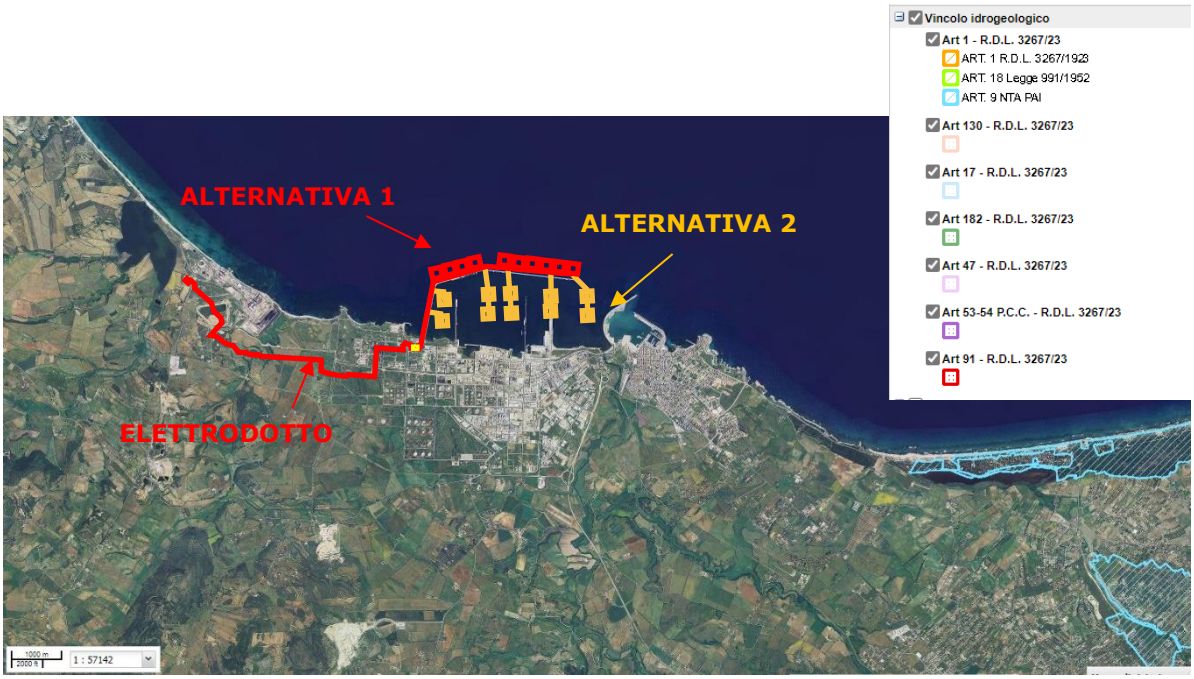


Figura 2-53: Aree soggette a vincolo idrogeologico (fonte: *SardegnaMappe (sardegnasira.it)*)

Come si può osservare l'area di interesse è esterna a qualsiasi delimitazione di area soggetta a vincolo idrogeologico.

2.6.2 Il Siti Contaminati di Interesse Nazionale

I Siti di Interesse Nazionale (SIN) sono aree del territorio nazionale identificate come contaminate in relazione alla quantità e alla pericolosità degli agenti inquinanti presenti e all'impatto che possono avere sull'ambiente circostante, in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali.

I SIN sono individuati e perimetrati dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare che ne controlla anche la procedura di bonifica. Lo stato di contaminazione è associato all'utilizzo storico di queste aree, in particolare ad attività antropiche potenzialmente inquinanti che in essi sono state effettuate.

Il SIN *Aree Industriali di Porto Torres* è stato perimetrato per la prima volta con Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 07/02/2003. Successivamente il perimetro è stato rettificato una prima volta tramite il Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 03/08/2005 e successivamente, come mostrato nella Figura sottostante, con Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 21/07/2016.

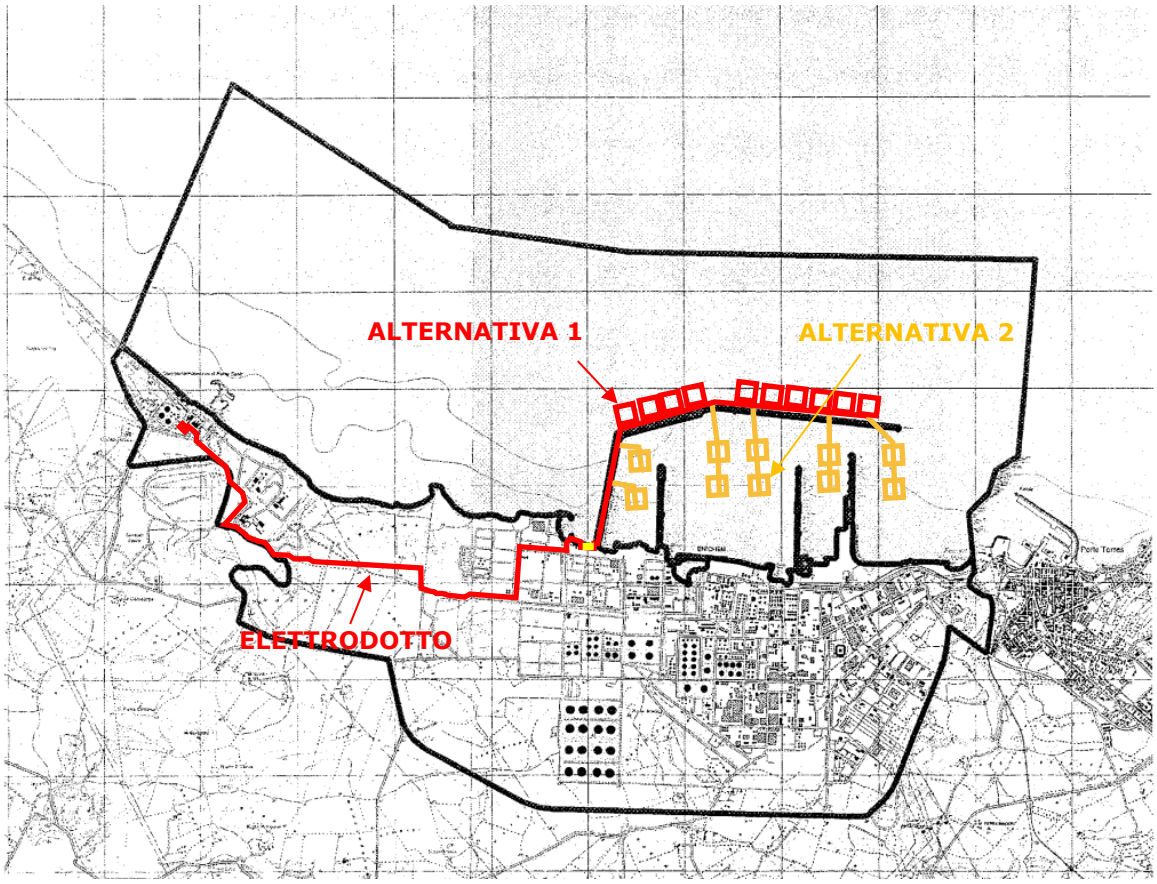


Figura 2-54: Localizzazione dell'intervento in progetto rispetto al perimetro del SIN Aree Industriali di Porto Torres

Il SIN ricade nel territorio dei Comuni di Porto Torres e Sassari, ha una estensione totale di oltre 4.600 ettari di cui circa 1.870 ettari a terra e circa 2.740 ettari di area marina. Il SIN include sia aree pubbliche sia private.

La porzione a terra del SIN comprende:

- l'area dell'ex stabilimento petrolchimico, estesa su circa 1.100 ettari;
- l'area della centrale termoelettrica di Fiume Santo, estesa su circa 140 ettari; e
- altre aree a destinazione industriale, estese su circa 500 ettari, dove ricadono impianti attivi e dismessi di varia natura (industrie chimiche, meccaniche, stabilimenti di laterizi), tra cui le aree del Consorzio Provinciale Industriale di Sassari per un totale di circa 250 ettari.

L'area marina del SIN comprende il porto industriale di Porto Torres e si estende tra la foce del Rio Mannu (confine orientale) e lo Stagno di Pilo (confine occidentale). Nell'area sono presenti pontili per l'approvvigionamento di materie prime solide e liquide; si tratta di un'area fortemente antropizzata e le numerose attività presenti comportano un notevole impatto su un territorio che è inserito in un contesto ambientale di notevole pregio come il Golfo dell'Asinara (Area Marina Protetta).

L'alterazione dello stato qualitativo delle matrici ambientali suolo, sottosuolo, acque di falda e superficiali è attribuibile principalmente alla presenza dell'ex stabilimento petrolchimico e dell'area Minciaredda, dove in passato sono stati conferirti residui delle attività produttive svolte all'interno dello Stabilimento Petrolchimico.

La contaminazione nelle acque di falda del sito è di tipo diffuso, con presenza di Metalli, BTEXs (Composti Aromatici), Solventi clorurati, IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici), Idrocarburi e

Clorobenzeni nonché presenza di notevoli spessori di prodotto surnatante (LNAPL) e, talvolta, presenza di sottonatante (DNAPL).

La contaminazione nel suolo/sottosuolo è dovuta principalmente alla presenza di Metalli, BTEXs, Idrocarburi leggeri e pesanti, IPA, Alifatici clorurati cancerogeni e Alifatici alogenati cancerogeni e Clorobenzeni.

L'installazione dell'impianto fotovoltaico flottante non prevede scavi e movimenti di terreno e sono pertanto escluse interazioni con suolo e falda.

Nello specifico, per l'ancoraggio degli array di pannelli fotovoltaici è prevista l'installazione di pali battuti o di catenarie tensionate e corpo morto. In entrambi i casi non sono necessari scavi e l'interferenza con i sedimenti è limitata alla sola fase di cantiere ossia di posa in opera dei sistemi di ormeggio.

Per quanto riguarda, invece, la stazione di conversione MT/AT da realizzare in prossimità della diga foranea si avrà cura di gettare in opera la relativa soletta di fondazione superficiale evitando scavi e provvedendo esclusivamente alla regolarizzazione del piano di posa. L'elettrodotto, infine, sarà preferibilmente posato fuori terra e alloggiato sulla struttura del carbonodotto esistente o sui rack delle tubazioni di trasferimento fluidi dall'area portuale all'area della centrale termoelettrica esistenti qualora le indagini strutturali da eseguire abbiano esito positivo. In caso contrario, questo sarà posato in trincee realizzate parallelamente alla viabilità di servizio dell'area esistente avendo cura di limitare al minimo la sezione dello scavo.

In ogni caso, EP Produzione provvederà entro la fine del mese di Gennaio 2023 all'avvio della procedura di valutazione delle interferenze di cui all'art. 242-ter del D. Lgs 152/06 e ss.mm.ii. per l'intero progetto la cui necessità, anche per la porzione off-shore, è stata confermata da interlocuzioni avvenute con la Divisione VII – Bonifica Siti di Interesse Nazionale del Ministero per l'Ambiente e la Sicurezza Energetica.

Si rimanda al successivo **paragrafo 3.2.3** per il dettaglio circa la qualità dei terreni e delle acque di falda e per lo stato delle procedure di bonifica del SIN di Porto Torres.

2.6.3 Vincoli derivanti da attività umane

Regolamento di Sicurezza del porto e della rada di Porto Torres

Il regolamento di Sicurezza del porto e della rada di Porto Torres è entrato in vigore con l'ordinanza n. 82/2016 del 22/12/2016 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e della Capitaneria di Porto Torres.

Tale documento di applica a tutte le unità, indipendentemente dalle dimensioni e dal servizio cui sono destinate, in navigazione in porto e in rada. In esso sono regolamentate tutte le procedure portuali e le loro relative procedure di sicurezza ed è riportata la delimitazione dell'ambito portuale e destinazione d'uso delle banchine.

Come mostrato nella Figura sottostante il tratto di mare prospiciente la diga foranea fa parte nella cosiddetta Zona di divieto A; all'interno di tali zone sono vietati il transito, l'ancoraggio, la pesca e la balneazione.

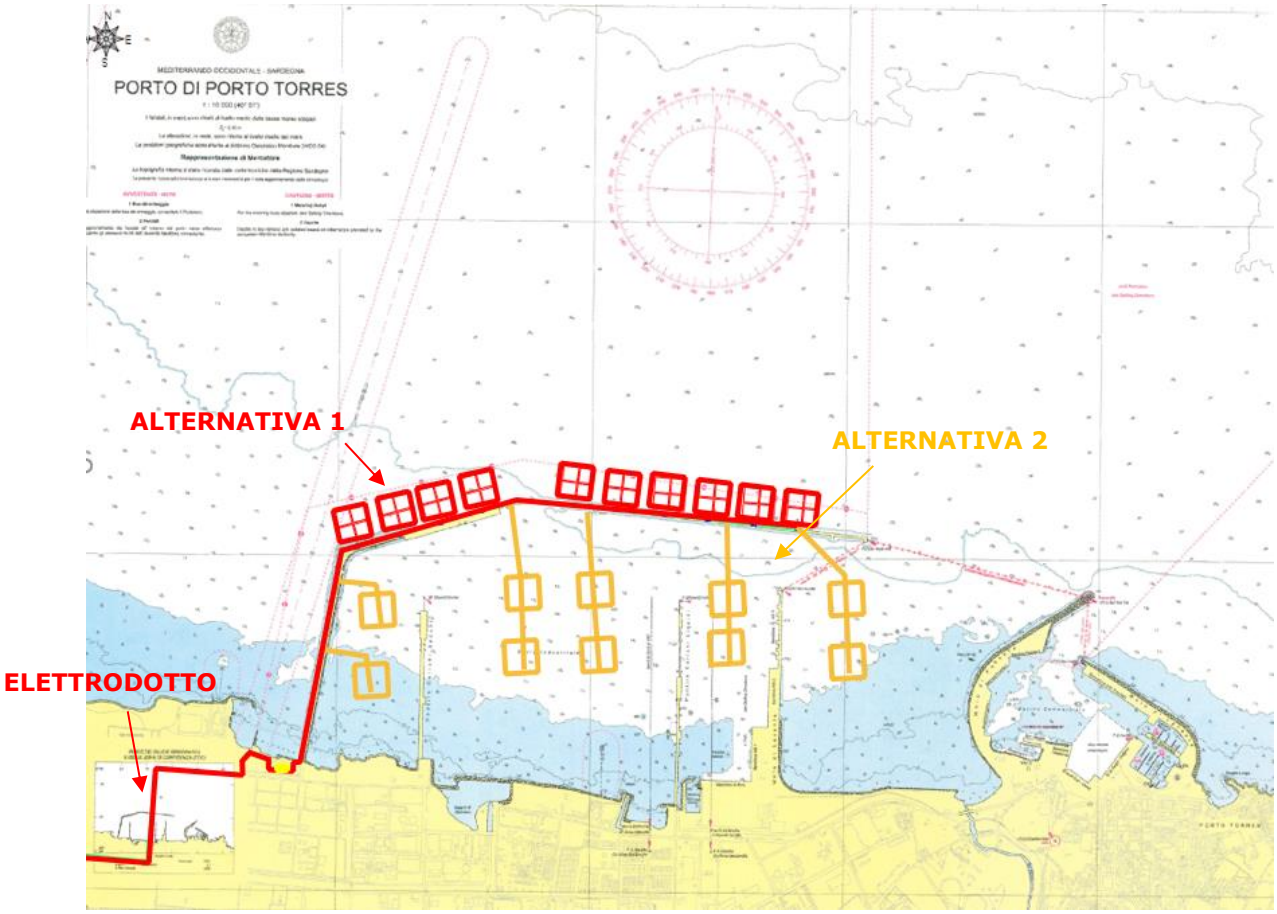


Figura 2-55: Individuazione dell'impianto e delle relative opere su carta nautica

L'installazione dell'impianto nella configurazione di Alternativa 1, pertanto, è preferibile all'Alternativa 2 dal momento che interessa uno spazio marino già interdetto alla navigazione per il quale, quindi, non sussiste il rischio di interferenze con imbarcazioni impiegati a scopo diverso quale invece è presente nella porzione interna alla diga foranea.

Si ritiene, pertanto, che l'Alternativa 1 sia quella ottimale anche con riferimento ai vincoli connessi ad attività umane presenti nell'area descritti nei paragrafi successivi.

Traffico navale e presenza di relitti

Il Porto di Porto Torres si trova lungo la rotta dell'Autostrada del Mare che collega il porto di Barcellona a quello di Civitavecchia, come mostrato nella Figura sottostante.

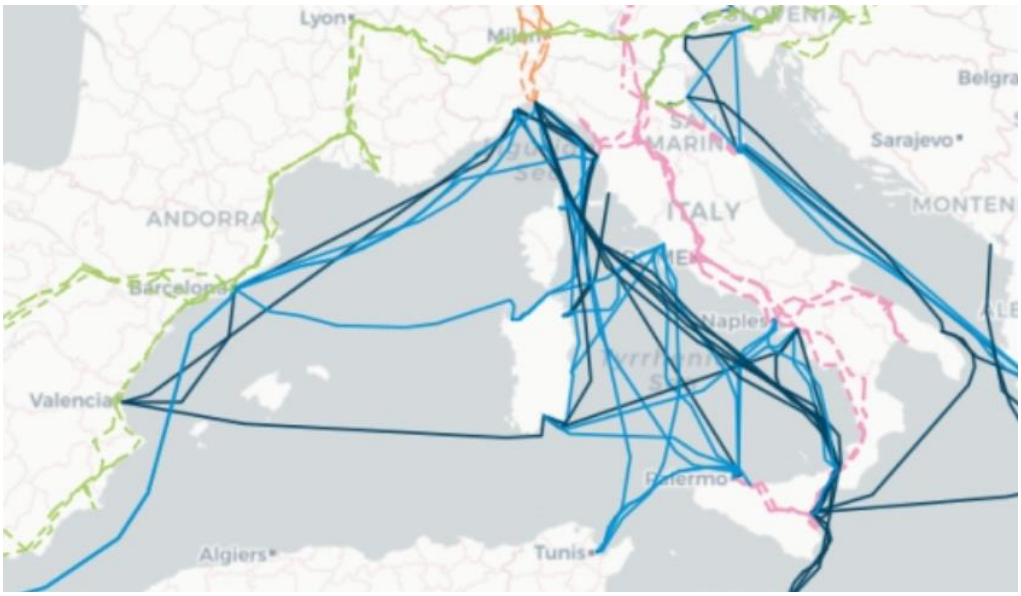


Figura 2-56: Autostrade del Mare (Fonte: Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti)

Il traffico marittimo in prossimità di Porto Torres è principalmente dovuto all'attività di pesca, seguito dal traffico passeggeri e poi da quello mercantile e petrolifero. La **Figura 2-57** illustra il traffico navale nella zona di progetto. In particolare, le mappe descrivono la densità del traffico marittimo da pesca (due immagini sopra) e da altre attività (due immagini sotto) nell'area di Porto Torres.

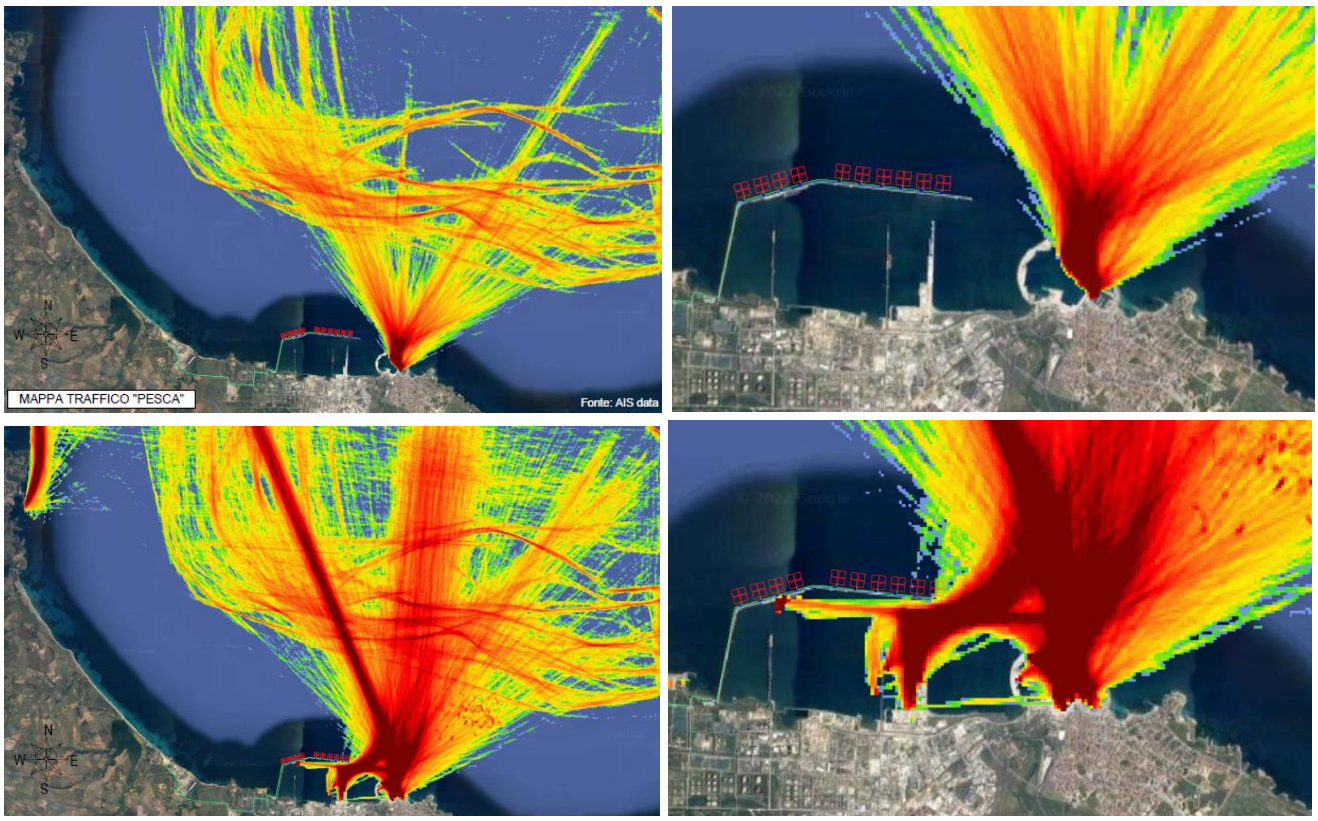


Figura 2-57:Traffici marittimi in prossimità di Porto Torres

Per quanto riguarda la presenza di relitti è stato preso in considerazione il database dell'Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e le Georisorse della Direzione generale infrastrutture e sicurezza del MASE (MASE-IS-UNMIG) che riporta la presenza relitti con un buffer di 3 NM rispetto alla loro ubicazione.

Figura 2-58: Relitti con buffer di 3 NM (Fonte: MASE-IS-UNMIG)

Come risulta dalle figure, l'area di progetto non è prossima a relitti.

Acquacoltura

L'acquacoltura è l'allevamento di organismi acquatici, principalmente pesci, crostacei e molluschi, ma anche la produzione di alghe (algacoltura), in ambienti confinati e controllati dall'uomo.

Verifica di conformità dell'intervento

Nel tratto interessato dalle opere in progetto non vi sono impianti di acquacoltura nelle vicinanze.

Figura 2-59: Impianti di acquacoltura e algacoltura presenti nelle vicinanze (Fonte SID, Il portale del mare)

Zone marine aperte alla ricerca ed estrazione di materie prime, condotte sottomarine per trasporto oli & gas

Le attività di esplorazione, ricerca e coltivazione di idrocarburi in Italia sono disciplinate dalla Legge n. 6 dell'11 gennaio 1957 e ss.mm.ii. Tale Legge prevede le seguenti tre tipologie di titoli minerari, che sono conferiti con Decreto del Ministero dello sviluppo economico:

- Permessi di prospezione che sono titoli minerari non esclusivi finalizzati allo studio generale di vaste aree di territorio per cui non è previsto un limite di estensione dell'area interessata dalla prospezione. Il titolo consente esclusivamente l'acquisizione di dati geologici e geofisici;
- Permessi di ricerca che sono titoli minerari esclusivi relative ad aree con un'estensione massima di 750 km^2. Nel permesso di ricerca, oltre all'acquisizione di dati geofisici, è possibile effettuare uno o più pozzi esplorativi e, nel caso il pozzo esplorativo dia esito positivo, individuando quindi un nuovo giacimento, l'operatore può presentare un'istanza di concessione di coltivazione che, una volta conferita, consente la messa in produzione del giacimento stesso;
- Concessioni di coltivazione che è un titolo minerario esclusivo, richiesto su una porzione di area del permesso di ricerca in cui è stato rinvenuto un nuovo giacimento, dell'estensione massima di 300 km^2. Nell'ambito di una concessione di coltivazione possono essere svolte tutte le attività inerenti alla produzione di idrocarburi come ad esempio la realizzazione di pozzi di sviluppo e di centrali di raccolta e trattamento.

Per quanto riguarda le condotte sottomarine, i riferimenti normativi sono disciplinati dalla l. 2 dicembre 1994 n. 689 (Ratifica ed esecuzione della convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare) e dal D.lgs. 1° agosto 2003 n. 259 e ss.mm.ii. (Codice delle comunicazioni elettroniche).

La prima è il recepimento della Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare (UNCLOS) che definisce i diritti e le responsabilità degli Stati nell'utilizzo dei mari e degli oceani, definendo le linee guida che regolano le trattative, l'ambiente e la gestione delle risorse naturali. In particolare, con riferimento ai cavi sottomarini sia il diritto del mare che il D.lgs. 259/2003 pongono una serie di norme per salvaguardare l'integrità delle condotte sottomarine da rottura o danneggiamento.

Di seguito si riporta la mappa ricavata dal Portale del Mare (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti) in cui sono riportate le zone marine aperte alla ricerca ed estrazione di materie prime e le condotte sottomarine per trasporto oli e gas.

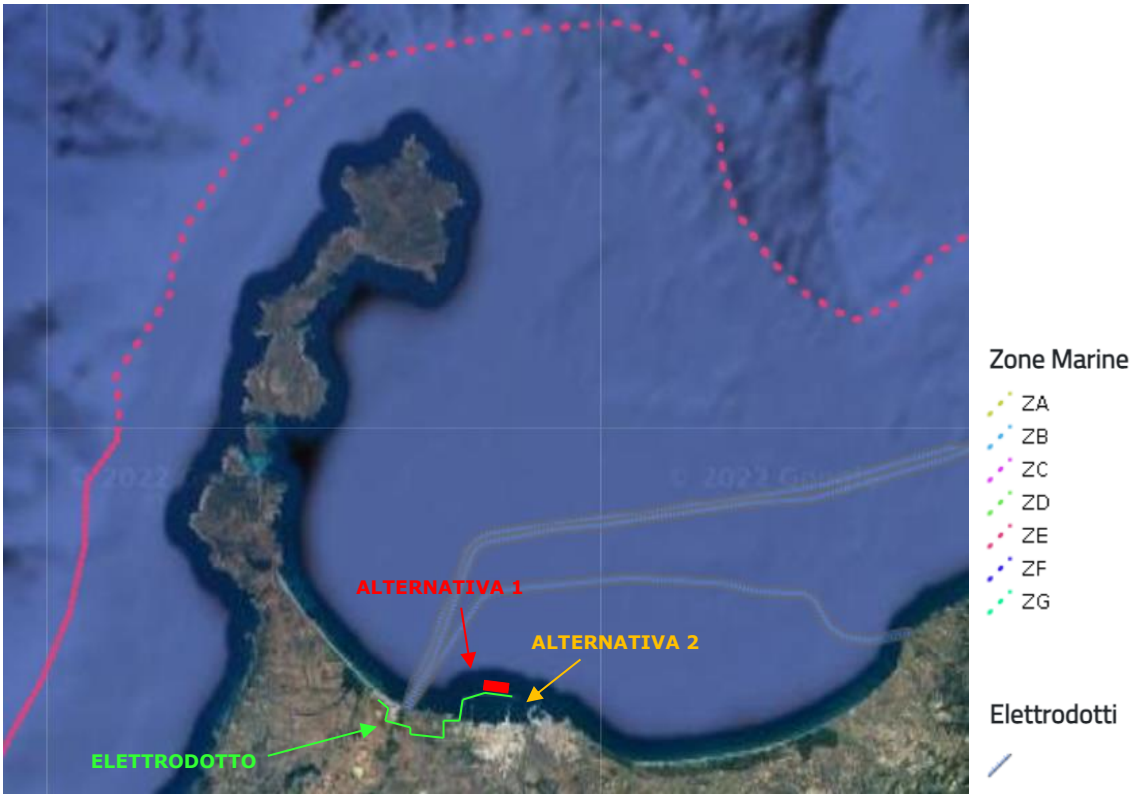


Figura 2-60: Elettrodotti e Zone Marine aperte alla ricerca e coltivazione di idrocarburi

Come si evidenzia in figura, vi sono degli elettrodotti nelle vicinanze, comunque a distanza di sicurezza dell'area di intervento. L'intera zona marina è classificata come ZE secondo la classificazione delle zone marine aperte alla ricerca e coltivazione di idrocarburi del MISE.

Si conclude che nelle vicinanze dell'area di progetto non sono presenti condotte sottomarine o installazioni per l'estrazione di idrocarburi che potrebbero entrare in conflitto con le attività o con le strutture.

Attività economiche della pesca

L'area offshore del progetto è collocata nell'area di pesca GSA-11 Mari di Sardegna. Per le navi da pesca iscritte nei compartimenti marittimi ricadenti in tale GSA è stato adottato il Piano di Gestione con Decreto del Ministero delle Politiche Agricole del 30 gennaio 2018 con l'obiettivo di recuperare gli stock interessati entro limiti biologici di sicurezza al 2020.

Le specie prese in considerazione sono quelle di maggiore rilevanza per volume e valore economico nella GSA e sono il Nasello (Merluccius merluccius), la Triglia di fango (Mullus barbatus) e il Gambero Rosso (Aristaeomorpha foliacea).

Figura 2-61: Inquadramento della GSA 11

Dall'analisi effettuata sui dati medi annuali riferiti al 2021 di densità delle rotte marittime dei pescherecci, elaborati dalla EMSA (Agenzia europea per la sicurezza marittima) con risoluzione di 1 km e resi disponibili sul portale EMODnet – Human Activitites, si evidenzia come l'area di progetto risulta contigua ma al di fuori dele rotte a maggiore densità, che ovviamente si hanno in prossimità dell'entrata del porto turistico.

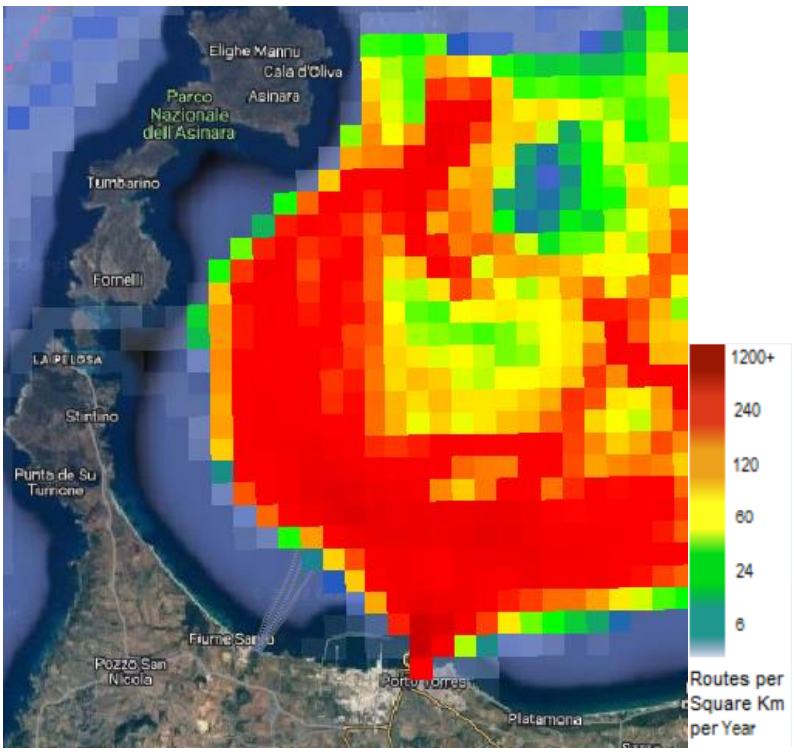


Figura 2-62: Densità delle rotte di navigazione (Fonte dati EMSA su piattaforma EMODnet - Human Activities)

Asservimenti derivanti dalle attività aeronautiche civili e militari

Le aree sottoposte a restrizioni di natura militare sono quelle per le quali vengono saltuariamente eseguite esercitazioni navali di unità di superficie e di sommergibili, di tiro, di bombardamento, di dragaggio ed anfibie.

Queste zone sono pertanto soggette a particolari tipi di regolamentazioni dei quali viene data notizia a mezzo di apposito Avviso ai Naviganti. I tipi di regolamentazione che possono essere istituiti sono:

- interdizione alla navigazione od avvisi di pericolosità all'interno delle acque territoriali;
- avvisi di pericolosità nelle acque extraterritoriali.

Figura 2-63: Inquadramento su Carta Esercitazioni militari (Fonte: Portale del Mare - MIT)

Come si evidenzia nella figura, l'area di intervento è ben distante da qualsiasi area con restrizioni di natura militare.

L'analisi del traffico aereo risulta importante ai fini di potenziali interferenze della costruzione di nuovi impianti con le superfici e con le aree poste a protezione dei sistemi di comunicazione, navigazione e radar (BRA – Building Restricted Areas) e con le minime operative delle procedure strumentali di volo (DOC ICAO 8168).

Secondo il documento di verifica preliminare di potenziali ostacoli e pericoli per la navigazione aerea dell'ENAC, deve essere effettuata una verifica di compatibilità ostacoli per i nuovi progetti che risultano:

a) interferire con specifici settori definiti per gli aeroporti civili con procedure strumentali;

b) prossimi ad aeroporti civili privi di procedure strumentali;

c) prossimi ad avio ed elisuperfici di pubblico interesse;

d) di altezza uguale o superiore ai 100 m dal suolo o 45 m sull'acqua;

e) interferire con le aree di protezione degli apparati COM/NAV/RADAR (BRA – Building Restricted Areas – ICAO EUR DOC 015);

f) costituire, per la loro particolarità opere speciali - potenziali pericoli per la navigazione aerea (es: aerogeneratori, impianti fotovoltaici o edifici/strutture con caratteristiche costruttive potenzialmente riflettenti, impianti a biomassa, etc.).

L'area oggetto di intervento si trova a circa 30 km in linea d'aria dall'aeroporto di Alghero come mostrato in **Figura 2-64**.

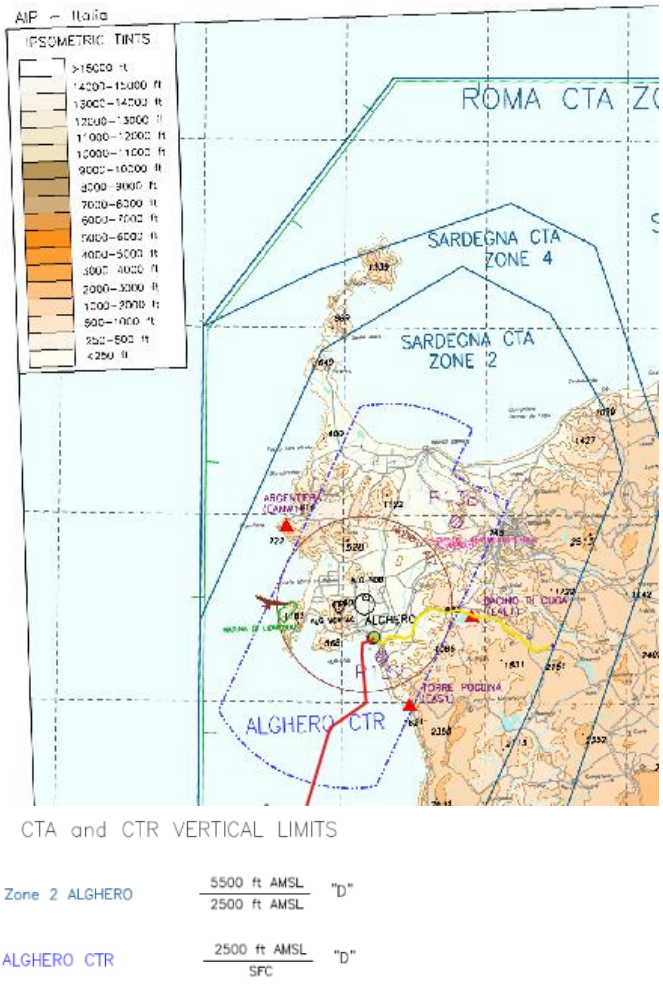


Figura 2-64: Stralcio della carta VFR ENAV ENR 6.3-15 Sardegna

L'intervento proposto è compreso nell'elenco di cui alla lettera f), essendo struttura che può potenzialmente dare luogo a fenomeni di riflessione e/o abbagliamento per i piloti. Per tali strutture è richiesta l'istruttoria e l'autorizzazione dell'ENAC quando:

risultino ubicati a una distanza inferiore a 6 Km dall'ARP (Airport Reference Point – riferimento geografico dell'aeroporto, in genere in prossimità del centro geometrico) dal più vicino aeroporto e, nel caso specifico di impianti fotovoltaici, abbiano una superficie uguale o superiore a 500 mq, ovvero, per iniziative edilizie che comportino più edifici su singoli lotti, quando la somma delle singole installazioni sia uguale o superiore a 500 mq ed il rapporto tra la superficie coperta dalle pannellature ed il lotto di terreno interessato dalla edificazione non sia inferiore ad un terzo.

L'area di interesse per l'installazione del progetto non risulta ubicata a distanze inferiori a 6 km dall'ARP dell'aeroporto di Alghero; l'impianto in progetto si estende però su una superficie complessiva di circa 225.000 m^2.

Sarà cura di EP verificare direttamente con l'ENAC la necessità di acquisire la relativa autorizzazione.

2.7 Pianificazione e programmazione energetica nazionale e regionale

2.7.1 Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile

La Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile, presentata al Consiglio dei Ministri il 2 ottobre 2017 e approvata dal CIPE il 22 dicembre 2017, proseguendo il disegno già avviato dalla *Strategia d'azione ambientale per lo sviluppo sostenibile in Italia 2002-2010*, persegue l'obiettivo di delineare una visione di futuro e di sviluppo incentrata sulla sostenibilità, quale valore condiviso e imprescindibile per affrontare le sfide globali del Paese. La Strategia è articolata in cinque aree:

- Persone;
- Pianeta;
- Prosperità;
- Pace;
- Partnership.

Nell'area di intervento Prosperità è previsto, tra gli obiettivi generale, quello di decarbonizzare l'economia, attraverso l'obiettivo specifico di *incrementare l'efficienza energetica e la produzione di energia da fonte rinnovabile evitando o riducendo gli impatti sui beni culturali ed il paesaggio*. In relazione alla suddetta strategia, risulta evidente che il progetto in esame presenta elementi di totale coerenza con gli obiettivi e gli indirizzi generali previsti dalla Strategia stessa in quanto impianto di produzione energetica da fonte rinnovabile.

2.7.2 Strategia Energetica Nazionale

Con Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 10 novembre 2017 è stato adottato il nuovo Piano denominato *Strategia Energetica Nazionale (SEN) 2017*, in sostituzione del precedente Piano del 2013, che costituiva lo strumento di pianificazione energetica a livello nazionale di riferimento successivo al Piano Energetico Nazionale del 1988.

Nell'ambito della Strategia viene riconosciuto come l'Italia abbia raggiunto in anticipo gli obiettivi europei (con uno sviluppo delle rinnovabili del 17,5% sui consumi complessivi al 2015 rispetto al target del 2020 di 17%) e come siano stati compiuti importanti progressi tecnologici che offrono nuove possibilità di conciliare contenimento dei prezzi dell'energia e sostenibilità.

La SEN 2017 prevede i seguenti macro-obiettivi di politica energetica:

- migliorare la competitività del Paese, al fine di ridurre il gap di prezzo e il costo dell'energia rispetto alla UE, assicurando che la transizione energetica di più lungo periodo (2030-2050 (non comprometta il sistema industriale italiano ed europeo a favore di quello extra-UE;
- raggiungere in modo sostenibile gli obiettivi ambientali e di de-carbonizzazione al 2030 definiti a livello europeo, con un'ottica ai futuri traguardi stabiliti nella e in piena sinergia con la Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile. A livello nazionale, lo scenario che si propone prevede il phase out degli impianti termoelettrici italiani a carbone entro il 2030, in condizioni di sicurezza;
- continuare a migliorare la sicurezza di approvvigionamento e la flessibilità e sicurezza dei sistemi e delle infrastrutture.

Sulla base dei precedenti obiettivi, sono individuate le seguenti priorità di azione:

1. lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili. Per le fonti energetiche rinnovabili, gli specifici obiettivi sono così individuati:
    - raggiungere il 28% di rinnovabili sui consumi complessivi al 2030 rispetto al 17,5% del 2015; in termini settoriali, l'obiettivo si articola in una quota di rinnovabili sul consumo elettrico del 55% al 2030 rispetto al 33,5% del 2015; in una quota di rinnovabili sugli usi termici del 30% al 2030 rispetto al 19,2% del 2015; in una quota di rinnovabili nei trasporti del 21% al 2030 rispetto al 6,4% del 2015;
2. l'efficienza energetica. Per l'efficienza energetica, gli obiettivi sono così individuati:
    - riduzione dei consumi finali (10 Mtep/anno nel 2030 rispetto al tendenziale);
    - cambio di mix settoriale per favorire il raggiungimento del target di riduzione CO2 non-ETS, con focus su residenziale e trasporti;
3. la sicurezza energetica: la nuova SEN si propone di continuare a migliorare sicurezza e adeguatezza dei sistemi energetici e flessibilità delle reti gas ed elettrica così da:
    - integrare quantità crescenti di rinnovabili elettriche, anche distribuite e nuovi player, potenziando e facendo evolvere le reti e i mercati verso configurazioni smart, flessibili e resilienti;
    - gestire la variabilità dei flussi e le punte di domanda gas e diversificare le fonti e le rotte di approvvigionamento nel complesso quadro geopolitico dei paesi da cui importiamo gas e di crescente integrazione dei mercati europei;
    - aumentare l'efficienza della spesa energetica grazie all'innovazione tecnologica.
4. la competitività dei mercati energetici. In particolare, il documento si propone di azzerare il gap di costo tra il gas italiano e quello del nord Europa, nel 2016 pari a circa 2 €/MWh e di ridurre il gap sui prezzi dell'elettricità rispetto alla media UE, pari a circa 35 €/MWh per la famiglia media e intorno al 25% in media per le imprese;
5. l'accelerazione della decarbonizzazione del sistema. Si prevede, in particolare, un'accelerazione della chiusura della produzione elettrica degli impianti termoelettrici a carbone al 2025, da realizzarsi tramite un puntuale piano di interventi infrastrutturali, tecnologia, ricerca e innovazione. La SEN 2017 pianifica di raddoppiare gli investimenti in ricerca e sviluppo tecnologico clean energy: da 222Milioni nel 2013 a 444 Milioni nel 2021;
6. la ricerca e lo sviluppo Il documento si propone di incrementare le risorse pubbliche per la ricerca e sviluppo tecnologico in ambito clean energy.

Il raggiungimento degli obiettivi presuppone alcune condizioni necessarie e azioni trasversali:

- infrastrutture e semplificazioni: la SEN 2017 prevede azioni di semplificazione e razionalizzazione della regolamentazione per garantire la realizzazione delle infrastrutture e degli impianti necessari alla transizione energetica, senza tuttavia indebolire la normativa ambientale e di tutela del paesaggio e del territorio né il grado di partecipazione alle scelte strategiche;
- costi della transizione: grazie all'evoluzione tecnologica e ad una attenta regolazione, è possibile cogliere l'opportunità di fare efficienza e produrre energia da rinnovabili a costi sostenibili. Per questo la SEN segue un approccio basato prevalentemente su fattori abilitanti e misure di sostegno che mettano in competizione le tecnologie e stimolino continui miglioramenti sul lato dell'efficienza;
- compatibilità tra obiettivi energetici e tutela del paesaggio: la tutela del paesaggio è un valore irrinunciabile, pertanto per le fonti rinnovabili con maggiore potenziale residuo sfruttabile, cioè eolico e fotovoltaico, verrà data priorità all'uso di aree industriali dismesse, capannoni e tetti, oltre che ai recuperi di efficienza degli impianti esistenti. Accanto a ciò si procederà, con Regioni e amministrazioni che tutelano il paesaggio, alla individuazione di aree, non altrimenti valorizzabili, da destinare alla produzione energetica rinnovabile;
- effetti sociali e occupazionali della transizione: fare efficienza energetica e sostituire fonti fossili con fonti rinnovabili genera un bilancio netto positivo anche in termini occupazionali, ma si tratta di un fenomeno che va monitorato e governato, intervenendo tempestivamente per riqualificare i lavoratori spiazzati dalle nuove tecnologie e formare nuove professionalità, per generare opportunità di lavoro e di crescita.

Per quanto concerne, nello specifico, l'obiettivo di promuovere ulteriormente la diffusione delle tecnologie rinnovabili, la Strategia SEN 2017 prevede nello specifico il raggiungimento del 28% di rinnovabili sui consumi complessivi al 2030 rispetto al 17,5% del 2015. In termini settoriali, l'obiettivo si articola in:

- una quota di rinnovabili sul consumo elettrico del 55% al 2030 rispetto al 33,5% del 2015;
- una quota di rinnovabili sugli usi termici del 30% al 2030 rispetto al 19,2% del 2015;
- una quota di rinnovabili nei trasporti del 21% al 2030 rispetto al 6,4% del 2015.

In relazione all'analisi effettuata, il progetto proposto presenta elementi di totale coerenza con gli obiettivi e gli indirizzi generali previsti dalla Strategia in quanto impianto di produzione energetica da fonte rinnovabile.

2.7.3 Piano Nazionale Integrato per l'energia e il clima

Nel gennaio 2020 è stato pubblicato il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) di dicembre 2019, che costituisce lo strumento con il quale ogni Stato, in coerenza con le regole europee vigenti e con i provvedimenti attuativi del pacchetto europeo Energia e Clima 2030, stabilisce i propri contributi agli obiettivi europei al 2030 sull'efficienza energetica e sulle fonti rinnovabili e quali sono i propri obiettivi in tema di sicurezza energetica, mercato unico dell'energia e competitività. I principali obiettivi del Piano sono:

1. Decarbonizzazione (comprese le fonti rinnovabili): un obiettivo, non direttamente conseguente alle previsioni del pacchetto europeo, è l'abbandono del carbone per la produzione elettrica. Il raggiungimento di questo obiettivo presuppone la realizzazione di

impianti e infrastrutture sufficienti per sostituire la corrispondente produzione energetica e per mantenere in equilibrio il sistema elettrico. Sul fronte delle fonti rinnovabili, l'obiettivo è stato definito tenendo conto di tre elementi fondamentali:

- fornire un contributo all'obiettivo europeo coerente con le previsioni del regolamento governante;
- accrescere la quota dei consumi coperti da fonti rinnovabili nei limiti di quanto possibile, considerando, nel settore elettrico, la natura intermittente delle fonti con maggiore potenziale di sviluppo (eolico e fotovoltaico) e, nei settori termico, i limiti all'uso delle biomasse, conseguenti ai contestuali obiettivi di qualità dell'aria;
- l'esigenza di contenere il consumo di suolo: ciò ha condotto a definire un obiettivo di quota dei consumi totali coperti da fonti rinnovabili pari al 30% al 2030. Per quanto concerne nello specifico la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, oltre che la salvaguardia e il potenziamento del parco installato, il Piano prevede una diffusione rilevante sostanzialmente di eolico e fotovoltaico, con un installato medio annuo dal 2019 al 2030 pari, rispettivamente, a circa 3200 MW e circa 3800 MW, a fronte di un installato medio degli ultimi anni complessivamente di 700 MW.

2. Efficienza energetica: in tale ambito sono definiti diversi obiettivi da raggiungere, tra cui:
   - la riduzione, al 2030, del fabbisogno di energia primaria europeo del 32,5%, rispetto alle proiezioni elaborate dalla CE nel 2007 con lo scenario Primes;
   - la riduzione, in ciascuno degli anni dal 2021 al 2030, dei consumi finali di energia di un valore pari allo 0,8% dei consumi medi annui del triennio 2016-2018, mediante politiche attive;
   - la penetrazione dell'elettricità nei trasporti, mediante diffusione di auto elettriche e ibride.
3. Sicurezza energetica: il Piano punta a migliorare la sicurezza dell'approvvigionamento, da un lato, incrementando le fonti rinnovabili e l'efficienza energetica e, dall'altro, diversificando le fonti di approvvigionamento, ad esempio con il ricorso al gas naturale anche tramite GNL, avvalendosi di infrastrutture coerenti con lo scenario di decarbonizzazione profonda al 2050.
4. Mercato interno: il Piano intende garantire maggiore flessibilità del sistema elettrico, ampliando le risorse che potranno fornire i servizi necessari all'equilibrio in tempo reale tra domanda e offerta. Parimenti, le regole del mercato dovranno evolvere in modo da favorire l'integrazione della crescente quota di rinnovabili, ad esempio con un progressivo avvicinamento del termine di negoziazione a quello di consegna fisica dell'elettricità.
5. Ricerca, innovazione e competitività: in tema di ricerca, il Piano punta a migliorare la capacità del sistema della ricerca di presidiare e sviluppare le tecnologie di prodotto e di processo essenziali per la transizione energetica e a favorire l'introduzione di tecnologie, sistemi e modelli organizzativi e gestionali funzionali alla stessa transizione energetica e alla sicurezza.

Nella tabella sottostante, estratta dal PNIEC, sono illustrati i principali obiettivi al 2030 previsti su energie rinnovabili, efficienza energetica ed emissioni di gas serra e le principali misure previste per il raggiungimento degli Obiettivi di Piano.

Tabella 2-6: Stralcio della Tabella 1 del PNIEC – Principali obiettive su energie e clia dell'UE e dell'Italia al 2020 e al 2030

	Obiettivi 2020		Obiettivi 2030	
	UE	ITALIA	UE	ITALIA (PNEC)
Energie rinnovabili (FER)				
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia	20%	17%	32%	30%
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia nei trasporti	10%	10%	14%	21,6%
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi per riscaldamento e raffrescamento			+1,3% annuo (indicativo)	+1,3% annuo (indicativo)
Efficienza Energetica				
Riduzione dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario PRIMES 2007	-20%	-24%	-32,5% (indicativo)	-43% (indicativo)
Risparmi consumi finali tramite regimi obbligatori efficienza energetica	-1,5% annuo (senza trasp.)	-1,5% annuo (senza trasp.)	-0,8% annuo (con trasporti)	-0,8% annuo (con trasporti)
Emissioni Gas Serra				
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti gli impianti vincolati dalla normativa ETS	-21%		-43%	
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti i settori non ETS	-10%	-13%	-30%	-33%
Riduzione complessiva dei gas a effetto serra rispetto ai livelli del 1990	-20%		-40%	

Per raggiungere gli obiettivi sopra riportati, il Piano delinea specifiche misure in relazione ai vari ambiti individuati, tra cui figurano quelli riportati nella **Tabella 2-7** anch'essa estratta dal PNIEC.

Tabella 2-7: Stralcio della Tabella 2 del PNIEC – Principali misure previste per il raggiungimento degli obiettivi del PNIEC

FER elettriche	Esenzione oneri autoconsumo per piccoli impianti	Regolatorio
	Promozione dei PPA per grandi impianti a fonte rinnovabile	Regolatorio
	Incentivazione dei grandi impianti a fonte rinnovabile mediante procedure competitive per le tecnologie più mature	Economico
	Supporto a grandi impianti da fonte rinnovabile con tecnologie innovative e lontane dalla competitività	Economico
	Aggregazione di piccoli impianti per l'accesso all'incentivazione	Regolatorio
	Concertazione con enti territoriali per l'individuazione di aree idonee	Regolatorio
	Semplificazione di autorizzazioni e procedure per il revamping/repowering di impianti esistenti	Regolatorio
	Promozione di azioni per l'ottimizzazione della produzione degli impianti esistenti	Informazione
	Supporto all'installazione di sistemi di accumulo distribuito	Economico
	Semplificazione delle autorizzazioni per autoconsumatori e comunità a energia rinnovabile	Regolatorio
	Revisione della normativa per l'assegnazione delle concessioni idroelettriche	Regolatorio

In relazione al PNIEC, il progetto presenta elementi di totale coerenza con gli obiettivi e gli indirizzi generali previsti dal Piano in quanto grande impianto di produzione energetica da fonte rinnovabile con tecnologia innovativa.

2.7.4 Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza

Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) si inserisce all'interno del programma Next Generation EU (NGEU), concordato dall'Unione Europea in risposta alla crisi pandemica dovuta all'epidemia da COVID19. Il Piano presentato dall'Italia si sviluppa intorno a tre assi strategici condivisi a livello europeo: digitalizzazione e innovazione, transizione ecologica, inclusione sociale.

Si tratta di un intervento che intende riparare i danni economici e sociali della crisi pandemica, contribuire a risolvere le debolezze strutturali dell'economia italiana, e accompagnare il Paese su un percorso di transizione ecologica e ambientale. Il Piano si sviluppa lungo sei missioni:

1. Digitalizzazione, Innovazione, Competitività, Cultura, con l'obiettivo di promuovere la trasformazione digitale del Paese, sostenere l'innovazione del sistema produttivo, e investire in due settori chiave per l'Italia, turismo e cultura;
2. Rivoluzione Verde e Transizione Ecologica, con gli obiettivi principali di migliorare la sostenibilità e la resilienza del sistema economico e assicurare una transizione ambientale equa e inclusiva;
3. Infrastrutture per una Mobilità Sostenibile, con l'obiettivo primario di sviluppo di un'infrastruttura di trasporto moderna, sostenibile ed estesa a tutte le aree del Paese;
4. Istruzione e Ricerca, con l'obiettivo di rafforzare il sistema educativo, le competenze digitali e tecnico-scientifiche, la ricerca e il trasferimento tecnologico;
5. Inclusione e Coesione, per facilitare la partecipazione al mercato del lavoro, anche attraverso la formazione, rafforzare le politiche attive del lavoro e favorire l'inclusione sociale;
6. Salute, con l'obiettivo di rafforzare la prevenzione e i servizi sanitari sul territorio, modernizzare e digitalizzare il sistema sanitario e garantire equità di accesso alle cure

Tra gli obiettivi generali della Rivoluzione Verde e Transizione Ecologica (Missione 2 – M2), ve ne sono alcuni specifici per l'energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile.

Per rendere efficace l'implementazione dell'incremento di produzione energetica da fonti FER e, più in generale, per abilitare lo sviluppo di impianti rinnovabili in linea con i target nazionali, il PNRR prevede l'attuazione di una riforma consistente nella semplificazione delle procedure autorizzative per gli impianti rinnovabili onshore e offshore, con i seguenti obiettivi:

1. omogeneizzazione delle procedure autorizzative su tutto il territorio nazionale;
2. semplificazione delle procedure per la realizzazione di impianti di generazione di energia rinnovabile off-shore;
3. semplificazione delle procedure di impatto ambientale;
4. condivisione a livello regionale di un piano di identificazione e sviluppo di aree adatte a fonti rinnovabili;
5. potenziamento di investimenti privati;
6. incentivazione dello sviluppo di meccanismi di accumulo di energia;
7. incentivazione di investimenti pubblico-privati nel settore.

Tale riforma è stata avviata con la Legge N. 108 del 29 luglio 2021, che ha convertito in legge, con modificazioni, il D.L. 77/2021 del 31 maggio 2021.

All'interno della Missione 2 si colloca consultazione pubblica *Misura PNRR: Piano di Ripresa e Resilienza, Missione 2 (Rivoluzione verde e Transizione ecologica), Componente 2 (Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile), Investimento 1.3 Promozione impianti innovativi (incluso off-shore)* alla quale EP Produzione ha aderito in data 12 settembre 2022.

Nello specifico l'investimento M2C2-1.3 *Promozione impianti innovativi (incluso off-shore)* del PNRR prevede il finanziamento di impianti di produzione di energia da fonti rinnovabile offshore in configurazioni innovative, per almeno 200 MW di capacità complessiva installata.

Tra le tipologie di interventi finanziabili sono elencati gli impianti eolici galleggianti e/o fotovoltaici galleggianti off-shore uniti a sistemi di stoccaggio dell'energia, purchè di taglia non inferiore a 20 MW, come somma della potenza elettrica delle tipologie di impianto integrato.

All'interno di tale ambito si colloca, pertanto, l'intervento proposto che risulta completamente conforme alle direttive del PNRR.

2.7.5 Piano Energetico Ambientale Regionale della Regione Sardegna

Con Delibera n. 5/1 del 28/01/2016 è stato adottato il nuovo Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna 2015-2030 (PEARS), il quale è stato successivamente approvato in via definitiva con Delibera n. 45/40 del 02/08/2016.

Il Piano Energetico Ambientale Regionale è il provvedimento di pianificazione strategica che contiene gli orientamenti strategici, gli scenari e le scelte operative in materia di energia che l'Amministrazione regionale mira a realizzare in un arco temporale di medio e lungo periodo, in applicazione della strategia 5 - il territorio e le azioni infrastrutturali del Programma Regionale di Sviluppo 2014-2019.

Il Piano promuove un modello di economia circolare ed ecosostenibile che minimizzi il consumo di suolo, di paesaggio e di risorse naturali, promuovendo il passaggio da un modello di produzione e consumo di energia da fonti fossili e rinnovabili accentrati e per grossi poli ad un modello distribuito e dimensionato sui fabbisogni di nuove attività produttive nel settore energetico di tipo manifatturiero, infrastrutturale e di servizi sempre nell'ottica dell'efficienza energetica e della gestione intelligente locale ed integrata dell'energia e della mobilità sostenibile. Il Piano identifica diversi scenari di sviluppo definiti in base agli obiettivi strategici individuati; le azioni previste sono volte a:

- sviluppare e integrare i sistemi energetici e potenziare le reti di distribuzione energetiche, privilegiando la loro efficiente gestione per rispondere alla attuale e futura configurazione di consumo della Regione Sardegna;
- promuovere la generazione distribuita dedicata all'autoconsumo istantaneo, indicando nella percentuale del 50% il limite inferiore di autoconsumo istantaneo nel distretto per la pianificazione di nuove infrastrutture di generazione di energia elettrica;
- privilegiare, nelle azioni previste dal PEARS, lo sviluppo di fonti rinnovabili destinate al comparto termico e della mobilità con l'obiettivo di riequilibrare la produzione di Fonti Energetiche Rinnovabili destinate al consumo elettrico, termico e dei trasporti;
- promuovere e supportare l'efficientamento energetico, con particolare riguardo al settore edilizio, ai trasporti e alle attività produttive, stimolando lo sviluppo di una filiera locale sull'efficienza energetica per mezzo di azioni strategiche volte prima di tutto all'efficientamento dell'intero patrimonio pubblico regionale;
- prevedere un corretto mix tra le varie fonti energetiche e definire gli scenari che consentano il raggiungimento entro il 2030 dell'obiettivo del 50% di riduzione delle emissioni di gas climalteranti associate ai consumi energetici finali degli utenti residenti in Sardegna, rispetto ai valori registrati nel 1990.

Con DGR 59/89 del 27.11.2020 sono state approvate le Linee di Indirizzo Strategico per l'aggiornamento del Piano Energetico Ambientale Regionale della Sardegna, in relazione al mutato quadro pianificatorio e normativo regionale, nazionale ed europeo in tema di energia e ambiente, anche in conseguenza degli effetti della pandemia da COVID19. Le Linee Guida approvate costituiscono il documento di riferimento per l'aggiornamento del PEARS al fine di rafforzarne l'efficacia; nelle more dell'approvazione del nuovo Piano, resta valido e vigente il documento approvato con DGR 45/40 del 2016, sopra descritto. Tra gli indirizzi strategici dettati dalle Linee di Indirizzo del 2020, vi è il perseguimento dell'efficienza energetica e la massimizzazione della produzione energetica da fonti rinnovabili.

Il progetto in esame è completamente coerente con il PEARS.

2.8 Piano di gestione dello spazio marittimo italiano - area marittima tirreno e Mediterraneo occidentale

In data 02/02/2022 è stata avviata la procedura di Valutazione Ambientale Strategica - VAS del Piano di gestione dello spazio marittimo italiano per l'area marittima Tirreno e Mediterraneo occidentale, mentre, in data 07/02/2022 il Ministero delle infrastrutture e della Mobilità Sostenibile - Dipartimento per la Mobilità ha comunicato l'apertura della fase di consultazione del Rapporto Preliminare Ambientale relativo al Piano di gestione.

Il Rapporto preliminare ambientale è stato redatto con la finalità di avviare la fase di consultazione fra l'Autorità proponente con l'autorità competente e gli altri soggetti competenti in materia ambientale, al fine di definire la portata ed il livello di dettaglio delle informazioni da includere nel rapporto ambientale, coerentemente a quanto previsto dall'art. 13 comma 1 del D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. seguendo le *Indicazioni operative a supporto della redazione e valutazione dei documenti VAS* pubblicate da ISPRA nel 2015 (Delibera del Consiglio Federale 22/04/2015 Doc. n. 51/15 CF).

Secondo quanto riportato nel Rapporto Preliminare, la Pianificazione dello Spazio Marittimo (PSM) non è solo indispensabile come strumento per raggiungere gli obbiettivi di sostenibilità richiesti dalla Marine Strategy Framework Directive (MSFD) e dalla nuova Strategia per la biodiversità 2030 dell'UE, ma lo è anche per raggiungere una sostenibilità sociale ed economica nel pieno rispetto dell'ecosistema marino.

I Piani, inoltre, tengono in considerazione gli aspetti economici, sociali e ambientali al fine di sostenere uno sviluppo e una crescita sostenibili nel settore marittimo, applicando un approccio ecosistemico, e di promuovere la coesistenza delle pertinenti attività e dei pertinenti usi.

Le attività, gli usi e gli interessi che i Piani possono includere sono, in modo non esaustivo, i seguenti:

- zone di acquacoltura;
- zone di pesca;
- impianti e infrastrutture per la prospezione, lo sfruttamento e l'estrazione di petrolio, gas e altre risorse
- energetiche, di minerali e aggregati e la produzione di energia da fonti rinnovabili;
- rotte di trasporto marittimo e flussi di traffico;
- zone di addestramento militare;
- siti di conservazione della natura e di specie naturali e zone protette
- zone di estrazione di materie prime;
- ricerca scientifica;
- tracciati per cavi e condutture sottomarini;
- turismo;
- patrimonio culturale sottomarino.

La finalità del Piano di gestione dello spazio marittimo è quella di fornire indicazioni di livello strategico e di indirizzo per ciascuna Area Marittima e per le loro subaree, da utilizzare quale riferimento per altre azioni di pianificazione (di settore o di livello locale) e per il rilascio di concessioni o autorizzazioni. A seconda delle caratteristiche delle sub-aree e delle necessità di

pianificazione, il Piano fornisce indicazioni più o meno dettagliate, sia in termini di risoluzione spaziale che in termini di definizione delle misure e delle raccomandazioni.

Il Piano ha natura di strumento di primo livello, sovraordinato, cioè, agli ulteriori e previgenti atti di pianificazione della gestione del "territorio marino", il cui contenuto deve necessariamente confluirvi (Consiglio di Stato, sez. IV, 2 marzo 2020, n. 1486), e rientra nella tipologia dei "superpiani" (insieme al Piano di bacino, di cui all'art. 65 del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii., e al Piano paesaggistico, di cui all'art. 145 del D. Lgs. n. 42/2004).

Il Piano riguarda tutte le acque e/o i fondali oltre la linea di costa su cui l'Italia ha giurisdizione, ad esclusione di aree con *pianificazioni urbane e rurali disciplinate da vigenti disposizioni di legge*.

La Proposta di Piano di Gestione dello Spazio Marittimo per l'area Tirreno - Mediterraneo Occidentale è delimitata a Sud dalla linea di delimitazione fra le sotto-regioni marine Mare Ionio - Mediterraneo Centrale e Mediterraneo Occidentale della Direttiva sulla Strategia Marina, come anche indicato nel D. Lgs. 201/2016, e a Ovest dal limite della piattaforma continentale concordato con il Paese confinante (Spagna 1974), dalla definizione della Zona di Protezione Ecologica (ZPE D.P.R. 27/10/2011 n. 209) e dalle delimitazioni delle acque con il Paese confinante (Stretto di Bonifacio – Francia 1986, Ventimiglia-Mentone 1892). A Sud-Ovest sono stati considerati i limiti della piattaforma continentale concordati con il Paese confinante (Tunisia 1971), mentre i limiti a Sud-Ovest della Sardegna corrispondono alla linea di equidistanza virtuale.

Come mostrato nella Figura sottostante, al suo interno l'area è suddivisa in 11 sub-aree di cui 7 all'interno delle acque territoriali e 4 in aree di piattaforma continentale.

La definizione delle sub-aree dell'area marittima è stata individuata utilizzando i seguenti criteri:

- confini giurisdizionali, laddove definiti (limiti delle 12mn, accordi in essere circa la piattaforma
- continentale);
- limiti amministrativi regionali;
- perimetri delle sub-aree geografiche di pesca (GSA FAO-GFCM);
- Zone di Protezione Ecologica.

Le sub-aree offshore sono state invece individuate secondo i confini delle Zone di Protezione Ecologica (ZPE D.P.R. 27/10/2011 n. 209) e con gli accordi in essere circa la piattaforma continentale.

Figura 2-65: Delimitazione e zonazione interna dell'Area Tirreno-Mediterraneo Occidentale

La zonazione individua 7 sub-aree in acque territoriali (MO/1-MO/7) e 4 sub-aree in aree di piattaforma continentale (MO/8 – MO/11), come di seguito specificato.

- MO/1 - Acque territoriali Liguria
- MO/2 - Acque territoriali Toscana
- MO/3 - Acque territoriali Lazio
- MO/4 - Acque territoriali Campania e Basilicata
- MO/5 - Acque territoriali Calabria
- MO/6 - Acque territoriali Sicilia
- MO/7 - Acque territoriali Sardegna
- MO/8 - ZPE Mar Ligure
- MO/9 - ZPE Tirreno Settentrionale
- MO/10 - Piattaforma continentale e ZPE Tirreno Meridionale ed Orientale
- MO/11 - Piattaforma continentale e ZPE Tirreno Occidentale e Sardegna Occidentale.

L'area di intervento si localizza nella sub-area MO/7 - Acque territoriali Sardegna Occidentale.

I principali usi del mare e della costa presenti nella sub-area MO/7 sono rappresentati nella **Figura 2-66**.

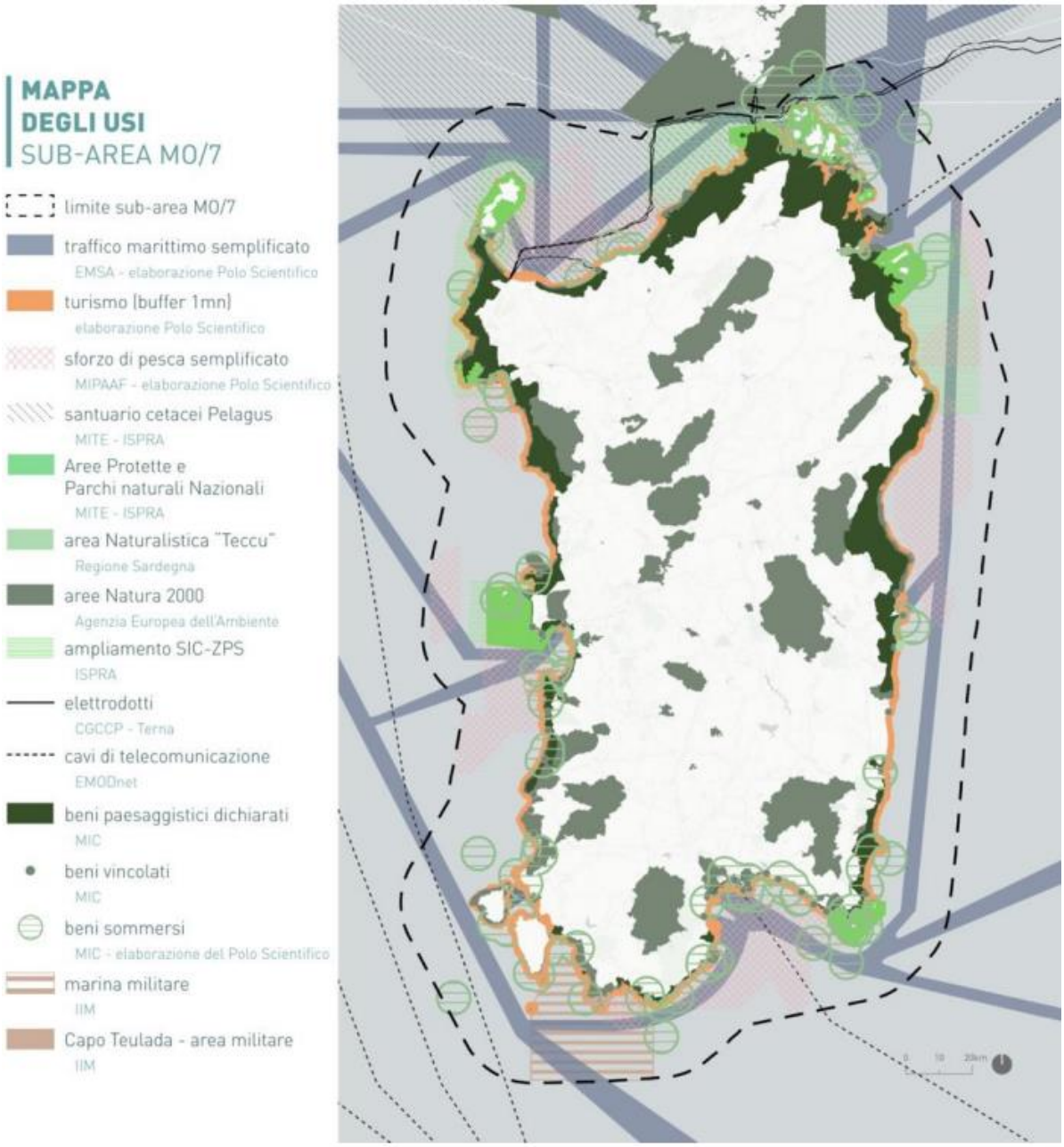


Figura 2-66: Mappa di sintesi dei principali usi presenti nella sub-area MO/7

Come indicato nel documento *I Piani dello Spazio Marittimo italiani Area Marittima Tirreno-Mediterraneo Occidentale - Sintesi* (Agosto 2022, Direzione generale per la vigilanza sulle autorità di sistema portuale, il trasporto marittimo e per vie d'acqua interne), i principali usi del mare nell'area in oggetto sono: il turismo costiero, il trasporto marittimo, la protezione dell'ambiente e delle risorse naturali, la protezione del paesaggio e del patrimonio culturale, le attività connesse alla difesa, l'acquacoltura e la pesca.

La visione specifica e l'obiettivo generale definiti per la sub-area MO/7 trovano articolazione in trenta obiettivi specifici (OS) di pianificazione, i quali tengono conto, in modo integrato, del sistema degli usi in essere, dei loro attuali trend e delle caratteristiche ed emergenze ambientali dell'area marittima. Gli obiettivi specifici riguardano principalmente, in modo singolo o combinato, i seguenti settori e usi del mare/della costa: 1. Sicurezza marittima, della navigazione e

sorveglianza; 2. Pesca 3. Acquacoltura; 4. Trasporto marittimo e portualità; 5. Energia; 6. Difesa costiera; 7. Turismo costiero e marittimo; 8. Protezione ambiente e risorse naturali; 9. Paesaggio e patrimonio culturale; 10. Ricerca scientifica e innovazione.

Nella **Tabella 2-8** si riportano gli obiettivi specifici indicati per la sub-area MO/7 con riferimento al settore Energia.

Tabella 2-8: Obiettivi specifici della sub-area MO/7 definiti per il settore Energia

Settore di riferimento	Codice	Obiettivo Specifico
Energia	(MO/7)OSP_E|01	Contribuire alla decarbonizzazione promuovendo il ricorso all'uso delle energie rinnovabili marine quali l'energia dal moto ondoso marino per favorire l'elettrificazione dei porti o altre zone urbanizzate, o l'energia eolica off shore su impianti flottanti, ubicati in aree, non visibili dalla terraferma, non soggette a tutela ambientale ed estranee a zone abituali di pesca; favorire la creazione di una catena globale del valore nel territorio regionale basata sulle energie rinnovabili marine.
	(MO/7)OSP_E|02	Favorire l'autosufficienza energetica dei porti ed il loro inquadramento quali "Green Ports", mediante il ricorso a nuove tecnologie per la produzione di energia da fonti rinnovabili in ambito portuale e nuovi processi per l'integrazione di problematiche di carattere ambientale ed energetico
	(MO/7)OSP_E|03	Promuovere l'elettrificazione delle banchine portuali in linea con quanto previsto dalla Direttiva Europea "sulla realizzazione di un'infrastruttura per i combustibili alternativi" – DAFI 2014/94/EU.

L'intervento proposto, seppur non espressamente citato tra quelli di cui all'obiettivo specifico (MO/7)OSP_E|01, risulta coerente con tale obiettivo e con l'obiettivo (MO/7)OSP_E|02.

2.9 Sintesi dell'analisi di conformità

Gli esiti dell'analisi di conformità svolta nel presente documento sono sintetizzati nella seguente tabella in cui è mostrata la modalità di espressione del grado di conformità.

Tabella 2-9: Livelli di conformità dell'intervento rispetto a normativa, vincoli e tutele

	Si rilevano evidenti elementi di conformità e coerenza
	Non si rilevano elementi di incoerenza e/o criticità sostanziali
	Non si rilevano elementi ostativi alla realizzazione del progetto ma è necessario prevedere specifici iter autorizzativi per superare eventuali criticità
	Si rilevano situazioni in cui l'attuazione dell'intervento, in assenza di una adeguata progettazione, potrebbe determinare un contrasto al perseguimento degli obiettivi di cui ai Piani/Programmi analizzati

Tabella 2-10: Sintesi dell'analisi di conformità

Piano/Programma	Livello di conformità	
Pianificazione Energetica	Si rilevano evidenti elementi di conformità e coerenza con la pianificazione ai diversi livelli istituzionali e, in particolare, il progetto è allineato alla politica energetica nazionale. Il PNIEC fissa un obiettivo minimo di potenza da fonte rinnovabile solare pari a 28.550 MW al 2025 e di 52.000 MW al 2030 e si focalizza sulla riduzione del consumo di territorio promuovendo l'installazione innanzitutto su edificato, tettoie, parcheggi, aree di servizio e, per grandi impianti a terra, zone improduttive, non destinate ad altri usi, quali le superfici non utilizzabili a uso agricolo, aree già artificiali (con riferimento alla classificazione SNPA), siti contaminati, discariche e aree lungo il sistema infrastrutturale. Quanto indicato è valido per entrambe le alternative progettuali analizzate.	
Regime Vincolistico	L'intervento in progetto, in entrambe le alternative progettuali analizzate, interferisce con beni tutelati ai sensi: a) Dell'art. 143 del D. Lgs. 42/2004 (fascia costiera); b) dell'art. 143 e 142 del D. Lgs. 42/2004 (fascia di rispetto delle coste, Fiume Santo e la relativa fascia di rispetto, aree classificate come Zone umide costiere D.G.R. n. 33/37 del 30/09/2010 e laghi ed invasi); c) dell'art.17 delle NTA del PPR (prateria di *Poseidonia oceanica*). Nello specifico l'interferenza con i beni tutelati di cui alle lettere a) e b) del precedente elenco è a carico della porzione a terra dell'impianto mentre quella con il bene tutelato di cui alla lettera c) è a carico dell'impianto off-shore L'intervento in progetto, in entrambe le alternative progettuali analizzate, non interferisce con beni tutelati ai sensi dell'art. 136, art. 142 del D. Lgs. 42/2004. Non sono presenti altri vincoli, quali il vincolo idrogeologico. Il progetto si sviluppa all'interno del SIN di Porto Torres e sarà necessario acquisire il nulla osta di cui all'art. 142-ter del d. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. Data l'interferenza con i vincoli paesaggistici sopra indicati è stata predisposta la relativa Relazione Paesaggistica ai fini del rilascio dell'autorizzazione (art. 146 del D. Lgs. 42/2004).	
Aree protette e tutelate	Il progetto ricade all'interno del Santuario dei cetacei Pelagos. Si evidenzia, tuttavia, che questo sarà ubicato in un'area portuale/industriale e collegato ad una banchina esistente. Non sono interessate siti della Rete Natura 200, aree IBA e Zone Umide Rasmar.	

Tabella 2-10: Sintesi dell'analisi di conformità

	Tuttavia, è stato predisposto uno Screening di Valutazione di incidenza (Elaborato REL_007) dedicato stante la rilevanza delle IBA presenti nel territorio limitrofo.	
Pianificazione urbanistica	L'intervento in progetto, in entrambe le configurazioni proposte è conforme ai dettami degli strumenti urbanistici vigenti.	
Pianificazione ambientale	Piano di tutela della qualità dell'aria: la realizzazione del progetto favorisce la riduzione delle emissioni da impianti di produzione dell'energia da fonti fossili. In tal senso l'intervento previsto risulta in linea con gli obiettivi di riduzione degli inquinanti atmosferici del Piano. Pianificazione di bacino in tema di rischio idrogeologico/idraulico/alluvioni: l'area di progetto non interessa alcuna delle aree sottoposte a tutela dalla pianificazione di bacino come sopra riportate. Limitate interferenze si verificano in corrispondenza dell'attraversamento del Fiume Santo da parte dell'elettrodotto. La necessità di procedere richiedendo l'autorizzazione idraulica sarà verificata solo in seguito alla scelta della soluzione costruttiva dell'elettrodotto stesso. Pianificazione di tutela delle acque: in relazione al progetto si evidenzia l'assenza di interferenze in fase di esercizio sulla componente acque superficiali e acque sotterranee.	
Altri vincoli	L'alternativa 2 proposta interferisce con le attività antropiche all'interno del porto industriale (pesca, navigazione) ed è associata a elevati rischi di collisione.	
	L'alternativa 1, invece, interessando un'area interdetta alla navigazione non è soggetta ad ulteriori vincoli.	
Piano di gestione dello spazio marittimo italiano	Si rilevano evidenti elementi di conformità e coerenza dell'intervento proposto con gli obiettivi specifici (MO/7)OSP_E|01 e (MO/7)OSP_E|02.	

Si conclude che l'alternativa progettuale 1 ha caratteristiche di conformità maggiori dell'Alternativa 2. In generale, infine, si rileva che il progetto proposto è conforme ai dettami normativi e vincolistici vigenti sul territorio di interesse.

3. ANALISI DELLO STATO DELL'AMBIENTE (SCENARIO DI BASE)

La descrizione dello stato dell'ambiente prima della realizzazione dell'opera (Scenario di Base) costituisce il riferimento per le valutazioni dello SIA rispetto al quale valutare i potenziali impatti generati dalla realizzazione e dall'esercizio progetto e misurarne i cambiamenti mediante il monitoraggio ambientale delle componenti ambientali.

La caratterizzazione di ciascuna tematica ambientale potenzialmente interessata dall'intervento proposto è stata condotta con riferimento a tutta l'area vasta, con specifici approfondimenti relativi all'area di sito, così definiti:

- Area Vasta: è la porzione di territorio nella quale si esauriscono gli effetti significativi, diretti e indiretti, dell'intervento con riferimento alla tematica ambientale considerata. L'individuazione dell'area vasta è circoscritta al contesto territoriale individuato sulla base della verifica della coerenza con la programmazione e pianificazione di riferimento e della congruenza con la vincolistica trattata al precedente **Capitolo 2** (SNPA, 2020);
- Area di Sito (o area di progetto): comprende le superfici direttamente interessate dagli interventi in progetto (ossia lo specchio d'acqua adiacente alla diga foranea ove saranno installati gli array e la porzione di superficie terrestre interessata dalle opere di connessione elettrica e un significativo intorno di ampiezza tale da poter comprendere i fenomeni in corso o previsti.

Gli ambiti territoriali di riferimento considerati nella descrizione del sistema ambientale sono prevalentemente definiti a scala provinciale, mentre le analisi di impatto sono state sviluppate con riferimento alla scala locale.

Al fine di sintetizzare le scelte fatte, sono riassunte nel seguito le singole aree di studio definite per i fattori di interesse, che risultano così suddivisi (SNPA, 2020):

- Fattori ambientali: Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare; Geologia e acque; Atmosfera: Aria e Clima; Biodiversità; Popolazione e salute umana; Sistema paesaggistico: Paesaggio, Patrimonio culturale e Beni materiali;
- Agenti Fisici: Rumore; Vibrazioni; Campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

Non sono stati considerati nel presente Studio di Impatto Ambientale, in quanto ritenuti non rilevanti in virtù delle caratteristiche del progetto proposto, i seguenti agenti fisici: Radiazioni ottiche e Radiazioni ionizzanti.

3.1 Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare

3.1.1 Inquadramento geomorfologico dell'area a terra

L'area di interesse ricade nella porzione settentrionale della Sardegna, nelle regioni storiche della Nurra, Sassarese e Romangia, all'interno della provincia di Sassari.

Il paesaggio è caratterizzato da una morfologia generalmente collinare, in particolare dove affiorano i rilievi del massiccio vulcanico terziario interessati da fenomeni di erosione selettiva che modella le rocce più tenaci dando luogo alle caratteristiche forme geomorfologiche dell'area geografica, mentre nella parte centro-settentrionale prevale una morfologia sub-pianeggiante, in corrispondenza delle propaggini meridionali della piana costiera turritana. In generale, la morfologia del settore orientale è spesso aspra ed articolata in netto contrasto con la morfologia del settore occidentale, caratterizzata invece dall'estesa pianura della Nurra.

Sotto il profilo geomorfologico l'area di Porto Torres è circondata da un ampio dorso impostato sulle unità calcareo-arenacee mioceniche e parzialmente incisi dal Rio Mannu ad est, mentre ad ovest va a chiudersi sui rilievi collinari mesozoici, solcati dal Fiume Santo.

Ad ovest, la morfologia è appunto caratterizzata dalla presenza dei rilievi collinari impostati sulle formazioni mesozoiche, separati tra loro da vaste aree sub pianeggianti. Le acclività dei versanti sono in media comprese tra il 10 ed il 40% ma acclività più elevate si registrano nelle porzioni di versante che delimitano la valle del Fiume Santo e sul versante occidentale di Monte Alvaro.

Ad est dei rilievi carbonatici mesozoici si apre una vasta area pianeggiante impostata sulle formazioni sedimentarie mioceniche. Si può distinguere una zona centrale, interposta tra i rilievi mesozoici e il Rio Mannu, in gran parte occupata dall'area industriale, caratterizzata da una morfologia pianeggiante debolmente degradante verso la piana costiera, con quote mediamente comprese tra 5 e 25 m slm, che originariamente ospitava lo stagno di Gennano. Questo settore è stato in gran parte trasformato attraverso le opere di infrastrutturazione dell'area industriale.

Ad est del Rio Mannu, si apre una vasta area pianeggiante o dolcemente ondulata, con superficie topografica compresa mediamente tra 20 e 50 m slm e acclività mediamente inferiori al 20%, delimitata verso mare da una falesia ripida in gran parte impostata su roccia. Questo ampio tavolato è inciso dal Rio Mannu e dal suo affluente destro, Rio d'Ottava, che scorrono in valli a fondo piatto, dal profilo sinuoso, riempite dai sedimenti alluvionali.

La morfologia dell'area è condizionata dalla natura delle litologie sedimentarie mioceniche e quaternarie, costituite in prevalenza da calcari, arenarie e marne: il diverso grado di erodibilità dei litotipi presenti crea una certa variabilità di forme morfologiche nel paesaggio. Le rocce calcaree formano dei rilievi tabulari con giacitura sub-orizzontale e qualche piccolo rilievo dove la roccia è più resistente ai processi erosivi, non superando comunque i 30 metri slm.

La natura calcarea delle litologie costituenti il substrato miocenico ha favorito la formazione di processi carsici per dissoluzione chimica di modesta entità e di varia tipologia (forme ipogee e epigee), come piccoli condotti a sezione sub-circolare, crepacci sviluppati lungo piani di frattura e cavità irregolari di dimensione metrica. Queste strutture che si presentano nell'area di studio sono generalmente prive di acqua e spesso riempite di argille.

La morfologia costiera, nella porzione compresa tra la foce de Fiume Santo e il molo industriale, è caratterizzata da modeste pareti rocciose sub-verticali, specie in prossimità del centro urbanizzato, e da spiagge di estensione variabile ai lati dello stesso.

Tutto il tratto costiero è caratterizzato da un carsismo marino che dà luogo a forme epigee e ipogee a diversa scala concentrate principalmente lungo i lineamenti strutturali della roccia. La falesia è inoltre interessata da un processo di arretramento che si esplica attraverso il crollo progressivo di porzioni di roccia o fenomeni di scivolamento dei depositi pleistocenici.

Nell'area industriale e lungo la costa la morfologia è stata comunque modificata da forme essenzialmente di origine antropica, connesse allo sviluppo dell'importante porto commerciale e industriale: i segni più evidenti lungo la costa sono la rettificazione e la colmata di ampi tratti litoranei, la costruzione di banchine e pontili d'attracco. Il maggiore impatto antropico è comunque legato all'ampia area industriale e alle strutture ad essa connesse.

L'area industriale di Porto Torres è insediata a ridosso della costa su un sistema morfologico assimilabile ad un tavolato calcareo leggermente ondulato, localmente interrotto da incisioni vallive, tra le quali le principali sono quella del Rio Mannu, che delimita ad Est la zona industriale, e quella del Fiume Santo che interessa la porzione occidentale dell'area in esame. La morfologia dell'insediamento di Porto Torres è degradante verso il mare, con quote maggiori (40 m slm) a sud e quote inferiori (4 m slm) nella zona costiera.

Il Riu Fiume Santo costituisce il principale elemento morfologico naturale dell'area di studio; esso rappresenta una importante incisione fluviale che, con andamento predominante S-N, dalle colline paleozoiche e mesozoiche si dirige verso il mare in cui confluisce in prossimità del confine orientale della Centrale. Questo corso d'acqua, strutturatosi lungo una importante linea di faglia, separa, da un punto di vista morfologico e idrogeologico, il settore Est, ove è presente l'area del petrolchimico, dal settore Ovest dove sorge la centrale termoelettrica.

Nelle Figure sottostanti si riportano gli stralci della carta geomorfologica del PUC del comune di Sassari e del comune di Porto Torres per l'area di progetto.

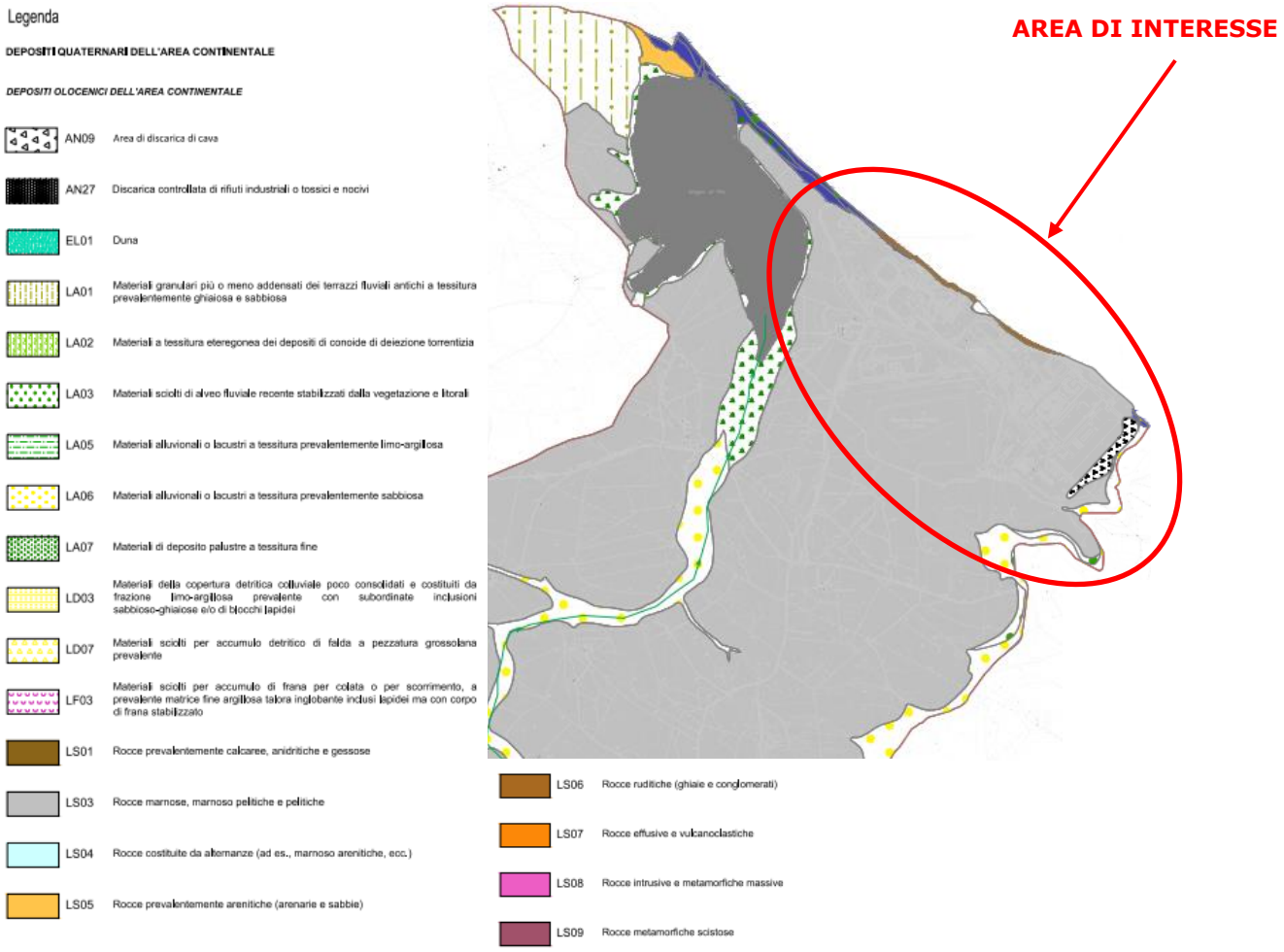


Figura 3-1: Estratto della carta geomorfologica PUC di Sassari

Figura 3-2: Estratto della carta geomorfologica PUC di Porto Torres

3.1.2 Dissesti nell'area di studio

L'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI) è la banca dati nazionale sulle frane ed è stato realizzato dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) in collaborazione con le Regioni e Province Autonome con lo scopo di fornire un quadro della distribuzione dei fenomeni franosi sull'intero territorio nazionale e offrire uno strumento conoscitivo di base per la valutazione della pericolosità da frana e la programmazione degli interventi di difesa del suolo e per la pianificazione territoriale.

Come mostrato nella **Figura 3-3**, dalla consultazione della cartografia del Progetto IFFI è emerso che nell'area di interesse per il progetto non si sono verificati ad oggi fenomeni di dissesto

geomorfologico censito e che nessun fenomeno franoso è presente all'interno dell'area di studio considerata. L'area di frana più vicina è ubicata a Est a cica 5 km dalla diga foranea del porto. Per tale motivo non è stata predisposta alcuna cartografia.

Figura 3-3: Cartografia del progetto IFFI (in rosso il nuovo impianto)

Per quanto riguarda il rischio sismico, a livello regionale, la Delibera della Regione Sardegna n.15/31 del 20/03/2004, in recepimento dell'O.P.C.M.n.3274 del 20/03/2003, ha ridefinito la classificazione sismica del territorio regionale. Tutti i comuni della Sardegna sono stati inseriti all'interno della zona sismica 4, con una classe di rischio che si può quindi considerare di entità moderata, coerentemente con quanto riportato dalla classificazione sismica da O.P.C.M n.3274/03 aggiornata ad aprile 2021.

3.1.3 Uso del suolo

Secondo quanto stabilito nello Special Report on Land Use dell'Intergovermental Panel on Climate Change (IPCC) l'uso del suolo è un riflesso delle interazioni tra l'uomo e la copertura del suolo, rappresentando una descrizione di come il suolo è impiegato per le diverse attività antropiche (IPCC, 2019). La direttiva 2007/2/CE lo definisce come una classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socio-economica presente e programmate per il futuro (residenziale, industriale, commerciale, agricolo, silvicolo, ricreativo, ecc.).

I dati sull'uso del suolo, sulla copertura vegetale e sulla transizione tra le diverse categorie d'uso figurano tra le informazioni più frequentemente richieste per la formulazione delle strategie di gestione sostenibile del patrimonio paesistico-ambientale e per controllare e verificare l'efficacia delle politiche ambientali e l'integrazione delle istanze ambientali nelle politiche settoriali (agricoltura, industria, turismo, ecc.).

La cartografia dell'uso del suolo viene generalmente ottenuta attraverso interpretazione di ortofoto georeferenziate e sopralluoghi sul campo. La metodologia Corine Land Cover viene utilizzata per categorizzare l'uso del suolo in modo da standardizzarne l'interpretazione a livello europeo. L'analisi dell'uso del suolo (**Figura 3-4**) in base a quanto definito all'interno del progetto Corine Land Cover (anno 2018 - IV Livello) evidenzia come all'interno del buffer di analisi (buffer con raggio di 5 km) ci sia una netta dominanza di mare (cod. 523) che rappresenta il 41,4% dell'intera area, cui seguono in subordine le aree a seminativi (cod. 2111) con il 37,7%,

le aree industriali o commerciali (cod. 121) con l'11,3%. La quota parte rimanente delle aree interne all'area di studio, che complessivamente rappresentano il 9,9% di quest'ultima, sono aree estrattive, discariche, prati stabili, zone agricole eterogenee, lagune, zone caratterizzate da vegetazione arbustiva.

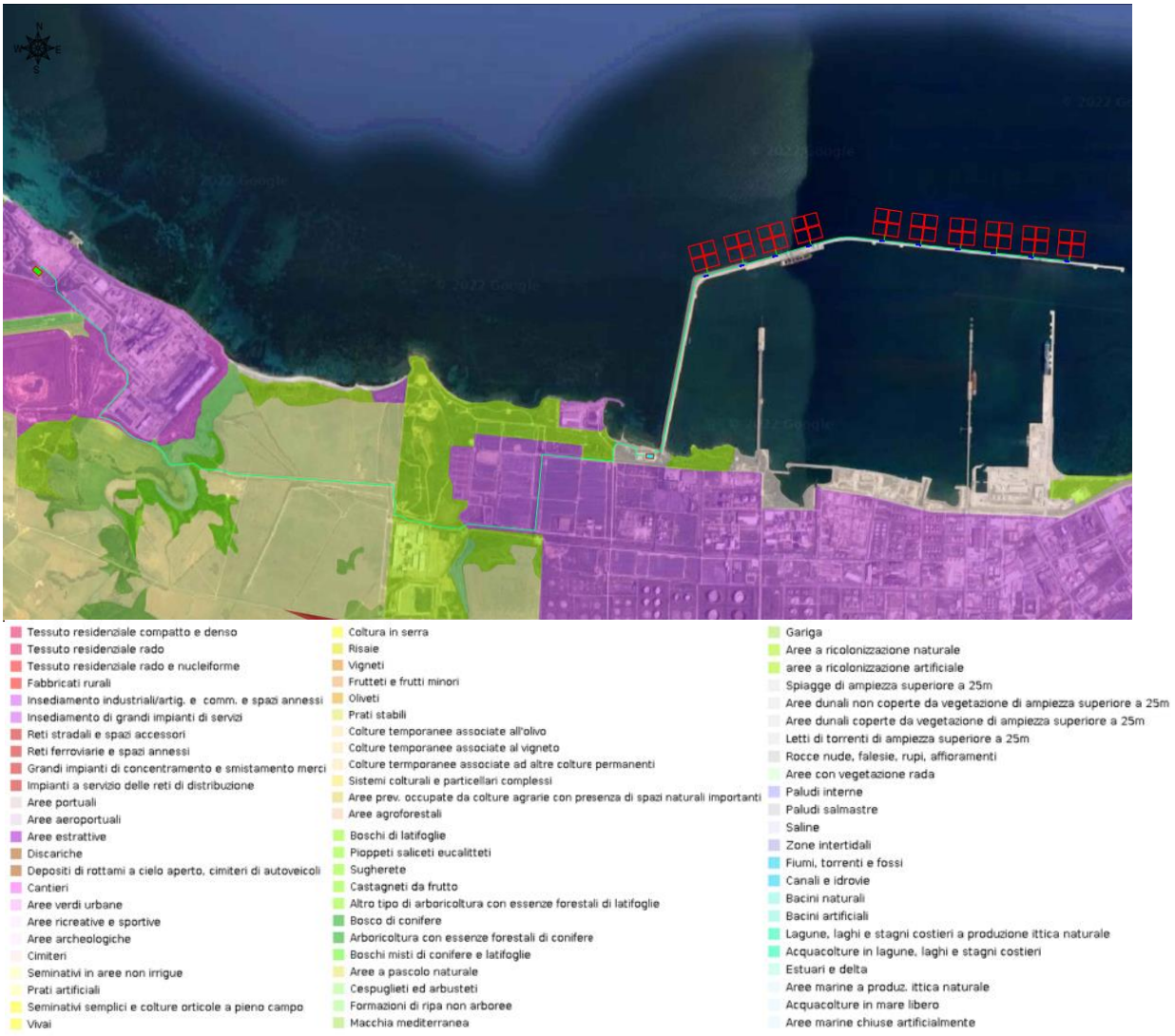


Figura 3-4: Inquadramento del tracciato dell'elettrodotto su carta d'uso del suolo

Nello specifico, l'elettrodotto attraversa due aree classificate come *insediamenti industriali* rispettivamente nella sua porzione orientale onshore (all'interno dell'area industriale di Porto Torres) e nella sua porzione occidentale (all'interno dell'area della centrale termoelettrica di Fiume Santo), dove è situata la Stazione Fiume Santo Olio di connessione alla rete AT Terna.

Procedendo da est verso ovest, l'elettrodotto interessa *aree di ricolonizzazione naturale* e *aree seminative* corrispondenti alle aree comprese tra l'area industriale di Porto Torres ad est e il Fiume Santo. Nelle adiacenze del corso di quest'ultimo, il cavidotto interessa limitate aree a formazione di ripa non arboree e zone boscate (latifoglie).

Ad ovest del fiume, il tracciato del cavidotto attraversa limitatamente anche una porzione di area estrattiva adiacente a sud dell'area della centrale termoelettrica di Fiume Santo prima di entrare nell'area della centrale stessa.

Il tracciato del cavo di collegamento tra l'array di moduli fotovoltaici offshore e la centrale di conversione onshore, lungo la diga foranea, attraversa invece aree con uso del suolo classificato come *portuale*.

3.1.4 Patrimonio Agroalimentare

La Sardegna vanta una notevole cultura enogastronomica ed un vasto panorama di biodiversità agroalimentari. L'agroindustria ricopre un ruolo fondamentale nel sistema produttivo e rappresenta, inoltre, una risorsa fondamentale per le qualità non riproducibili in altri contesti, per la cura e sostenibilità con cui vengono portate avanti le tradizioni, per l'affermazione dei suoi prodotti su scala internazionale.

I suoi punti di forza sono il settore vinicolo (aziende leader del settore e pluripremiate), l'olivicolo (varietà tipiche locali ed alta concentrazione di aziende specializzate), il lattiero caseario (con punte d'eccellenza nei formaggi), la zootecnia (carne e derivati hanno proprietà organolettiche uniche al mondo), il cerealicolo (grano e frumenti vari) e l'orticolo (su tutti pomodoro e carciofo).

L'analisi sulla composizione territoriale del sistema agroalimentare in Sardegna evidenzia due dati fondamentali: da un lato, la partecipazione alla creazione della filiera regionale di ogni singola provincia e dall'altro, l'incidenza del settore sull'intero tessuto produttivo locale. I prodotti DOP e IGP, i vini DOC, DOCG e IGT (queste ultime tre sigle dal 2010 sono ricomprese nei marchi DOP e IGP), insieme a quelli tradizionali agro-alimentari e da agricoltura biologica, rientrano tra i prodotti meritevoli di riconoscimento comunitario. I prodotti certificati sono vini, (Cannonau di Sardegna DOC, Moscato di *Sorso-Sennori*, DOC, Monica di Sardegna DOC, Moscato di Sardegna DOC, Vermentino di Sardegna DOC tipici dell'area di studio; riconducibili a specifiche zone: Vermentino di Gallura DOCG, Alghero DOC, Arborea DOC, Cagliari DOC, Campidano di Terralba o Terralba DOC, Carignano del Sulcis DOC, Girò di Cagliari DOC, Malvasia di Bosa DOC, Mandrolisai DOC, Nasco di Cagliari DOC, Nuragus di Cagliari DOC, Sardegna Semidano DOC, Vernaccia di Oristano DOC); formaggi quali Fiore Sardo, Pecorino Sardo e Pecorino Romano; Olio extravergine di oliva Sardegna DOP; Carciofo Spinoso di Sardegna DOP, Zafferano di Sardegna DOP, Culurgionis d'Ogliastra IGP e carni (Agnello di Sardegna IGP).

La provincia di Sassari registra 12.848 imprese pari al 27% del settore regionale, a livello provinciale le imprese dell'agroalimentare sono pari al 19% sul totale delle imprese.

Per quanto riguarda la denominazione IGT (Indicazione Geografica Tipica), si segnala l'IGT Nurra. L'indicazione geografica tipica *Nurra* è riservata ai vini che rispondono alle condizioni ed ai requisiti stabiliti nel disciplinare di produzione approvato con DM 12.10.1995 del MiPAAF (ultima modifica DM 07.03.2014).

3.1.5 Inquadramento geomorfologico dell'area a mare

Attualmente il porto presenta una profondità massima di circa 21,5 m all'imboccatura mentre in prossimità della diga foranea, ove accostano le navi carboniere di approvvigionamento della centrale termoelettrica, ha una profondità disponibile di circa 15,5 m.

Nel mese di Novembre 2022 è stata condotta una specifica survey volta a ricostruire il profilo batimetrico di dettaglio dell'area all'esterno della diga foranea interessata dall'installazione degli array e finalizzata ad identificare modifiche locali del fondale.

I risultati della survey sono mostrati nella Figura sottostante.

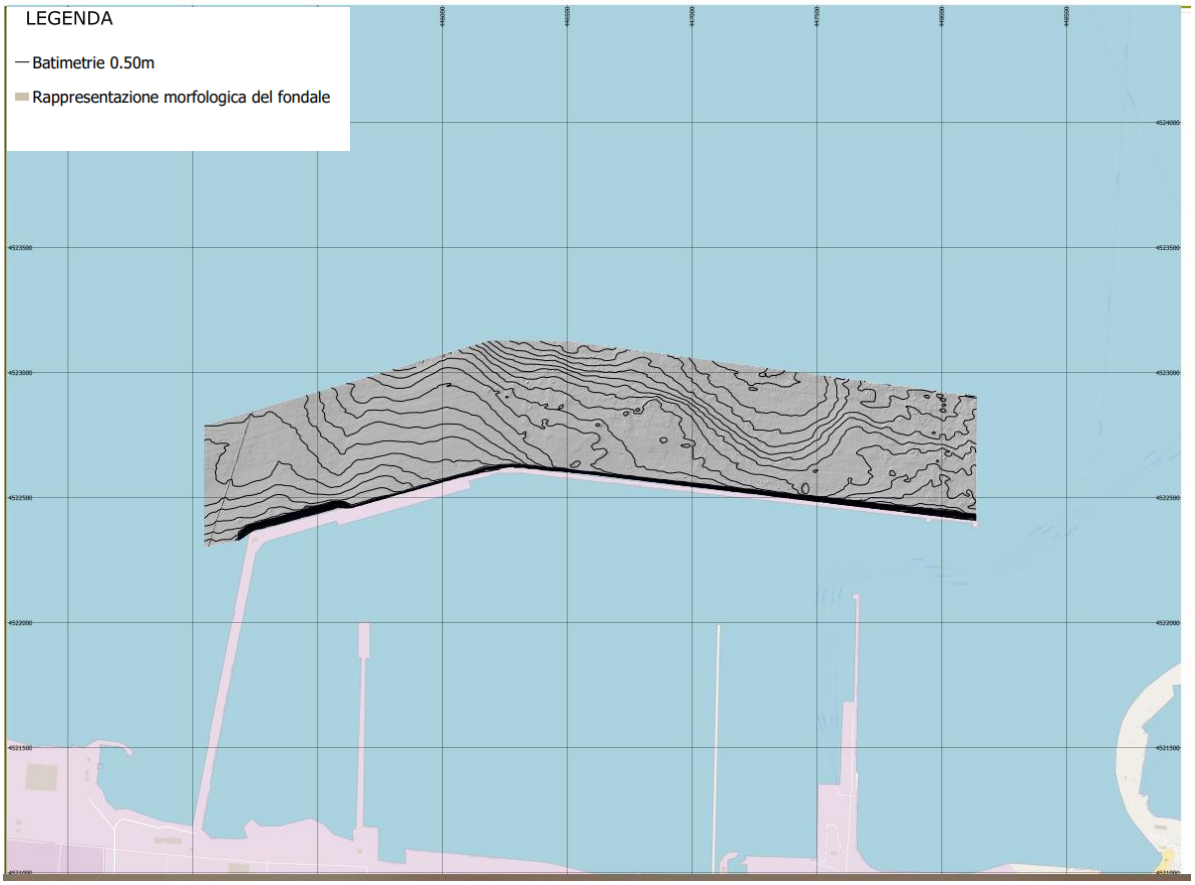


Figura 3-5: Carta batimetrica di dettaglio dell'area di intervento

3.1.6 Qualità dei sedimenti

A seguito di un evento incidentale (sversamento di olio combustibile in mare da nave di approvvigionamento della centrale termoelettrica) avvenuto in data 11/01/2011 nel porto industriale di Porto Torres, la società E.ON Produzione S.p.A., precedente gestore della centrale di Fiume Santo, ha predisposto e realizzato un piano di caratterizzazione ambientale al fine di verificare gli effetti di tale evento.

Seguendo le indicazioni del manuale Apat - Icram, l'area interessata dalle indagini (**Figura 3-5**) è stata suddivisa in una griglia composta da maglie di differenti dimensioni a seconda della distanza dalla banchina.

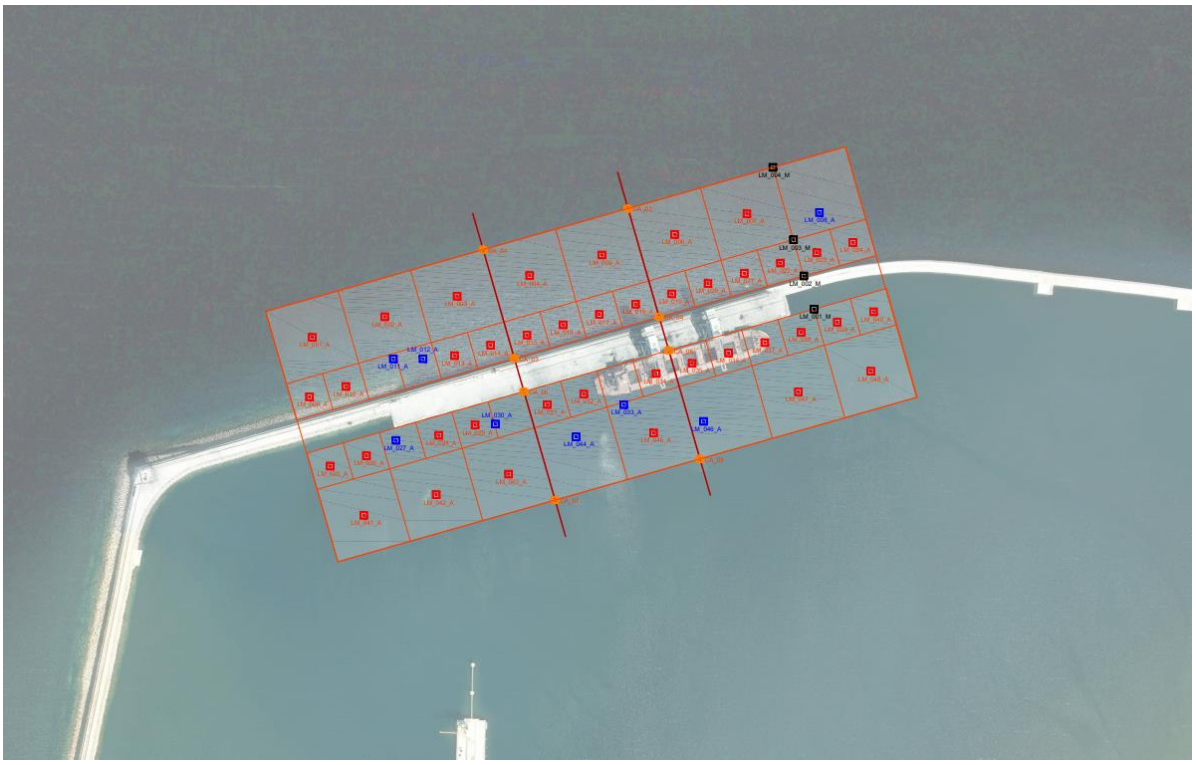


Figura 3-6: Area di indagine all'interno del porto industriale di Porto Torres

Una prima area, prossima al manufatto, è stata suddivisa in maglie con i lati di circa 50 m; l'area più esterna è stata suddivisa in maglie coi lati di circa 100 m. Tale operazione è stata effettuata sia all'esterno, oltre la diga foranea, sia nella parte interna del porto, ed ha portato all'individuazione di 48 aree di campionamento (24 sul lato esterno e 24 su quello interno).

Le carote prelevate sono state suddivise in tre campioni costituenti i tratti 0-10 cm, 10-30 cm e 30-50 cm, in ottemperanza alle prescrizioni presentate dall'ISPRA.

Nei 48 quadranti individuati dal piano di indagini sono stati effettuati i seguenti prelievi:

- 36 campionamenti di sedimenti relativi al tratto 0-10 cm;
- 34 campionamenti di sedimenti relativi al tratto 10-30 cm;
- 10 campionamenti di sedimenti relativi al tratto 30-50 cm (o inferiore laddove non è stato possibile raggiungere la profondità massima prevista);
- 36 campionamenti di sedimenti relativi al tratto 0-20 cm, prelevati in 5 diversi punti di un sottoquadrante di maglia 10x10 m.

Su tutti i campioni prelevati sono state effettuate le analisi chimiche relative al pacchetto di analiti indicato nella **Tabella 3-1** , utilizzando metodologie a strumentazioni certificate in grado di garantire un limite di rilevabilità minimo pari a 1/10 delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) riportate nella colonna B della tabella 1 dell'allegato 5 al Titolo IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii..

Tabella 3-1: Set analitico determinato sui campioni di sedimenti

Parametro	Metodo analitico
Umidità	D.M.1 3/09/1999 Met II.2
Scheletro	D.M. 13/09/1999 Met.II.1
Aromatici	
Benzene	
Etilbenzene	
Stirene	EPA 5021A 2003+EPA 8021B 1996, EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006
Toluene	
Xileni	
Sommatoria organici aromatici	
Aromatici Policiclici	
Benzo(a)antracene	
Benzo(a)pirene	
Benzo(b)fluorantene	
Benzo(k)fluorantene	
Benzo(ghi)perilene	
Crisene	
Dibenzo(a,e)pirene	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
Dibenzo(a,l)pirene	
Dibenzo(a,i)pirene	
Dibenzo(a,h)pirene	
Dibenzo(a,h)antracene	
Indeno pirene	
Pirene	
Sommatoria Policiclici aromatici	
Idrocarburi C ≤ 12	EPA 5021A 2003 + EPA 8015C 2007
Idrocarburi C > 12	EPA 3550C 2007 + EPA 8015C 2007

In tutti i campioni analizzati, l'unico parametro ad esser stato quantificato, ovvero con valori di concentrazioni superiori ad 1/10 delle CSC ma sempre entro i limiti di legge, è stato quello relativo agli idrocarburi pesanti (C>12). Tali evidenze si sono verificate per 7 campioni in totale così suddivisi: 3 casi relativi alla fascia compresa tra 0 e 10 cm; 1 caso relativo alla fascia compresa tra 10 e 30 cm e 3 casi relativi a campioni "TOP".

I quadranti interessati sono stati complessivamente 4, tutti ubicati nella parte interna del porto industriale.

3.2 Geologia e acque

Geologia

3.2.1 Inquadramento geologico

Inquadramento geologico a scala regionale

L'area regionale è classicamente suddivisa in tre complessi geologici: il basamento metamorfico ercinico, il complesso intrusivo tardo-ercinico e le coperture sedimentarie e vulcaniche tardo-erciniche, mesozoiche e cenozoiche.

Il basamento sardo è un segmento della catena ercinica sud-europea che viene generalmente considerata una catena collisionale, con subduzione di crosta oceanica e metamorfismo di alta pressione a partire dal Siluriano e collisione continentale con importante ispessimento crostale, metamorfismo e magmatismo durante il Devoniano e il Carbonifero. La geometria collisionale della catena ercinica è ancora ben riconoscibile. Alla strutturazione collisionale segue nel tardo-ercinico un'evoluzione caratterizzata da un collasso gravitativo della catena, rilascio termico (metamorfismo di alta temperatura e pressione), messa imposto delle plutoniti che formano il Batolite sardo-corso.

Dopo l'orogenesi ercinica altri settori di crosta strutturata nell'ercinico sono stati incorporati nella catena pirenaica, nelle Alpi e nell'Appennino, mentre il settore di crosta che attualmente costituisce il blocco sardo-corso non è stato coinvolto in eventi orogenici di qualche rilevanza. Le deformazioni più importanti sono di carattere trascorrente e si manifestano tra l'Oligocene e il Miocene.

La successione stratigrafica attualmente riconosciuta nell'area in esame parte dal Mesozoico ed è ascrivibile alla piattaforma connessa con l'evoluzione del margine passivo sud-europeo, costituita prevalentemente da calcari e dolomie. Le coperture calcareo-dolomitiche mesozoiche della Sardegna comprendono le formazioni triassiche trasgressive sulla Catena ercinica e le successioni del margine continentale sud-europeo instauratosi a partire dal Giurassico medio.

Alla base della sequenza si rinvengono dei depositi clastici di età permo-carbonifera, che testimoniano un lungo periodo di emersione instauratosi alla fine del Paleozoico. La successione mesozoica inizia con una sequenza triassica che comprende un ciclo completo trasgressivo-regressivo che ha inizio con una sequenza clastica continentale e termina, dopo un ciclo di calcari fossiliferi di mare basso con delle marne argillose fossilifere con lenti di gesso (Keuper).

La sedimentazione carbonatica continua nel Giurassico con una successione di piattaforma caratterizzata, da calcari oolitici, bio-calcareniti con intercalate marne e calcari marnosi, riferibili al Lias, seguiti da marne, calcari marnosi e dolomie, caratteristici del Dogger, seguiti ancora da dolomie massive e calcari stratificati del Malm.

Il passaggio Giurassico-Cretaceo è caratterizzato da marne lacustri e calcari marnosi, seguiti, nel Cretaceo inferiore da calcari di ambiente neritico. Alla fine del Cretaceo inferiore si registra un lungo periodo di instabilità tettonica che porta ad una generale emersione che perdura per tutto il Cretaceo medio accompagnata da un blando piegamento ad assi est-sudest. Caratteristici di questo periodo sono i depositi bauxitici che derivano dal parziale smantellamento della sequenza carbonatica pre cretacea.

La sedimentazione riprende nel Cretaceo superiore, in un ambiente di mare basso dove si depositano calcari a rudiste, calcareniti, marne e marne arenacee e termina alla fine del Cretaceo in coincidenza con una generale emersione della piattaforma Carbonatica.

Tutta la sequenza mesozoica è interessata da un blando piegamento, ad assi est-nordest che determina un sistema di sinclinali e anticlinali aperte, a loro volta intersecate da faglie distensive dirette.

A partire dall'Oligocene superiore e per tutto il Terziario, la Sardegna è interessata da una tettonica disgiuntiva che dà luogo ad una serie di bacini tettonici in parte coalescenti che costituiscono quella che viene tradizionalmente definita Fossa Sarda.

I depositi più diffusi riferibili al Terziario, sono rappresentati da vulcaniti e da sedimenti clastici e carbonatici che colmano le depressioni tettoniche. Le vulcaniti sono costituite da lave andesitiche alternate a flussi piroclastici a chimismo riolitico-riodacitico. Questi prodotti vulcanici occupano principalmente vaste porzioni del settore sud-occidentale e nord-orientale dell'area di interesse. I depositi sedimentari rappresentano la maggior parte dei terreni affioranti nelle porzioni centro-meridionale e settentrionale e sono costituiti da facies sedimentarie di ambiente transizionale e marino.

Seguono infine i depositi del Plio-Quaternario, in prevalenza clastici con differenti facies deposizionali di ambiente continentale. Inoltre, come conseguenza dell'apertura del Bacino sud-tirrenico nel Plio-Pleistocene, l'intera Isola è interessata da un'accentuata ripresa della tettonica distensiva, la quale favorì una diffusa attività vulcanica a carattere alcalino prevalentemente basaltico.

Complessi detritici quaternari sono inoltre presenti lungo gli impluvi principali. Si tratta prevalentemente di depositi alluvionali sciolti olocenici e attuali, in predominanza ciottolosi, localizzati negli alvei e nelle anse dei corsi d'acqua principali. Gli spessori non sono mai significativi e la presenza di un'elevata componente ciottolosa-arenacea vulcanica favorisce l'alterazione di questi depositi alluvionali che spesso poco si distinguono dalla coltre detritica eluvio-colluviale presente nei fondovalle.

Nella Sardegna nord-occidentale ed in particolare nell'area del sassarese, al Terziario si associa una importante struttura tettonica nota come Bacino di Porto Torres. Tale bacino, del quale è nota la prosecuzione off-shore verso nord-nordovest, è un semi-graben le cui successioni silico-clastiche e carbonatiche poggiano in onlap su terreni vulcanici oligo-miocenici e carbonatici mesozoici a ovest mentre ad est si interrompono contro faglie dirette che hanno sollevato le vulcaniti oligo-mioceniche.

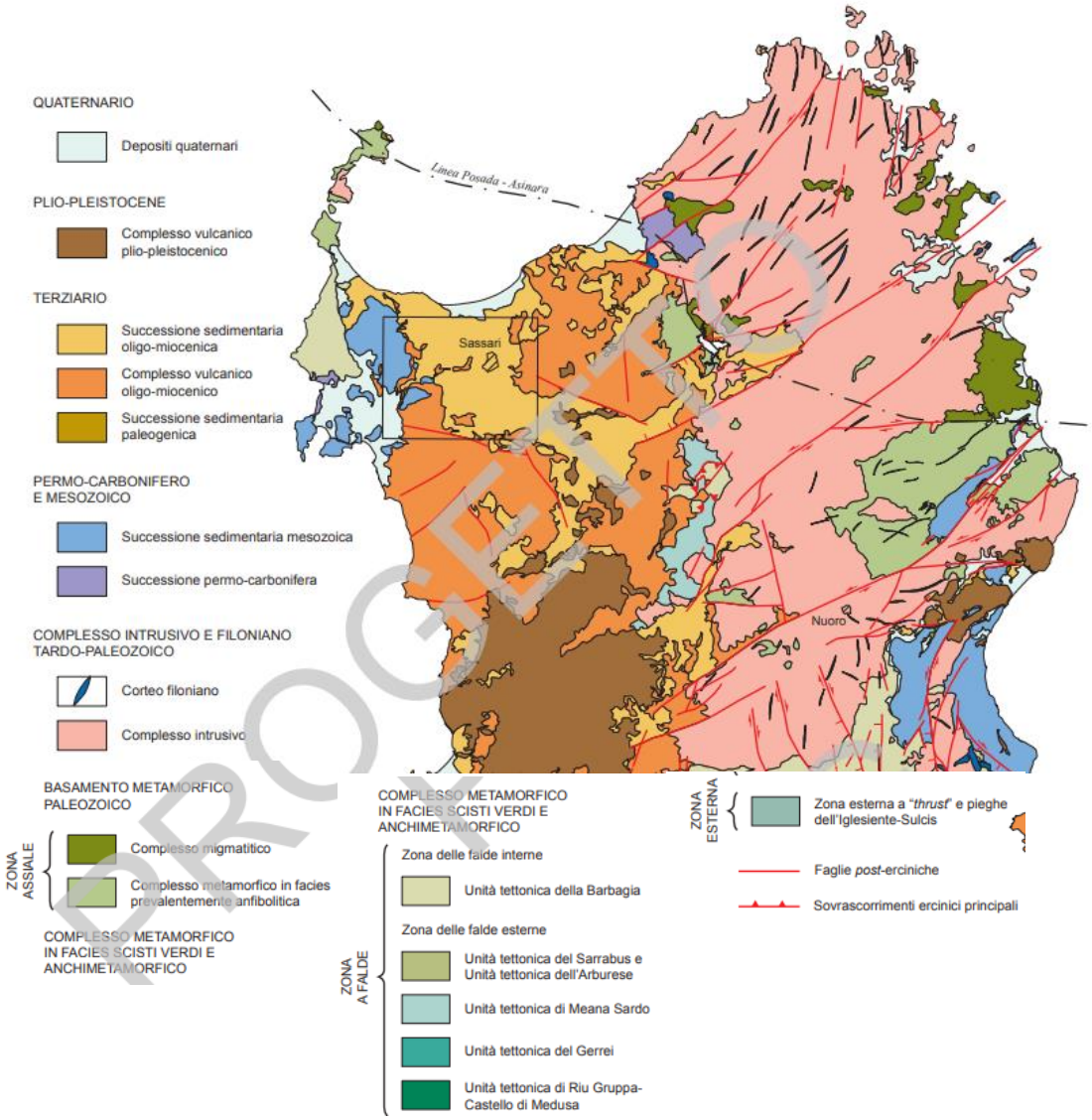


Figura 3-7: - Schema strutturale della Sardegna (Da PROGEMISA S.P.A., 2009) - il rettangolo indica l'ubicazione del Foglio 459 "Sassari"

La sequenza sedimentaria che colma questa struttura viene suddivisa in tre sequenze sedimentarie principali. La più antica ha un'età compresa tra il Burdigaliano superiore ed il Langhiano e comprende alla base dei sedimenti clastici continentali seguiti verso l'alto da calcari

litorali che passano a siltiti e marne arenacee di ambiente marino più profondo. La seconda sequenza, che arriva fino al tortoniano-messiniano, inizia anche essa da sabbie continentali di ambiente fluvio deltizio e passa verso l'alto a calcari di piattaforma interna. La terza sequenza, riferita al messiniano superiore-pliocene inferiore, è costituita da argille e conglomerati di ambiente fluvio-deltizio ed affiora unicamente in una stretta paleo valle incisa nelle coperture mesozoiche che coincide attualmente con la vallata del Fiume Santo.

Inquadramento geologico a scala locale

Il quadro geologico generale dell'area esaminata è riportato nella cartografia ufficiale rappresentata dal Foglio geologico n°179 della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (si veda **Figura 3-8**) e dal Foglio geologico n°441 della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000.

Ai fini della presente descrizione geologica a scala locale, di seguito si riportano le informazioni relative alle aree onshore e, laddove possibile, le aree offshore del progetto desunte da dati geologico-stratigrafici pubblicamente disponibili in rete. In particolare, sono state esaminate le carte geo-litologiche quali gli elaborati cartografici del Piano Urbanistico Comunale (PUC) del comune di Sassari e del Piano di Utilizzo dei Litorali (PUL) oltre al geoportale regionale per la consultazione delle carte tematiche.

L'area di Porto Torres è delimitata a nord dal Golfo dell'Asinara, ad est dal Rio Mannu e ad ovest dallo Stagno di Pilo. L'area di sito si inserisce quindi lungo il margine occidentale del Bacino di Porto Torres.

L'area di Porto Torres è caratterizzata da una successione litologica che va dal Mesozoico al Quaternario. Il basamento mesozoico affiora nella porzione occidentale dell'area portuale/industriale e si immerge verso est, dislocato in una serie di lineamenti tettonici orientati prevalentemente nordovest-sudest e nordest-sudovest. Al di sopra di queste formazioni poggiano le vulcaniti ascrivibili al ciclo calco-alcalino terziario, rappresentate da rioliti e riodaciti. Lo spessore di queste formazioni in corrispondenza dell'area di studio non è noto, ma da alcune perforazioni eseguite dal consorzio industriale qualche chilometro più a sud può essere ritenuto superiore a 50 m. Le vulcaniti si trovano alla base della successiva deposizione di ambiente prevalentemente marino. Tale deposizione si è verificata in seguito ad una fase distensiva iniziata nel Miocene inferiore, proseguita per tutto il Miocene, che ha visto l'apertura del bacino intra-cratonico sedimentario organizzata in un sistema di semi-graben (Bacino di Porto Torres).

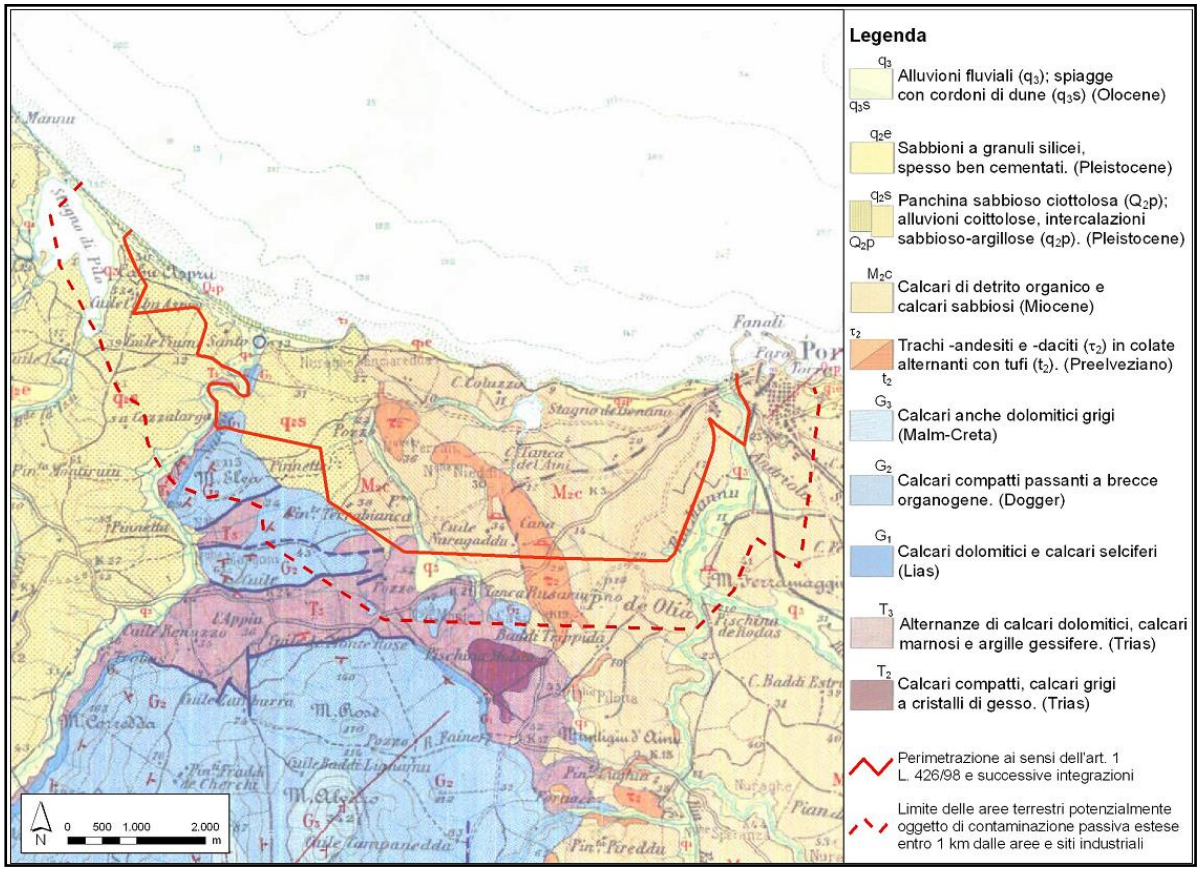


Figura 3-8: Stralcio della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 Foglio n. 179

Come riportato nella Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 in figura (Foglio n. 179) si possono distinguere:

- Unità calcareo dolomitica mesozoica che comprende una sequenza sedimentaria calcareo dolomitica rappresentata da depositi carbonatici di piattaforma;
- Unità delle formazioni vulcaniche oligo-mioceniche, costituita nella parte superiore da ignimbriti e lave riodacitiche e nella parte inferiore da tufiti e piroclastiti. Intercalati agli elementi litologici di origine vulcanica si osservano stratificazioni di materiale continentale di origine sedimentaria depositatosi nei periodi intercorsi tra i diversi episodi vulcanici;
- Unità calcareo arenacea miocenica: di spessore variabile tra 10-70 m, si presenta prevalentemente sotto forma di calcarenite fossilifera, di colore bianco-giallastro. Nella parte al contatto con le formazioni più recenti si presenta fratturata e deteriorata, mentre a maggiori profondità compatta e poco fratturata. Nell'ambito della stessa formazione sono presenti variazioni di composizione. La sequenza stratigrafica presenta alla base, al contatto con i litotipi vulcanici, sabbie e conglomerati poligenici di potenza variabile. Segue un primo orizzonte di calcari bioclastici, a cui si sovrappone un'alternanza di marne, marne argillose, argille e sabbie marnose, ad andamento lenticolare e potenza variabile. Quest'ultime presentano spessori notevoli verso Est, mentre tendono ad assottigliarsi verso Ovest, dove possono essere assenti o raggiungere un lieve spessore (10-15 m al massimo);
- Unità dei ricoprimenti recenti, costituiti dai depositi artificiali attuali a spessore variabile (materiali di riporto e riempimenti artificiali sono in genere presenti nelle aree degli stabilimenti industriali) e dai depositi continentali recenti. La presenza di stagni costieri, oggi bonificati, ha originato dei sedimenti paludosi nerastri, di composizione limoso-argillosa, contenenti sostanza organica (legno, molluschi, ecc.). La formazione ha uno spessore massimo di 15 m e poggia direttamente sulla formazione calcareo arenacea,

poco fratturata. Lungo la fascia costiera affiorano inoltre depositi eolici, formati da sabbie ben selezionate, a granuli silicei, spesso cementate e a stratificazione incrociata. Inoltre, nell'area si ritrovano depositi plio-quaternari costituiti da depositi alluvionali composti da arenarie, sabbie fini limose, di colore ocra, dal tipico aspetto micaceo. La frazione limosa della formazione è variabile e in alcuni casi la formazione assume l'aspetto di un'arenaria cementata.

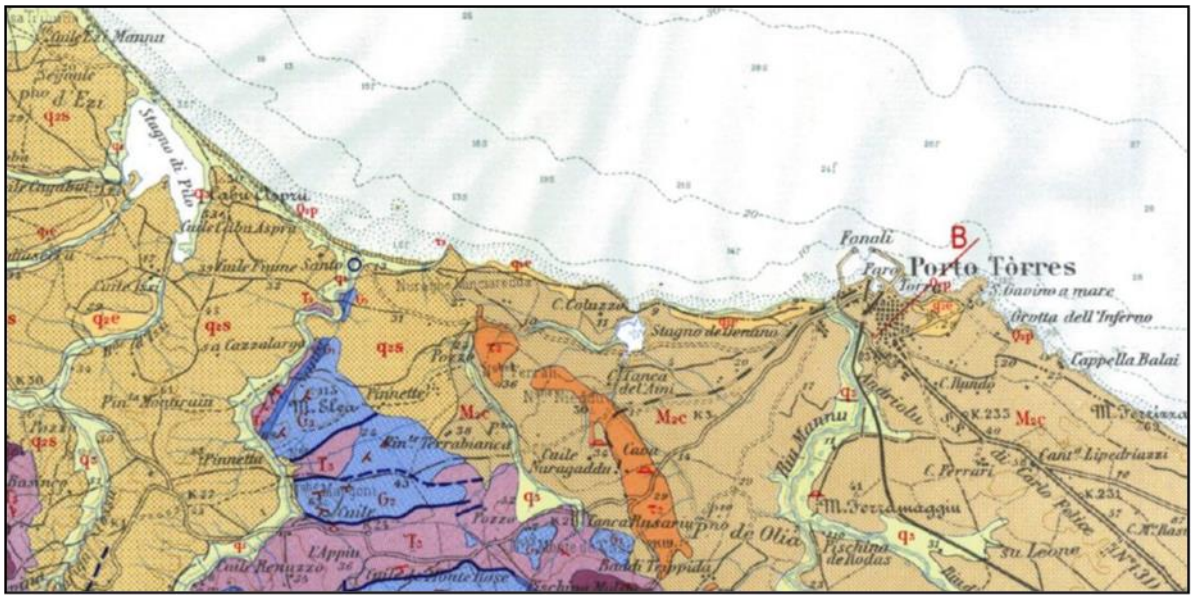


Figura 3-9: Dettaglio su area di intervento - Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 Foglio n. 179

Data la complessità strutturale dell'area di studio si possono trovare diverse formazioni litologiche affioranti. Va inoltre rilevato che su base esclusivamente litologica non sempre sono distinguibili i termini miocenici da quelli quaternari.

In particolare, nell'area di Porto Torres si rinviene in affioramento l'unità calcareo-arenacea miocenica che, come evidenziato nella sezione stratigrafica riportata in **Figura 3-10**, sembrerebbe caratterizzare in affioramento anche l'area costiera e l'antistante area di off-shore. L'unità calcareo-arenacea miocenica poggia al di sopra di un basamento impermeabile di ignimbriti di età oligo-miocenica affiorante lungo una stretta cintura orientata nord/nordovest-sud/sudest nella zona centrale dell'area di studio. A sud-ovest dell'area in esame, affiora il substrato mesozoico, composto da depositi carbonatici di piattaforma.

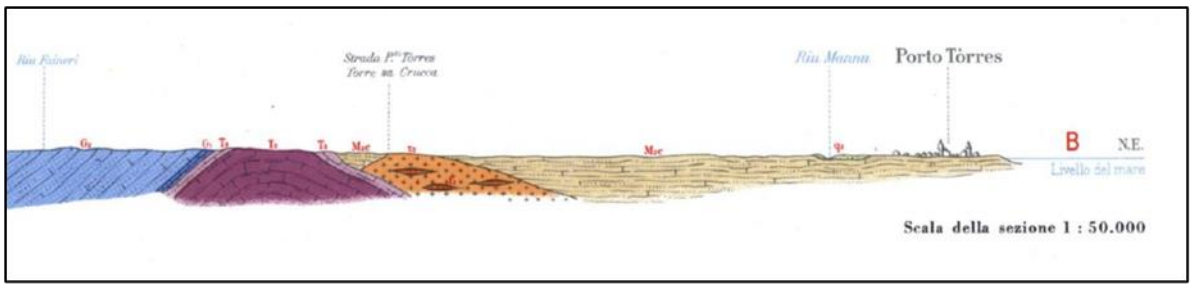


Figura 3-10: Stralcio sezione su area di intervento - Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 Foglio n. 179

Lungo la fascia costiera si rinvengono inoltre depositi quaternari di varia natura: eolici sabbiosi, depositi fluviali associati al Riu Mannu ad est ed al Fiume Santo ad ovest, e depositi di sedimenti marini litorali di diversa entità. In corrispondenza dello stagno di Gennano (attualmente prosciugato), si trovano i depositi di ambiente palustre; nella zona occidentale, sia nel fondovalle sia in prossimità della foce del Fiume Santo, affiorano sedimenti alluvionali ciottolosi ad elementi

grossolani con intercalazioni sabbioso-argillose di età pleistocenica. Negli alvei attuali, sia del Fiume Santo che del Riu Mannu e dei suoi affluenti principali, affiorano ghiaie, sabbie, limi e argille sabbiose dei depositi alluvionali recenti di spessori variabili da meno di un metro fino anche a 10-20 m.

In **Figura 3-11** si riporta un estratto dal geoportale della regione Sardegna con la definizione delle principali litologie affioranti nell'area di Porto Torres (www.sardegnageoportale.it), a conferma del quadro geologico-stratigrafico sopra descritto.

Figura 3-11: Carta litologica – Estratto dal geoportale della regione Sardegna (h1i-Depositi antropici e discariche industriali (Olocene); g2-Depositi di spiaggia (Olocene); d-Depositi eolici (Olocene); b/bb-Depositi alluvionali (Olocene); e5-Depositi palustri (Olocene); FUA-Formazione del Fiume Santo (Tortoniano-Messiniano); CZS-Unità di Candelazzos, Depositi piroclastici (Burdigaliano); RESa/b-Formazione sedimentaria di Mores (Oligocene-Miocene); NRR-Formazione sedimentaria di Monte Nurra (Dogger-Successione Mesozoica); NDD-Formazione sedimentaria di Campanedda (Lias-Successione Mesozoica);KEU-Formazione sedimentaria di Keuper (Trias superiore-Successione Mesozoica))

Per meglio descrivere la geologia strutturale e la stratigrafia dell'area locale si fa riferimento ai tre profili riportati nel Programma Operativo Regionale della Regione Sardegna (**Figura 3-12**), tutti perpendicolari alla linea di costa che evidenziano una netta distinzione tra la parte più occidentale e quella orientale.

Nella parte più occidentale (sezione A-A') il sottosuolo è costituito in prevalenza da sedimenti sciolti quaternari, prevalentemente sabbiosi ma comunque estremamente eterogenei; normalmente i carotaggi non hanno incontrato il substrato roccioso, costituito dalle unità calcareo-dolomitiche Mesozoiche.

Proseguendo verso Est il sottosuolo risulta costituito nella parte più superficiale da depositi sciolti quaternari che però qui risultano con spessori nettamente inferiori. Il substrato è costituito dalle unità calcareo-arenacee mioceniche.

Nella Sezione B-B', parallela alla precedente ma posta più a monte è evidente un alto strutturale posto ad est del fiume Santo, limitato ad est da una struttura tettonica distensiva, che conferma ed evidenzia la separazione tra la parte occidentale ed orientale. La parte occidentale presenta

spessori relativamente elevati di materiali alluvionali quaternari prevalentemente limosi che avvicinandosi al fiume Santo si assottigliano per lasciare il posto alle rocce calcaree affioranti o sub-affioranti delle unità calcareo-dolomitiche mesozoiche.

La Sezione C-C' anch'essa parallela alla costa, ricostruisce la geologia della parte orientale dall'area in esame. Qui la struttura geologica appare maggiormente complessa in relazione alla presenza di faglie distensive che interessano il substrato e che influenzano lo spessore dei sedimenti quaternari. Il substrato è prevalentemente costituito da sedimenti vulcanici (tufi parzialmente argillificati) in contatto tettonico laterale con le unità calcareo-arenacee mioceniche. Gli spessori dei materiali sciolti quaternari sono molto variabili in funzione della geometria del substrato roccioso e risultano variabili tra 0 (assenti) ad oltre 50 metri.

I profili geologici permettono di definire delle sequenze stratigrafiche caratteristiche dei due settori in cui si può suddividere l'area e dell'alto strutturale che le divide. Va precisato che, data l'estrema complessità geologica dell'area, queste hanno valore esclusivamente generale.

La parte occidentale può essere rappresentata dalla stratigrafia tipo dove si ha, al di sotto dei materiali di natura antropica, un consistente spessore (oltre 20 m) di materiali sciolti prevalentemente sabbiosi con presenza di lenti di materiali argillosi, seguito dal substrato roccioso, costituito da rocce carbonatiche, con profondità molto differenziate.

Infine, la parte orientale, dove si localizza il progetto in oggetto, viene rappresentata dalla stratigrafia tipo caratterizzata da sedimenti sciolti eterogenei con granulometria compresa tra le argille e le sabbie, poggianti, a circa 15-20 m di profondità, sui depositi ascrivibili alle unità calcareo-arenacee mioceniche.

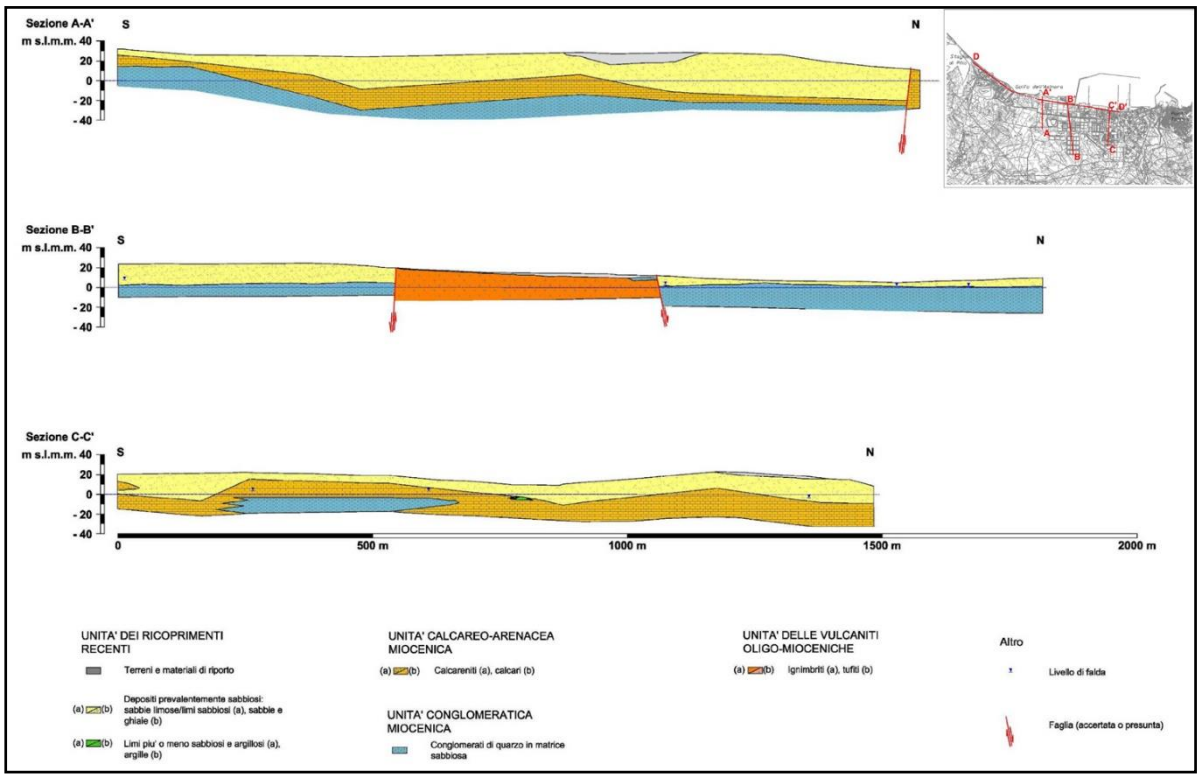


Figura 3-12: Sezioni litostratigrafiche (POR Regione Sardegna)

Acque

3.2.2 Inquadramento idrografico

La regione Sardegna si presenta con i caratteri tipici delle regioni mediterranee in cui tutti i corsi d'acqua hanno carattere torrentizio dovuto alla vicinanza dei rilievi con la costa.

La regione Sardegna è suddivisa in porzioni omogenee del territorio dal punto di vista idrografico, sono n.16 e sono denominate Unità Idrografiche Omogenee (U.I.O.), a cui sono state convenzionalmente assegnate le rispettive acque superficiali interne nonché le relative acque sotterranee e marino-costiere.

Porto Torres si trova all'interno della U.I.O. *"8 Mannu di Porto Torres"*, come mostrato in **Figura 3-13**, bacino con estensione di 1238,69 km^2. La U.I.O Mannu di Porto Torres è caratterizzata da un'intensa idrografia dovuta alle varie tipologie rocciose attraversate. La U.I.O. contiene 12 corsi d'acqua del primo ordine e 16 del secondo.

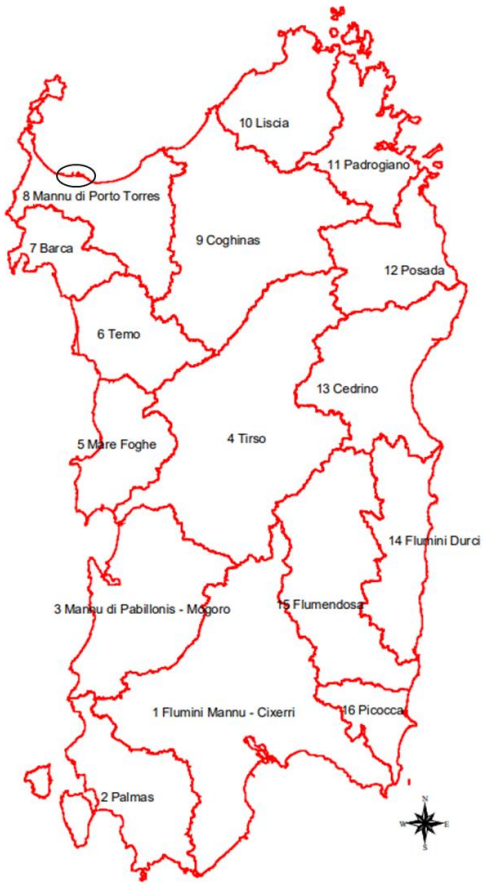


Figura 3-13: Rappresentazione delle Unità Idrografiche Omogenee (fonte: PTA 2016)

Nell'intorno del sito di interesse, l'assetto idrografico superficiale dell'area è schematizzabile in tre principali bacini idrografici, uno dei quali relativo al Rio Mannu e uno al Fiume Santo e un terzo corrispondente all'area direttamente drenante a mare (**Figura 3-14**). Il bacino idrografico del Rio Mannu viene ulteriormente suddiviso in sottobacini mentre si evidenzia inoltre la presenza di due bacini afferenti a due stagni costieri di particolare rilevanza naturalistica: lo stagno di Platamona ad est e lo stagno di Pilo ad ovest.

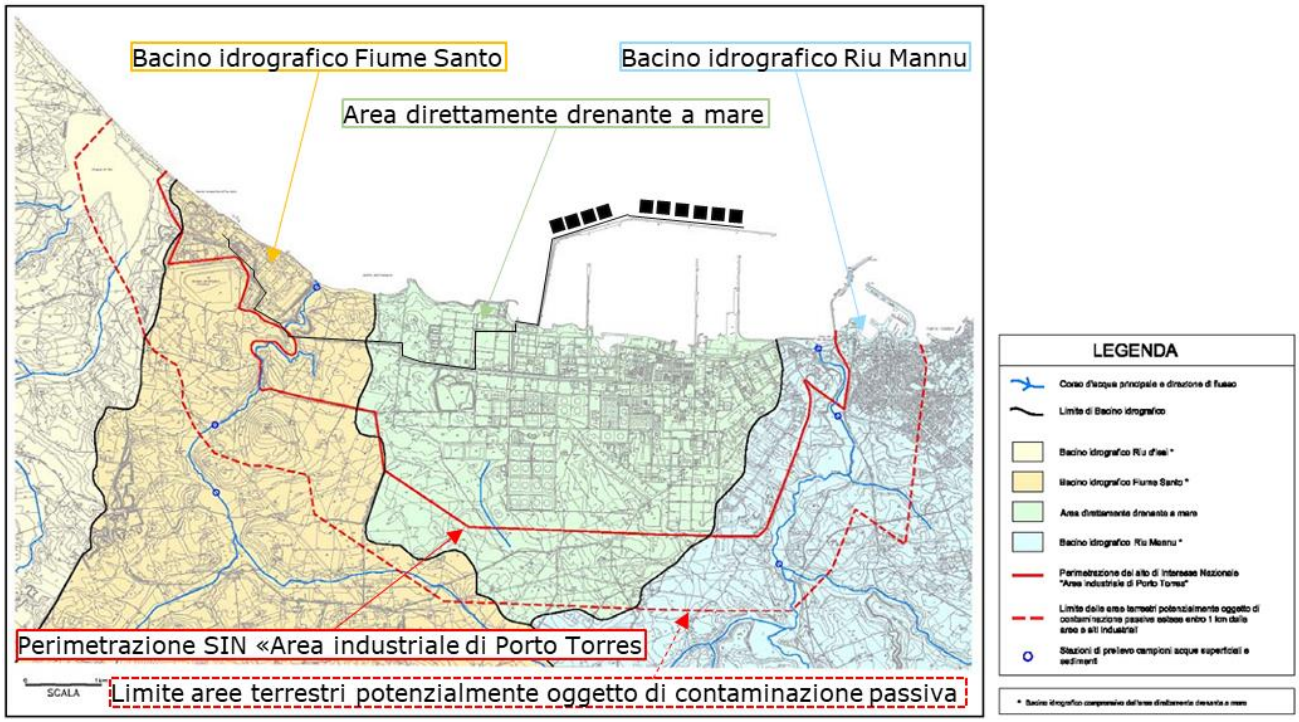


Figura 3-14: Stralcio della carta dei Principali bacini idrografici dell'area di Porto Torres

I due corsi d'acqua principali dell'area oggetto di indagine sono il Rio Mannu e il Fiume Santo. Il Rio Mannu è uno dei più importanti corsi d'acqua della Sardegna, con un bacino di estensione pari a 671 km^2 e lunghezza dell'asta principale pari a 64,5 km. I suoi affluenti principali sono per la sponda destra il Rio Bidighinzu, il Rio Mascari e il Rio di Ottava, per quella sinistra il Rio Minore e il Rio Ertas. A valle della confluenza del Rio Mascari si riversa nel Mannu il corso d'acqua di Canigia che trasporta gran parte dei reflui generati da Sassari. Ulteriori scarichi provenienti dal centro urbano di Sassari sono veicolati più a valle dal Rio di Ottava. Tre chilometri a valle della confluenza con il Rio di Ottava, il Rio Mannu sfocia nel Golfo dell'Asinara, separando la zona e il porto industriale dall'abitato di Porto Torres (**Figura 3-15**).

Figura 3-15: Idrografia nell'intorno del nuovo impianto (in rosso), fonte Sardegna Geoportale

Il reticolo idrografico del Rio Mannu è impostato su un sistema di valli e compluvi, dal fondo piatto, spesso delimitati da scarpate rocciose originatesi a seguito di processi di dilavamento e

scalzamento al piede non più attivi nelle condizioni attuali. Il pattern di distribuzione del reticolo è estremamente semplice e poco ramificato in stretta relazione con l'elevata capacità di infiltrazione delle acque superficiali tipica di contesti carsici.

Il bacino idrografico del Fiume Santo drena invece il settore occidentale del territorio comunale in larga parte occupato dalle formazioni mesozoiche. Anche qui si osserva un reticolo idrografico poco ramificato, ospitato in ampi compluvi arrotondati o a fondo piatto; solo il corso d'acqua principale e nel tratto più vicino alla foce mostra un carattere permanente mentre le aste secondarie ed il tratto più a monte del Fiume Santo hanno carattere intermittente.

Tutto il settore a ridosso della zona industriale ricade all'interno del bacino idrografico Gennano che corrisponde con l'area direttamente drenante in mare individuata in **Figura 3-14** e che sfociava nell'omonimo stagno. Lo stagno di Gennano era un tempo un bacino lacustre di circa 4 ettari, che è stato successivamente prosciugato e bonificato negli anni '60-70 in seguito agli interventi di infrastrutturazione dell'area industriale.

Gli immissari dello stagno sono stati convogliati in canali di scolo delle acque reflue, mentre nell'area dallo stesso originariamente occupata ora sorge l'impianto consortile di depurazione, che tratta sia le acque reflue di origine industriale che quelle civili provenienti da Porto Torres. In generale, l'originario reticolo idrico della zona è stato modificato da vari interventi di canalizzazione e bonifica, non esclusivamente connessi con lo sviluppo industriale. Per il resto, il bacino si sviluppa su un'area pianeggiante, al contatto tra le formazioni mioceniche ed il basamento mesozoico.

Il regime idrico dei corsi d'acqua dell'area di interesse è strettamente dipendente dal regime pluviometrico, poiché le precipitazioni rappresentano la principale fonte di alimentazione degli stessi corsi d'acqua. In parallelo a quanto si verifica per le piogge, la stagione estiva è caratterizzata da siccità e deflussi minimi o assenti, mentre quella invernale da portate relativamente abbondanti. I deflussi sono significativamente influenzati dall'evapotraspirazione e risentono dei prelievi che avvengo lungo il corso, principalmente per scopi agricoli, industriali ed urbani.

L'idrografia di Porto Torres è infine caratterizzata dalla presenza degli stagni costieri di Pilo e Platamona (**Figura 3-16**). Lo stagno di Pilo, direttamente confinante ad ovest con l'area industriale, ha un'estensione di 40 ettari e un corrispondente bacino idrografico di 56 km^2. Lo stagno, in comunicazione con il mare, è alimentato da piccoli ruscelli stagionali e di ridotte portate. Lo stagno di Platamona si trova al di fuori dell'area di interesse a 5 km ad est di Porto Torres. Ha un'estensione di circa 12 ettari e similmente allo stagno di Pilo è alimentato da ruscelli stagionali a ridotte portate. Si differenzia dal precedente poiché non comunica con il mare ed è quindi un ambiente essenzialmente di acque dolci.

Figura 3-16: Estratto dal Geoportale Sardegna, individuazione stagni costieri nell'intorno del sito di interesse (in rosso)

Qualità dei corpi idrici superficiali

Per la caratterizzazione qualitativa dei corpi idrici superficiali si è fatto riferimento ai risultati dei monitoraggi illustrati nell'Allegato 6 del *Riesame e aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna Terzo ciclo di pianificazione 2021 – 2027.*

La **Figura** 3-17, stralcio della Tavola n.1 - Classificazione corpi idrici superficiali: stato ecologico del PdG, rappresenta lo stato ecologico dei due corsi idrici superficiali presenti nell'area di interesse.

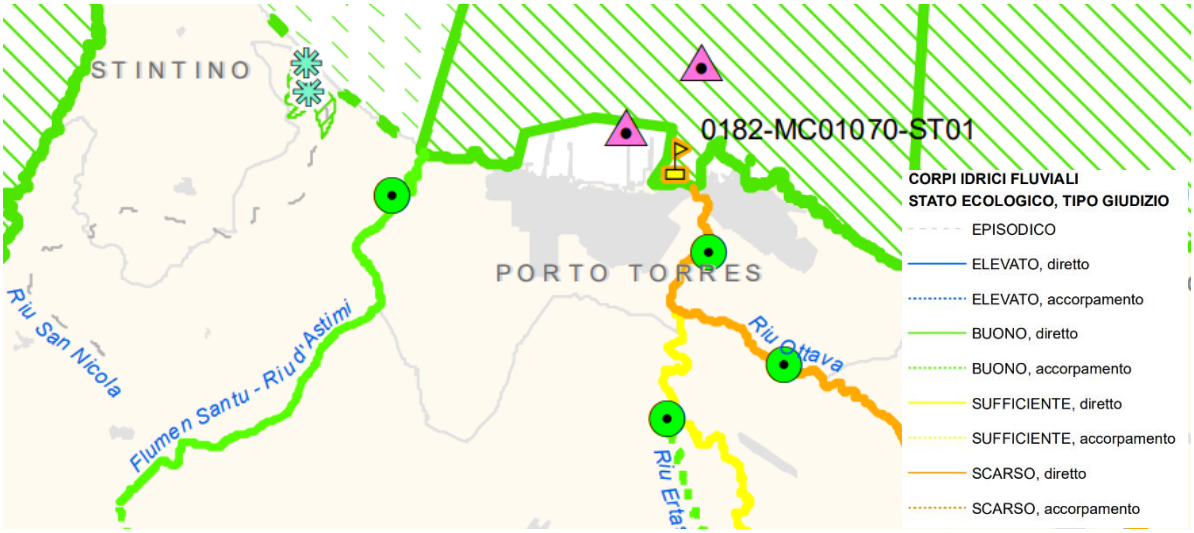


Figura 3-17: Estratto dalla Tavola 1 - Classificazione corpi idrici superficiali: stato ecologico del PdG (Terzo Ciclo)

Come si evince dalla figura, non vi sono stazioni di monitoraggio prossime all'area di interesse per il Fiume Santo mentre la qualità delle acque del Rio Mannu di Porto Torres sono monitorate in prossimità della foce in corrispondenza della stazione identificata con il codice alfanumerico 0182-MC01070-ST01.

Per il periodo 2016-2021 lo stato ecologico dei due fiume è indicato buono per Fiume Santo e sufficiente per Rio Mannu di Porto Torres.

La **Figura** 3-18, stralcio della Tavola n.2 - Classificazione corpi idrici superficiali: stato chimico del PdG, rappresenta lo stato chimico dei due corsi idrici superficiali presenti nell'area di interesse.

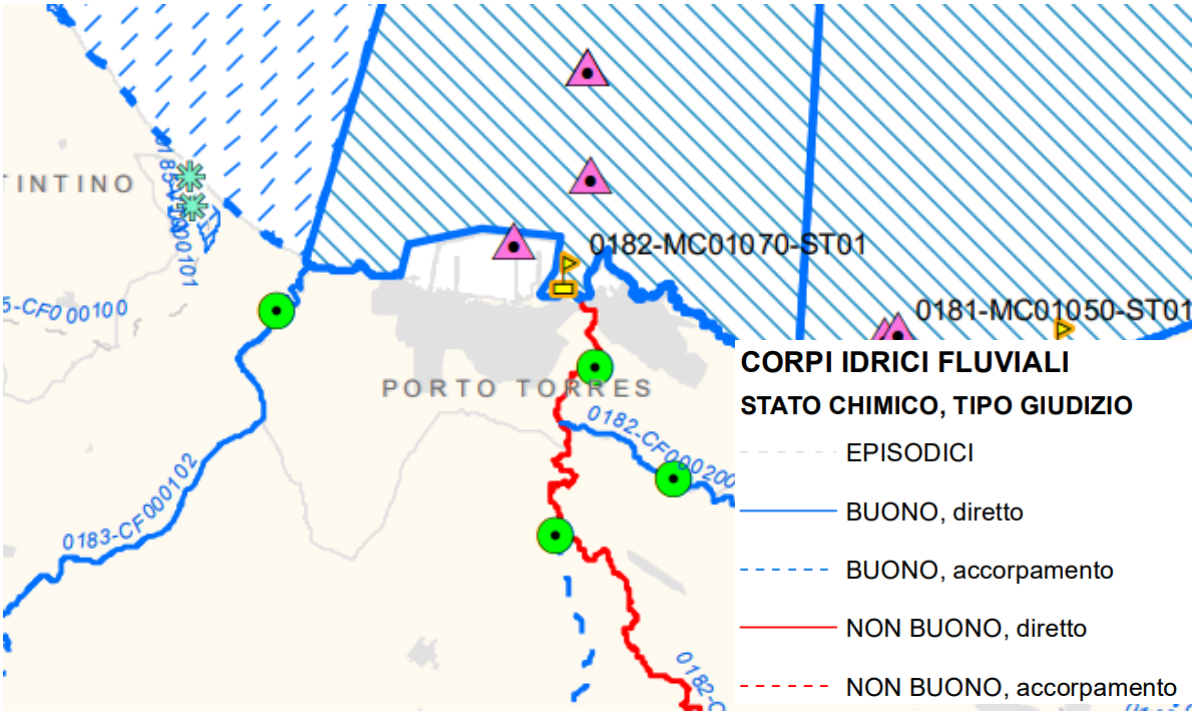


Figura 3-18: Estratto dalla Tavola 2 - Classificazione corpi idrici superficiali: stato chimico del PdG (Terzo Ciclo)

Per il periodo 2016-2021 lo stato chimico dei due fiume è indicato buono per Fiume Santo e non buono per Rio Mannu di Porto Torres.

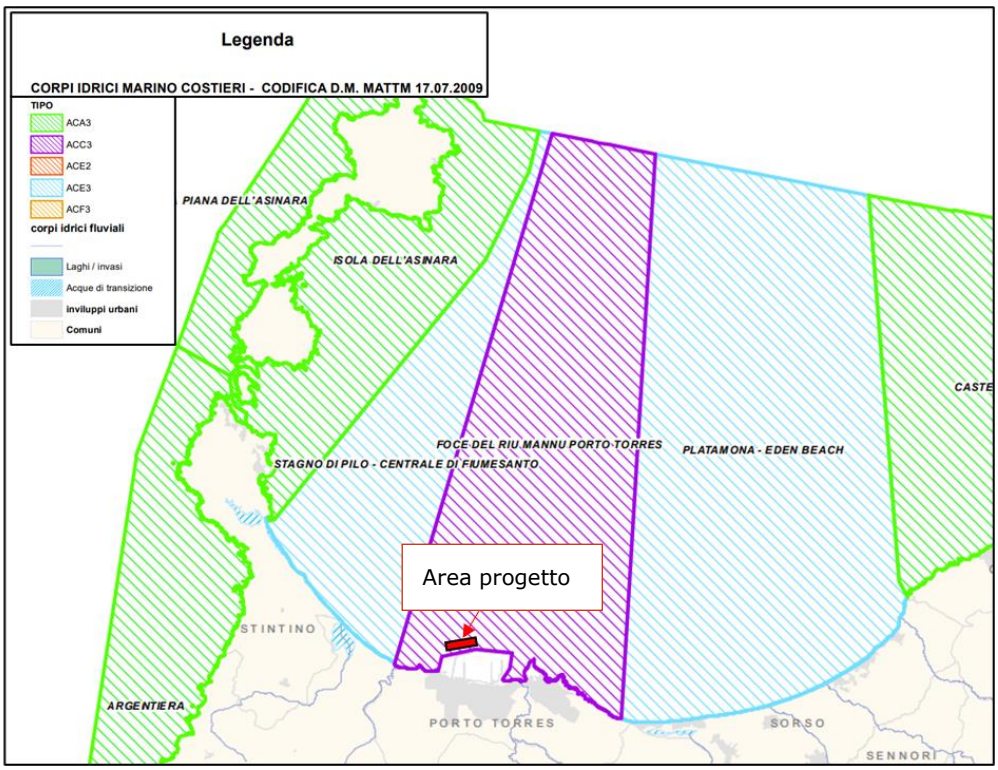
Lo stato chimico dei corpi idrici superficiali è stato rilevato sulla valutazione delle sostanze

Ambiente idrico marino costiero

Nell'ambito dei PdG 2010 e PdG 2015 sono stati individuati 217 corpi idrici per le acque marino costiere ed, a seguito dell'accorpamento di alcuni tratti e/o separazione di altri, nel PgD 2021 si è arrivati ad un totale di 95 corpi idrici marino costieri.

L'identificazione dei corpi idrici marino costieri ha subito un aggiornamento dettato sia dalle indicazioni emerse nell'ambito del Tavolo di Lavoro MATTM, ISPRA Regioni Autorità di Distretto per l'identificazione e la classificazione dei corpi idrici fortemente modificati e artificiali per le acque costiere, sia dell'esigenza di razionalizzare conseguentemente le attività di monitoraggio

Dallo stralcio della carta di caratterizzazione dei corpi idrici superficiali (All.2 Tav.2 del Piano di Gestione del distretto idrografico – III ciclo della Sardegna) mostrato nella **Figura 3-19**, si evince che l'impianto fotovoltaico proposto sarà insaltallato in un corpo marino costiero di tipo AC-C3 - *Pianura litoranea / bassa stabilità* e denominato *Foce del Riu Mannu Porto Torres* secondo la codifica D.M. MATTM 17.07.2009.



TIPO	Descrizione	Piano 2010	Piano 2015	Piano 2021
AC – A3	Rilievi montuosi/bassa stabilità	117	117	46
AC – C3	Pianura litoranea/bassa stabilità	28	28	12
AC – E2	Pianura alluvionale/media stabilità	4	4	1
AC – E3	Pianura alluvionale/bassa stabilità	64	64	32
AC – F3	Pianura di dune/bassa stabilità	4	4	4
	Totale corpi delle acque marino costiere	*217*	*217*	*95*

Figura 3-19: Estratto dalla carta dei Corpi Idrici Marino Costieri (fonte: PdG III Ciclo 2021-2027)

Per la caratterizzazione qualitativa delle acque marino costiere si è fatto riferimento ai risultati dei monitoraggi illustrati nell'Allegato 6 del *Riesame e aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna Terzo ciclo di pianificazione 2021 – 2027.*

La riporta uno stralcio della Tavola n.1 e della Tavola 2 del PdG riferita allo stato ecologico e chimico delle acque marino costiere.

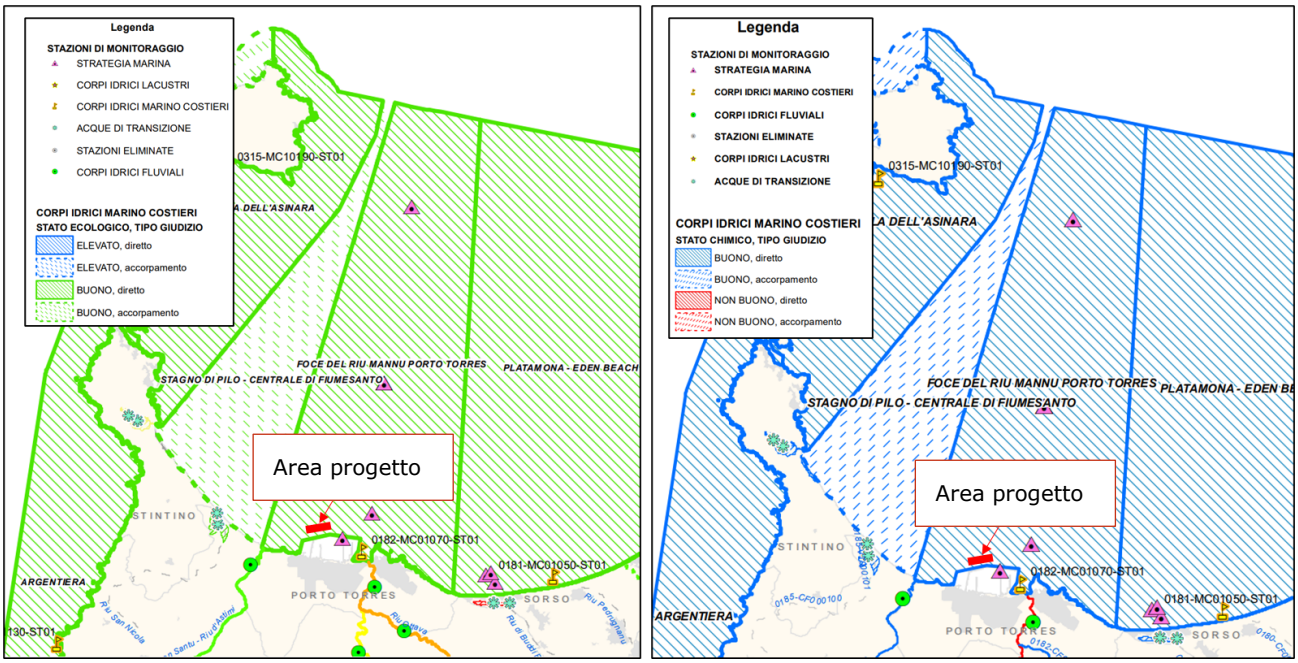


Figura 3-20: Estratto dalla Tavola 1 e Tavola 2 del PdG (Terzo Ciclo)

La classificazione è stata effettuata ai sensi del D.M. 260/2016 -Tab. 4.3.2/c. Attraverso l'applicazione dell'indice TRIX (Vollenweider et al., 1998), espresso come valore medio annuo, sono valutati l'ossigeno disciolto e i nutrienti, unitamente al parametro clorofilla, al fine di misurare il livello trofico degli ambienti marino-costieri. I valori soglia / i limiti di classe tra lo stato buono e quello sufficiente (B/S) sono riportati in **Tabella 3-2**, per ciascuno dei macrotipi su base idrologica. Nel caso in esame, si fa riferimento al Macrotipo (3): bassa stabilità, per il quale il limite TRIX è pari a 4,0.

Tabella 3-2: Valori limite dell'indice TRIX, in rosso il valore di riferimento (fonte: PdG III Ciclo 2021-2027)

Tipo	TRIX (B/S) / Limiti di classe
Macrotipo (1): Alta stabilità	5,0
Macrotipo (2): Media stabilità	4,5
Macrotipo (3): Bassa stabilità	4,0

Si riporta in il risultato del monitoraggio e classificazione dei parametri indice TRIX (dal 2016 al 2021) per il corpo idrico di riferimento.

Tabella 3-3: Estratto della tabella dell'indice TRIX per il corpo idrico di riferimento (fonte: PdG III Ciclo 2021-2027)

			TRIX											
NUOVI CI 2021	Denominazione	Tipo	FREQ-CAMP-EQ-CHIM_FIS_2016	TRIX 2016	FREQ-CAMP-EQ-CHIM_FIS_2017	TRIX 2017	FREQ-CAMP-EQ-CHIM_FIS_2018	TRIX 2018	FREQ-CAMP-EQ-CHIM_FIS_2019	TRIX 2019	FREQ-CAMP-EQ-CHIM_FIS_2020	TRIX 2020	FREQ-CAMP-EQ-CHIM_FIS_2021	TRIX 2021
ITG-0182-MC01070-N	FOCE DEL RIU MANNU PORTO TORRES	C3	6	3,6	6	3,8	6	4,6	6	4,1	3	3,2	3	4,2

Si notano valori *buoni* per gli anni 2016, 2017 e 2020, valori invece *sufficienti* per gli anni 2018, 2019 e 2021.

Per quanto riguarda il monitoraggio e classificazione di altri EQB, la classificazione è effettuata ai sensi del D.M. 260/2010 e si riportano i risultati per il corpo idrico di riferimento (E= stato elevato, B=stato buono). Dalla tabella di evince uno stato *E -elevato* per la categoria *macroinvertebrati* nel giudizio del 2021.

Tabella 3-4: Estratto della tabella degli EQB per il corpo idrico di riferimento (fonte: PdG III Ciclo 2021-2027)

	Angiosperme						Macroalghe								Macroinvertebrati			
NUOVI CI 2021	Giudizio Angiosperme 2016	Giudizio Angiosperme 2017	Giudizio Angiosperme 2018	Giudizio Angiosperme 2019	Giudizio Angiosperme 2020	Giudizio Angiosperme 2021	Freq. Macroalghe 2016	Giudizio Macroalghe 2016	Giudizio Macroalghe 2017	Giudizio Macroalghe 2018	Giudizio Macroalghe 2019	Giudizio Macroalghe 2020	Freq. Macroalghe 2021	Giudizio Macroalghe 2021	Giudizio Macroinvertebrati 2016	Giudizio Macroinvertebrati 2017	Giudizio Macroinvertebrati 2018	Giudizio Macroinvertebrati 2019
ITG-0182-MC01070-N																		

Per quanto riguarda il monitoraggio e la classificazione dello stato chimico, in **Tabella 3-5** si riportano i risultati per il corpo idrico di riferimento, con l'indicazione delle specifiche sostanze e relativa frequenza, nonché lo stato derivante. Nei totali si indica il numero totale di sostanze monitorato per il corpo idrico di riferimento e la frequenza di monitoraggio nell'arco dell'anno.

Tabella 3-5: Estratto della tabella dei risultati dello stato chimico per il CI di riferimento (fonte: PdG III Ciclo 2021-2027)

			N sostanze monitorate							Frequenza max campionamenti nell'arco dell'anno di monitoraggio						
Monitoraggio	CI WFD 2021	Cas WFD	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Totale ANNI	2016	2017	2018	2019	2020	2021	STATO CHIMICO 2019-2020
O	ITG-0182-MC01070-N	CAS_120-12-7 - Anthracene	1		1	1	1		4	1		1	1	1		
O	ITG-0182-MC01070-N	CAS_309-00-2 - Aldrin	1		1				2	1		1				
O	ITG-0182-MC01070-N	CAS_36643-28-4 - Tributyltin-cation	1		1	1	1		4	1		1	1	1		
O	ITG-0182-MC01070-N	CAS_60-57-1 - Dieldrin	1		1				2	1		1				
O	ITG-0182-MC01070-N	CAS_7439-92-1 - Lead and its compounds	1		1	1	1		4	1		1	1	1		
O	ITG-0182-MC01070-N	CAS_7439-97-6 - Mercury and its compounds	1	1	1	1	1		5	1	1	1	1	1		
O	ITG-0182-MC01070-N	CAS_7440-43-9 - Cadmium and its compounds	1	1	1	1	1		5	1	1	1	1	1		
O	ITG-0182-MC01070-N	CAS_91-20-3 - Naphthalene	1		1	1	1		4	1		1	1	1		
O	ITG-0182-MC01070-N	EEA_00-00-0--Otherparameter-CAS_319-84-6-Alpha-HCH	1		1				2	1		1				
O	ITG-0182-MC01070-N	EEA_00-00-0--Otherparameter -CAS_319-85-7-Beta-HCH	1		1				2	1		1				
O	ITG-0182-MC01070-N	EEA_00-00-0--Otherparameter-CAS_58-89-9-Gamma-HCH (Lindane)	1		1				2	1		1				
O	ITG-0182-MC01070-N	EEA_32-03-1 - Total DDT (DDT, p,p' + DDT, o,p' + DDE, p,p' + DDD, p,p')-	1		1				2	1		1				
O	ITG-0182-MC01070-N	EEA_33-32-9 - Total DDD (DDD, o,p' + DDD, p,p')-	1		1				2	1		1				
Totali	ITG-0182-MC01070-N		13	2	13	6	6		5	1	1	1	1	1		BUONO

Si riporta infine l'esito complessivo della classificazione dei corpi idrici marino costieri effettuata secondo le regole del raggruppamento descritte nella relazione generale del PdG – Ciclo III. Per il corpo idrico di interesse, risulta classe di rischio *non a rischio*, stato ecologico *2 – buono*, stato chimico *2 – buono*.

Tabella 3-6: Estratto della tabella di riassunto della classe di rischio, stato ecologico e stato chimico (fonte: PdG III Ciclo 2021-2027)

N° CI	CORPO IDRICO che classifica	CI -WFD 2021	Nome	Classe di rischio	STATO ECOLOGICO (espresso in numeri: Elevato=1 Buono=2 Suff.=3 Scarso=4 Cattivo=5)	STATO CHIMICO (espresso in numeri: Buono=2 Mancato raggiungimento di un buono stato=3 'U' = Stato sconosciuto)	Tipo Giudizio
52	ITG-0182-MC01070	ITG-0182-MC01070-N	FOCE DEL RIU MANNU PORTO TORRES	NON A RISCHIO	2	2	diretto

3.2.3 Qualità dei terreni

Come accennato al **paragrafo 2.4.5** l'area di progetto è compresa interamente all'interno del SIN Aree Industriali di Porto Torres così come ri-perimetrato con Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 21/07/ 2016.

I dati nel seguito riportati sono contenuti nel Rapporto ISTSAN 13/22 dell'Istituto Superiore della Sanità (ISS) *Profilo di salute di una comunità interessata da contaminazione industriale. Il caso di Porto Torres: valutazioni ambiente-salute, epidemiologia e comunicazione*.

Solo per alcune aree sono stati reperiti i risultati di caratterizzazione completi dei riferimenti geografici dei punti di campionamento. In particolare, le aree coperte dal dato completo sono quelle del polo petrolchimico (aree gruppo ENI) e quelle della centrale termoelettrica di Fiume Santo. Per quanto concerne le aree attualmente di proprietà ENI, la caratterizzazione è stata

svolta nel triennio 2005-2007 dall'allora proprietario. Le indagini sono state svolte separatamente in 4 settori distinti, di seguito elencati:

- settore A -Area Produttiva, con estensione di circa 310 ha;
- settore B, che include le aree delle discariche, ed ha un'estensione di circa 100 ha;
- settore C (fra i settori A e B), che include molte aree con attività dismesse ed ha un'estensione di circa 320 ha;
- settore D, che comprende i terreni esterni alla recinzione dello stabilimento e nei quali non vi erano state attività produttive o a esse collegate, di estensione pari a circa 380 ha.

Per i Settori A, B e C, le attività di caratterizzazione sono state eseguite in due step, prima con maglia più larga (100 x 100 m) e poi più stretta (50 x 50 m), mentre, per il settore D, con un unico step con maglia 100 x 100 m.

I settori maggiormente interessati da superamenti delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) sono stati i settori A e B, con il 10-12 % dei superamenti sul totale dei punti d'indagine per il settore A, e fino al 13,4 % del totale dei punti d'indagine per il settore B. Le criticità riscontrate nei settori A e B interessano: idrocarburi aromatici, alifatici clorurati cancerogeni, alifatici clorurati non cancerogeni, metalli, idrocarburi C>12 e idrocarburi C<12.

La particolare situazione del settore B risulta aggravata dalla presenza massiccia di rifiuti interrati, riscontrata sia in fase solida sia liquida. Nei campioni di suolo al di sopra dei quali è stata rilevata la presenza di rifiuti, è stata riscontrata presenza significativamente rilevabile di diossine e PCB, pur se nei limiti previsti dal D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.. Le analisi condotte sui rifiuti mostrano concentrazioni molto elevate di contaminanti cancerogeni e/o tossici quali: idrocarburi C12, benzene, toluene, etilbenzene, xileni, cumene, stirene, dicloroetano, tricloroetano, cloruro di vinile, PCDD/PCDF, mercurio, nichel, stagno, vanadio, zinco, rame.

Per quanto concerne le aree della centrale termoelettrica di Fiume Santo, le attività di caratterizzazione sono state eseguite nel 2005-2006. All'interno dei 75 ha delle aree produttive è stata adottata una maglia di campionamento pari a 50 x 50 m mentre nelle aree esterne la maglia di campionamento adottata è pari a 100 x 100 m. Complessivamente sono stati effettuati 274 sondaggi, di cui 49 attrezzati a piezometro di monitoraggio, e 91 scavi esplorativi, per complessivi 982 campioni di suolo analizzati. Per quanto riguarda la caratterizzazione chimica dei terreni, i parametri di tutti i campioni prelevati durante la caratterizzazione del sito sono risultati inferiori alle CSC di riferimento, eccezion fatta per l'arsenico e gli idrocarburi pesanti.

Sulla base di tali informazioni è stato possibile ricostruire la distribuzione spaziale dei superamenti per alcuni parametri quali arsenico, benzene, triclorometano, cadmio, nichel e piombo. Le **Figura 3-21**÷**Figura** 3-26 mostrano tali distribuzioni.

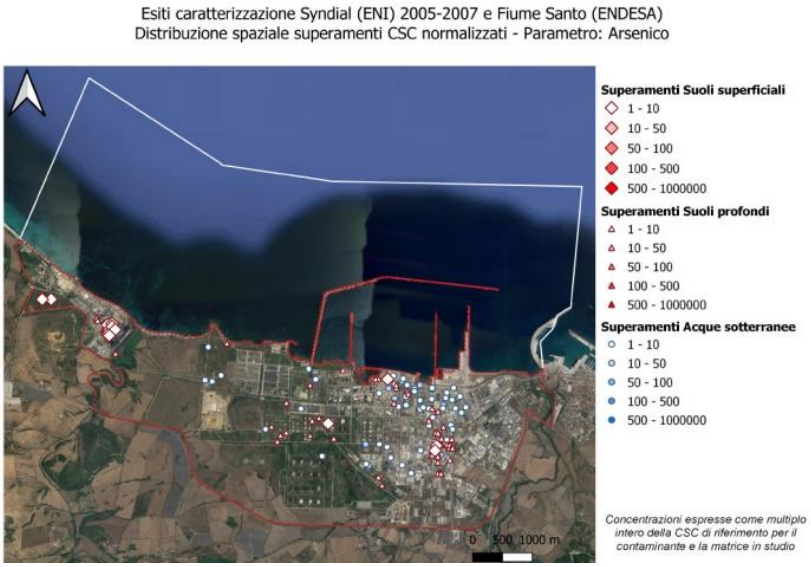


Figura 3-21: Distribuzione spaziale dei superamenti della CSC per il parametro arsenico

Per l'arsenico è possibile osservare come, nelle aree a Ovest (verso la centrale termoelettrica) la contaminazione sia principalmente a carico dei suoli superficiali e di entità contenuta (concentrazioni inferiori a 10 volte la CSC) e concentrata in larga parte nelle aree delle installazioni produttive, mentre nelle aree del petrolchimico, pur mantenendo sempre concentrazioni di pari grado, si presenta variamente distribuita a carico delle diverse matrici ambientali e principalmente concentrata al limitare orientale, laddove storicamente vi sono stati i primi insediamenti e dove, tuttora, è localizzata una parte rilevante delle linee produttive attive.

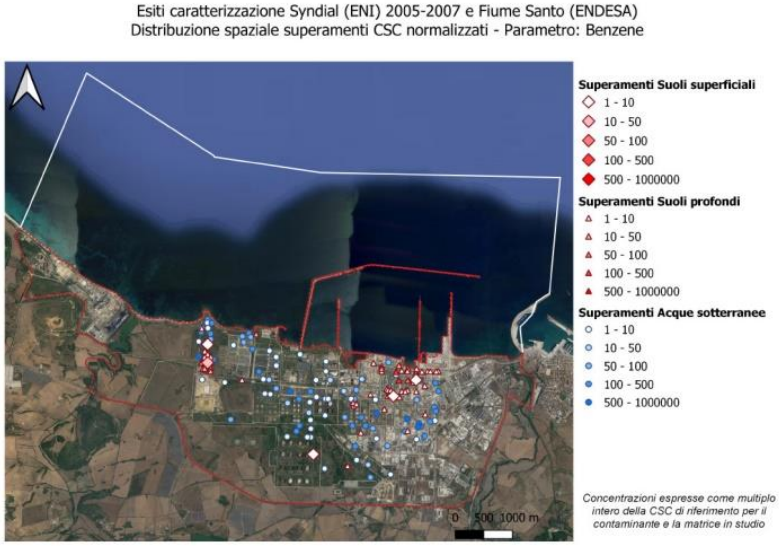


Figura 3-22: Distribuzione spaziale dei superamenti della CSC per il parametro benzene

Il benzene, invece, mostra una situazione ben più complessa nelle aree del polo petrolchimico, con concentrazioni in diversi casi superiori a 500 volte la CSC di riferimento. Inoltre, mentre la contaminazione a carico della matrice suolo si presenta concentrata principalmente nell'intorno della darsena servizi del porto industriale, a ovest del SIN, e delle discariche "Minciaredda" e "Cava Gessi" (a est del SIN), quella a carico della matrice acqua si presenta distribuita in maniera meno concentrata, con importanti fenomeni di superamento variamente distribuiti sull'intera area.

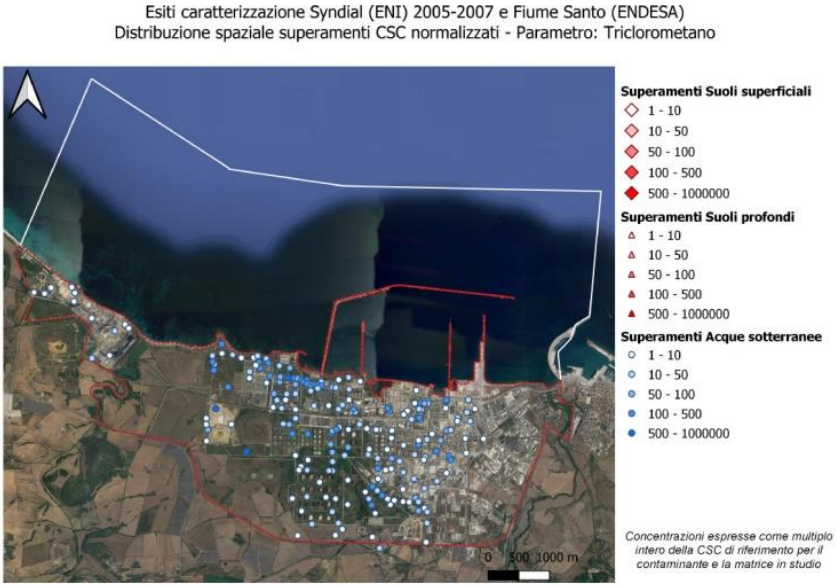


Figura 3-23: Distribuzione spaziale dei superamenti della CSC per il parametro triclorometano

l triclorometano, presenta una grave contaminazione a carico della matrice acqua su tutte le aree indagate, con concentrazioni mediamente superiori di un ordine di grandezza rispetto alla relativa CSC. È inoltre possibile riconoscere un fenomeno di contaminazione a carico dei suoli (in larga parte suoli profondi) in corrispondenza della discarica di "Cava Gessi".

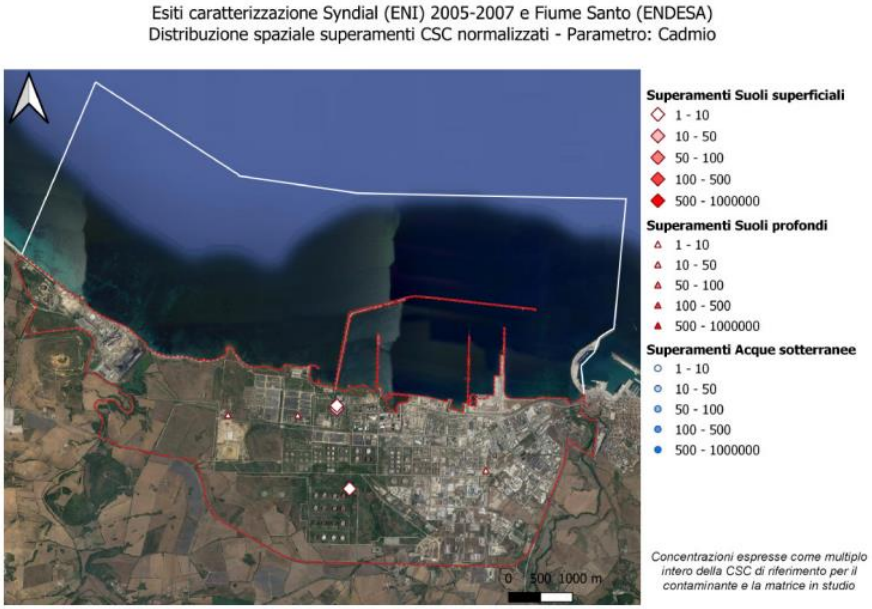


Figura 3-24: Distribuzione spaziale dei superamenti della CSC per il parametro cadmio

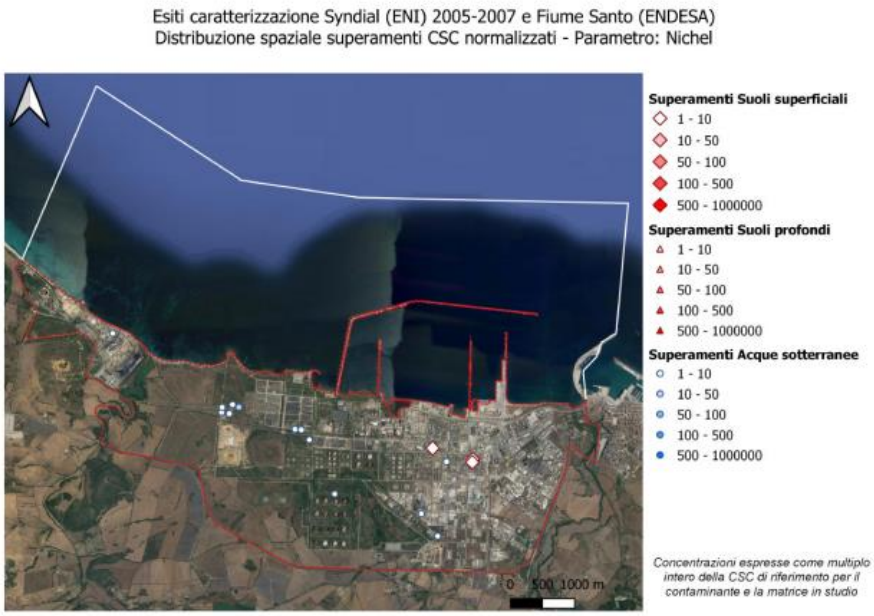


Figura 3-25: Distribuzione spaziale dei superamenti della CSC per il parametro nichel

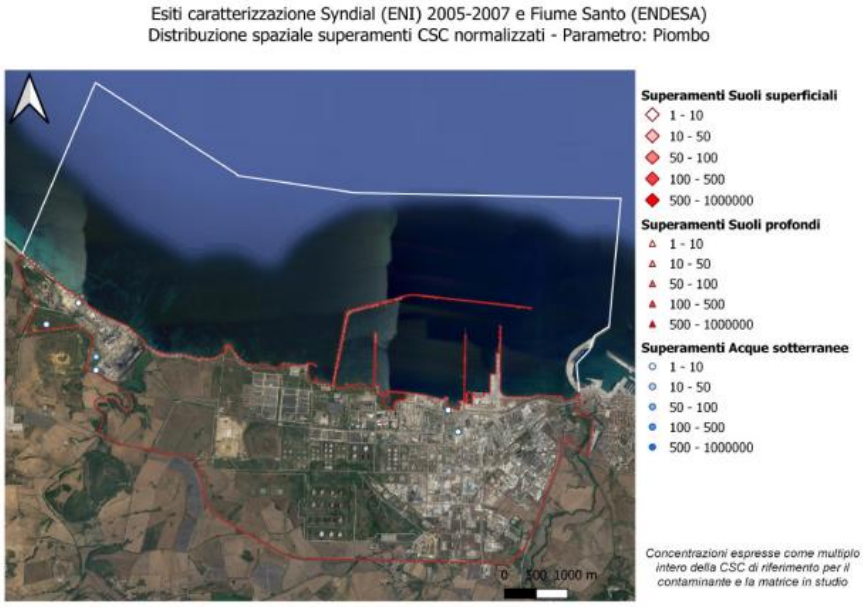


Figura 3-26: Distribuzione spaziale dei superamenti della CSC per il parametro piombo

Per cadmio, nichel e piombo, la situazione, al contrario, risulta nettamente meno preoccupante, con sporadici superamenti di lieve entità, variamente sparsi, principalmente a carico della matrice acque e, in minor misura, sui suoli superficiali e profondi.

La **Figura 3-27**, estratta dallo *Stato delle procedure di bonifica nei SIN* disponibile nel sito del Ministero dell'ambiente e della Sicurezza Energetica, mostra lo stato di avanzamento delle procedure di bonifica dei terreni a Maggio 2022.

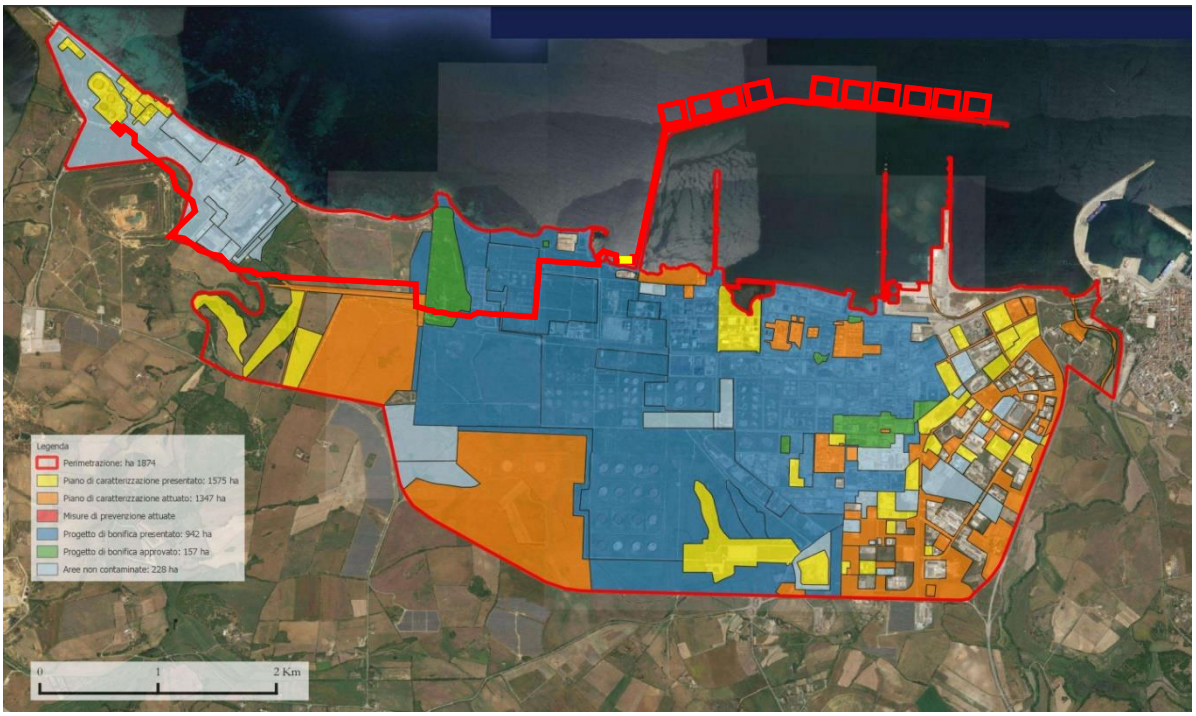


Figura 3-27: Stato dei procedimenti di bonifica all'interno del SIN Aree industriali di Porto Torres

Alo stato attuale, dei 1874 ettari di superficie costituenti la parte a terra del SIN di Porto Torres :

- l'8% delle aree ha un progetto di messa in sicurezza/bonifica approvato;
- il 22% ha concluso il procedimento (rispetto alla superficie del SIN con Piano di caratterizzazione approvato e le concentrazioni sono ora inferiori alle CSC o alle CSR.

Con riferimento all'intervento in progetto, utilizzando le monografie dei siti inquinanti incluse nell'allegato B al Piano Regionale Bonifica delle Aree inquinate (PRB), è possibile identificare in dettaglio la tipologia di contaminazione presente e lo stato di avanzamento nella procedura di bonifica.

A partire dalla diga foranea, l'elettrodotto attraversa l'area identificata come IND036. La caratterizzazione e l'analisi di rischio, approvate con la Conferenza dei Servizi (CdS) decisoria del 18/11/2010 hanno evidenziato la presenza di numerosi superamenti delle CSC e delle CSR nel terreno e nella falda, in particolare relativamente a metalli, idrocarburi, BTEX, IPA e alifatici clorurati-alogenati.

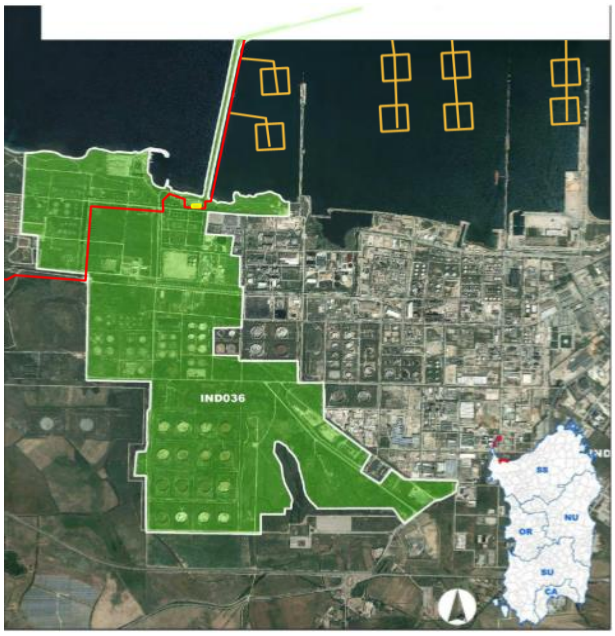


Figura 3-28: Dettaglio dell'intervento in progetto rispetto all'area SIN IND036

Quindi l'elettrodotto attraversa l'area IND035 (si veda **Figura 3-29**). La caratterizzazione ha evidenziato un elevato stato di contaminazione delle matrici ambientali suolo e sottosuolo, con superamenti delle CSR per sostanze ritenute molto tossiche, persistenti e cancerogene in particolare metalli pesanti, organoclorurati e idrocarburi aromatici.

Figura 3-29: Dettaglio dell'intervento in progetto rispetto all'area SIN IND035

Successivamente l'elettrodotto corre lungo la strada confinante col sito identificato come IND037, mostrato nella **Figura 3-30**. Si tratta di una discarica di fanghi organici e rifiuti speciali la cui caratterizzazione ha evidenziato un elevato stato di contaminazione di suolo, sottosuolo e falda, con superamenti di diversi ordini di grandezza dei limiti fissati per le sostanze ritenute molto

tossiche, persistenti e cancerogene in particolare metalli pesanti, organoclorurati e idrocarburi aromatici.

Figura 3-30: Dettaglio dell'intervento in progetto rispetto all'area SIN IND037

L'ultimo tratto dell'elettrodotto si sviluppa all'interno del perimetro della centrale termoelettrica di Fiume Santo ed è identificato con il codice alfanumerico IND068 (si veda **Figura 3-31**). Il suolo insaturo era risultato contaminato da arsenico oltre le CSC. L' Analisi di rischio per tale area è stata approvata nella CdS del 17/07/2013 e il progetto di bonifica approvato successivamente con prescrizioni con D.D. del 05/11/2014. La bonifica è stata completata come risulta dalle certificazioni di avvenuta bonifica del terreno insaturo n. 1/16 del 03/03/2016 (area interna produttiva) e n. 2/16 del 09/06/2016 (area esterna non produttiva).

Figura 3-31: Dettaglio dell'intervento in progetto rispetto all'area SIN IND068

3.2.4 Inquadramento idrogeologico

Inquadramento geologico a scala regionale

Il quadro idrogeologico dell'area vasta risulta complesso a causa dell'assetto geo-strutturale del sottosuolo, interessato da importanti eventi tettonici che hanno determinato diffuse dislocazioni stratigrafiche. La circolazione idrica ed i rapporti tra gli acquiferi risultano fortemente condizionati dalla struttura tettonica. Le aree di faglia possono fungere da via preferenziali di deflusso in alcuni casi, mentre in altri (in particolare nel settore orientale) risultano a flusso nullo per presenza di importanti riempimenti argillosi (spessi anche 40 metri).

Come mostrato in **Figura 3-32**, nell'area vasta si possono distinguere schematicamente tre unità idrogeologiche principali che corrispondono a differenti litotipi con caratteristiche idrauliche diverse. Partendo dalla più antica e profonda per arrivare alla più recente e superficiale, si individuano:

1. Acquifero carbonatico mesozoico della Nurra (A1);
2. Acquifero detritico-carbonatico oligo-miocenico del Sassarese (A2);
3. Acquifero detritico-alluvionale plio-quaternario della Nurra (A3).

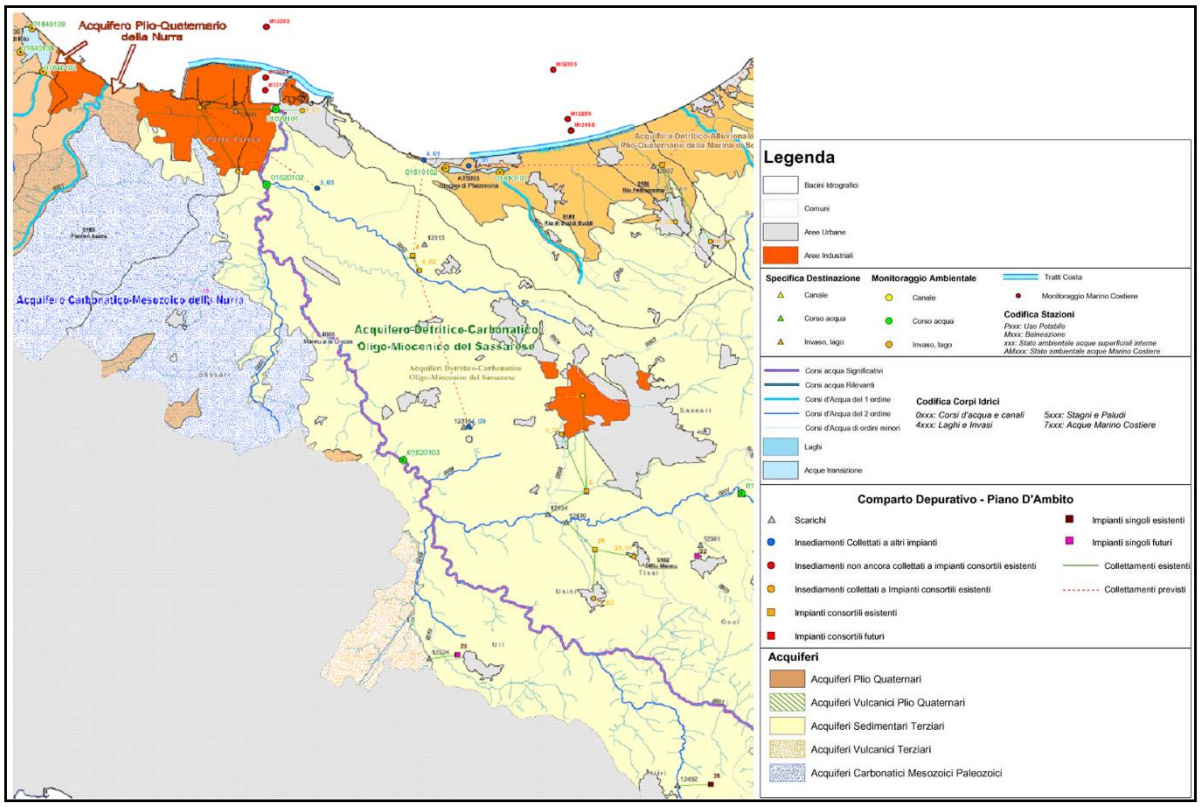


Figura 3-32 : Estensione degli acquiferi e ubicazione delle stazioni di monitoraggio CEDOC (Fonte: RAS, 2006. Piano di Tutela delle Acque)

- *Acquifero dei Carbonati Mesozoici della Nurra (A1)*

  L'acquifero più profondo ha sede nella successione carbonatica mesozoica, ha uno spessore approssimativo di un centinaio di metri e presenta una permeabilità secondaria per fratturazione e carsismo. La permeabilità media, variabile in relazione allo stato di fratturazione, è stimata indicativamente attorno a 4,5x10-5 m/s nelle parti dove non è interessato dalla evidenza di fenomeni di carsismo. Questo è sicuramente l'acquifero più importante della Nurra ed alimenta numerosi pozzi ad uso irriguo, industriale e potabile.

Nell'area in esame affiora nella zona sud-occidentale, nell'ambito del medio e basso bacino del Fiume Santo. Qui la successione mesozoica è rappresentata dai calcari oolitici (Dogger), biancastri, più o meno fessurati in banchi di varia potenza. Procedendo verso la foce del Fiume Santo i calcari passano a facies di tipo cavernoso in alternanza con facies oolitiche (Lias), per terminare con calcari cavernosi in banchi brecciati alternati a banchi dolomitici (Trias sup.). Tale successione è presente nella sponda destra del fiume, mentre in sinistra si osserva un sollevamento dei termini triassici.

- *Acquifero Detritico-Carbonatico Oligo-Miocenico del Sassarese (A2)*

  L'acquifero miocenico, potente da alcune decine di metri fino ad arrivare in prossimità dei 100 m, è caratterizzato da permeabilità media (coefficienti di permeabilità k compresi tra 10-4 e 10-6 m/s), primaria per porosità e secondaria per fessurazione e carsismo. Tale permeabilità, che dipende quindi dal grado di fratturazione del complesso, è limitata da orizzonti marnosi e argillosi frequentemente intercalati. Dati bibliografici, indicano la presenza di un livello marnoso che, laddove continuo, dividerebbe l'acquifero miocenico in due falde, di cui la più profonda si troverebbe in condizioni di confinamento, mentre quella superficiale in condizioni freatiche. Tuttavia, dal momento che non è in alcun modo indicata la posizione spaziale di questo orizzonte, allo stato attuale non è possibile valutare se la suddivisione dell'acquifero miocenico nelle due falde possa interessare l'area oggetto di studio.

  Nelle facies costituite da maggiori contenuti carbonatici si è sviluppato un carsismo molto intenso, testimoniato dalla presenza di cavità sotterranee e doline superficiali, ubicate prevalentemente nell'area orientale del settore in studio. La base del complesso infine è presumibilmente costituita da un livello conglomeratico di spessore approssimativo di 8-12 metri, che poggia sulle vulcaniti terziarie dotate di scarsissima permeabilità.

- *Acquifero Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario della Nurra (A3)*

  Lungo i corsi d'acqua, i depositi alluvionali descrivono un terzo acquifero permeabile per porosità primaria: l'acquifero detritico-alluvionale della Nurra. Si tratta di un acquifero freatico di spessori variabili fino ad una ventina di metri, dove la falda si attesta in media a pochi metri dal piano campagna. L'acquifero è sede di circolazione idrica variabile nel tempo e nello spazio ed il suo grado di permeabilità si attesta su valori, molto disuniformi, attorno a 10-4-10-6 m/s. All'interno di questa unità si raccolgono le acque di infiltrazione superficiale che fluiscono fino a quando non incontrano discontinuità nella formazione limosa sottostante attraverso le quali raggiungere gli strati più profondi. L'acquifero presenta una certa potenzialità solo nei settori dove le coperture raggiungono spessori ragguardevoli e dove è presumibile un'alimentazione diretta sia dagli sversamenti del sistema idrografico, sia dalle infiltrazioni superficiali.

Al centro Sud dell'area d'indagine, a causa del complesso assetto strutturale dell'area, si riscontra un contatto tra l'insieme di terreni sedimentari miocenici e plio-quaternari ed il sistema vulcanico oligo-miocenico. La linea di contatto si sviluppa in direzione Nordovest-Sudest e costituisce uno spartiacque idrogeologico che limita l'alimentazione sotterranea diretta della falda calcarenitica. Le vulcaniti in superficie sono in gran parte alterate ed argillificate ed hanno quindi una permeabilità molto bassa, tuttavia, si possono instaurare flussi d'acqua in sottili livelli discontinui laddove la frazione sabbiosa risulta essere preponderante rispetto a quella argillosa. La permeabilità mediamente riscontrata nel complesso vulcanico è bassa per scarsa fessurazione (circa 10-6-10-8 m/s). La direzione di deflusso verso il mare, pur mantenendo una direttrice generale verso nord-nordest, è fortemente influenzata dalla disposizione stratigrafica e areale dei terreni più permeabili.

Complessivamente, l'acquifero quaternario superficiale presenta una scarsa continuità orizzontale e non costituisce una risorsa idrica significativa, mostrando una certa potenzialità solo nei settori dove i materiali di copertura raggiungono spessori notevoli e dove è possibile un'alimentazione di subalveo laterale da parte dei corsi d'acqua superficiali.

Inquadramento idrogeologico a scala locale

A livello locale, l'area interessata dagli interventi risulta caratterizzata dalla presenza di due sistemi distinti di circolazione idrica sotterranea: una falda superficiale e un'altra profonda.

La falda superficiale è una falda effimera a regime stagionale, alloggiata nei terreni sabbioso-ghiaioso-limosi di origine continentale, che risulta fortemente condizionata dalla eterogenea permeabilità dei materiali; il livello freatico si colloca a pochi metri di profondità dal piano campagna. Viceversa, la falda profonda, localmente confinata da potenti livelli argillosi plio-quaternari, è localizzata all'interno della successione carbonatica mesozoica.

I depositi plio-quaternari, in funzione della granulometria e della permeabilità, possono localmente isolare o essere sede di circolazione. Nelle aree dove questi sono più permeabili costituiscono dei punti di contatto con il sottostante acquifero arenaceo-carbonatico miocenico. Quest'ultimo acquifero è costituito principalmente da arenarie calcaree poco cementate e calcari arenacei semi-lapidei.

Si rinvengono inoltre, sia in affioramento sia nel sottosuolo, rocce di origine vulcanica oligo-mioceniche che, a causa dell'assetto geologico strutturale, sono spesso in contatto laterale con i terreni più recenti (calcareniti mioceniche e sedimenti plio-quaternari). Questo litotipo ha comportamento fondamentalmente da acquicludo a causa della bassa permeabilità (stimata tra 1 x 10-6 e 1 x 10-8 m/s) dovuta all'alterazione argillosa. Tuttavia, ove l'alterazione è meno sviluppata e in corrispondenza di fessure di origine tettonica o di deposizioni di materiale continentale di diversa natura, avvenuta nei periodi intercorsi tra i diversi episodi vulcanici, si può instaurare una debole circolazione idrica e tale unità perde la sua funzione di acquiclude.

L'area di studio è inoltre caratterizzata localmente da terreni antropici di riporto con spessori variabili e da depositi alluvionali recenti caratterizzati da granulometrie eterogenee. All'interno di queste due unità si raccolgono le acque di infiltrazione superficiale che vanno a costituire una falda freatica effimera a carattere stagionale, localmente sostenuta dai depositi a bassa permeabilità precedentemente descritti.

Al di sotto è presente una terza unità in falda costituita da arenarie, calcareniti, calcari fossiliferi litoidi caratterizzati da una discreta permeabilità primaria e un'elevata permeabilità secondaria per fratturazione o carsificazione.

L'area interessata dal tracciato del cavidotto onshore attraverserà (in successione da est verso ovest) gli acquiferi presenti all'interno dell'Unità Detritico Carbonatica Miocenica Superiore, dell'Unità Detritico Carbonatica Oligo-Miocenica Inferiore e l'Unità Carbonatica Mesozoica.

Gli alti e bassi morfologici che caratterizzano l'area industriale riflettono l'andamento in profondità dell'unità calcarenitica e condizionano lo scorrimento delle acque sotterranee. Inoltre, la discontinuità sia verticale che orizzontale del livello limoso costituente l'unità intermedia, imputabile agli eventi tettonici e ai diversi cicli erosivi e deposizionali, può determinare condizioni di semi-confinamento e freatismo.

Il principale corpo acquifero alla scala di progetto è quello contenuto nelle calcareniti mioceniche caratterizzate da una discreta permeabilità primaria e un'elevata permeabilità secondaria per fratturazione, delimitate superiormente dal complesso delle sabbie limose intervallate da sottili lenti calcarenitiche che genera in alcuni casi un semiconfinamento della falda. L'acquifero miocenico, ricaricato prevalentemente da aree poste a monte idraulico dell'area di studio, risulta

da letteratura essere potente circa 70-100 m mentre a scala locale, da studi pregressi, sembrerebbe avere spessori inferiori.

Localmente, le acque percolanti dalla superficie o da eventuali perdite da impianti antropici penetrano nei sottili strati superficiali a buona permeabilità generando una circolazione idrica epidermica a deflusso prevalentemente laterale sostenute dagli strati limoso-argillosi sottostanti. Questo strato di sostegno a minore permeabilità risulta localmente discontinuo consentendo l'infiltrazione in profondità delle acque di circolazione superficiali che vanno ad alimentare le lenti calcarenitiche.

Generalmente il corpo acquifero contenuto nelle calcareniti mioceniche è caratterizzato da una soggiacenza media variabile tra pochi metri fino a 15-20 m di profondità in funzione della topografia superficiale, ponendosi comunque su quote medie di pochi metri slm.

Le linee di deflusso idrico sotterraneo si dispongono generalmente da sud-sudest verso nord-nordovest, in direzione del mare, in accordo con l'assetto idrogeologico a scala regionale.

L'andamento può risultare localmente, comunque, piuttosto variabile nel tempo e nei diversi settori dell'area di studio, risentendo probabilmente della diversa distribuzione dei prelievi di acque di falda dai sistemi di prelievo e di barrieramento idraulico presenti nelle aree antropizzate.

Dalla consultazione dell'Allegato 2.3 della Relazione Generale del PdG risulta che nella zona di interesse sono presenti i seguenti corpi idrici sotterranei:

- CIS 0111 - Detritico-alluvionale plio-quaternario della Nurra settentrionale;
- CIS 2313 - Detritico-carbonatico oligo-miocenico di Porto Torres;
- CIS 2314 - Detritico-carbonatico oligo-miocenico di Fiume Santo;
- CIS 3211- Carbonati mesozoici della Nurra Settentrionale.

Qualità delle acque di falda

Per la caratterizzazione qualitativa dei corpi idrici superficiali si è fatto riferimento ai risultati dei monitoraggi illustrati nel *Riesame e aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna Terzo ciclo di pianificazione 2021 – 2027.*

Il programma di monitoraggio delle acque sotterranee su cui sono basate le valutazioni del PdG 2021 – Terzo Ciclo comprende 147 piezometri, 243 pozzi trivellati, 111 pozzi scavati, 101 sorgenti, 4 pozzi minerari e 1 affioramento falda (**Figura 3-33**).

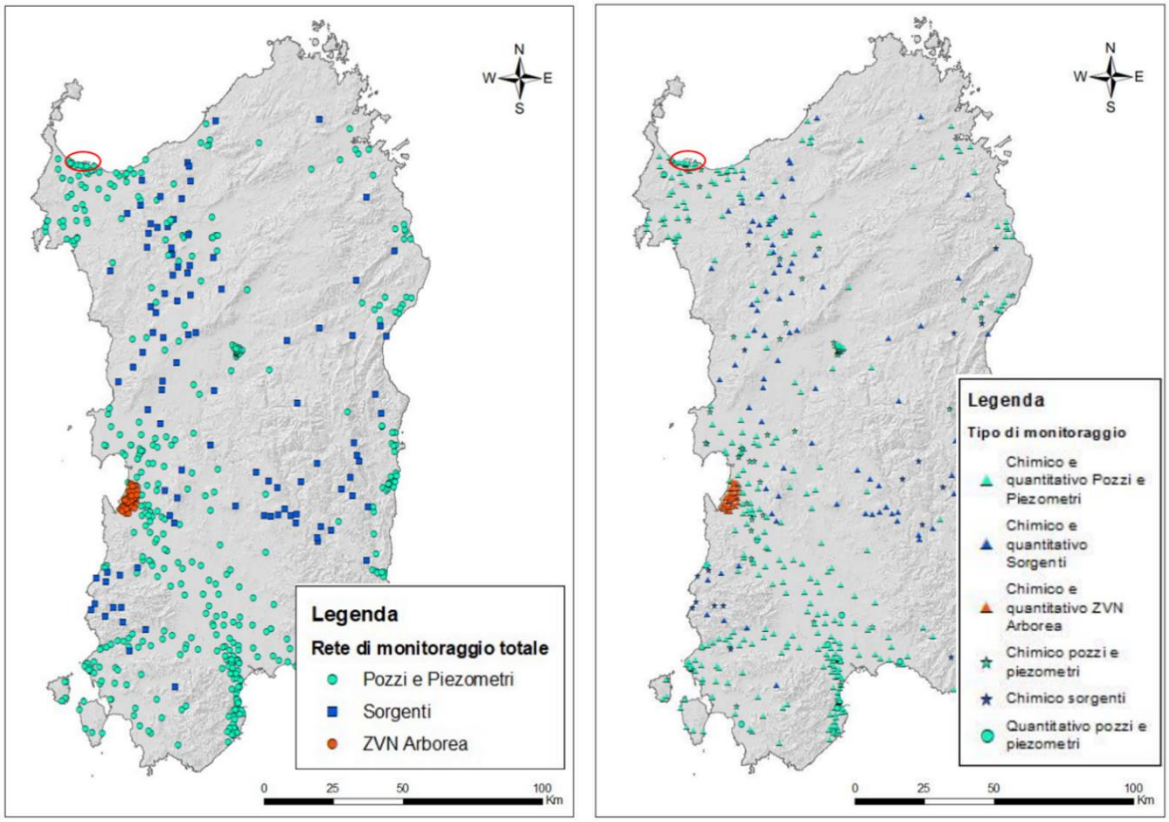


Figura 3-33: Mappe della rete di monitoraggio totale della Regione Sardegna (fonte: PdG III Ciclo 2021-2027)

Nelle figure seguenti sono riportati gli estratti delle tavole recanti indicazione dello stato chimico e quantitativo dei corpi idrici sotterranei individuato ai sensi del D. Lgs. n.30 del 6 marzo 2009 e in base agli esiti delle campagne di monitoraggio effettuate nel periodo 2011-2015.

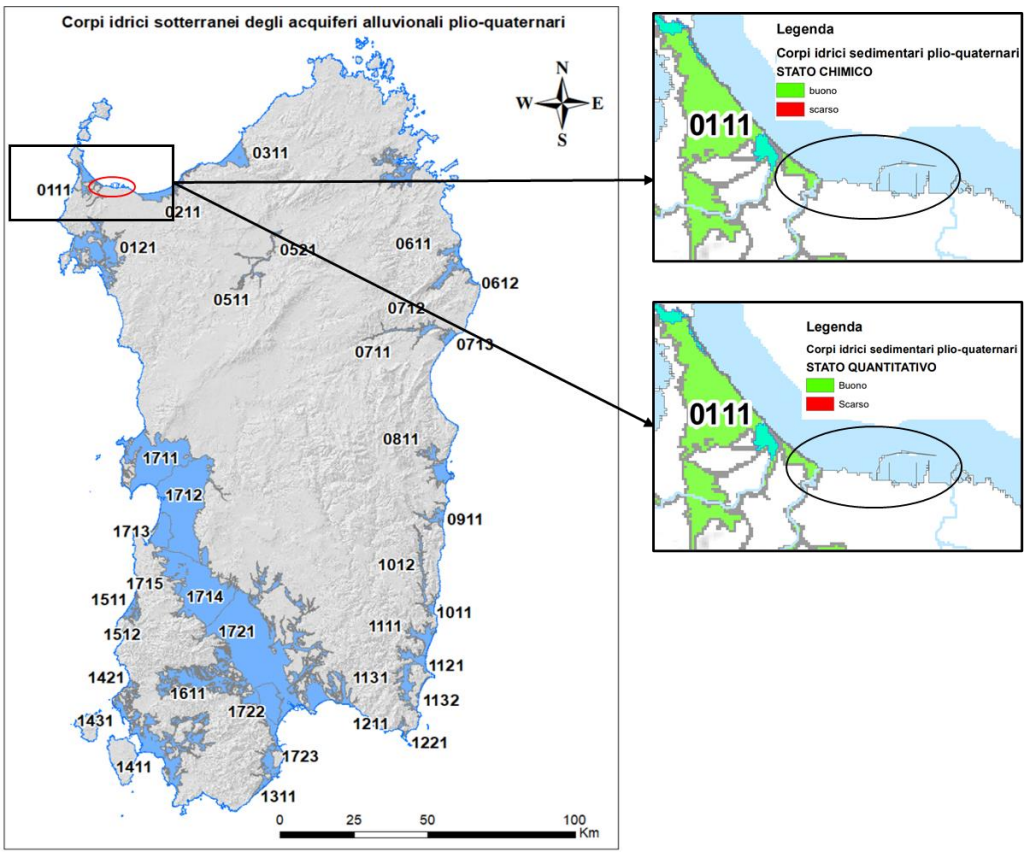


Figura 3-34: Carta dei corpi idrici sotterranei degli acquiferi alluvionali plio-quaternari Regione Sardegna (fonte: PdG III Ciclo 2021-2027)

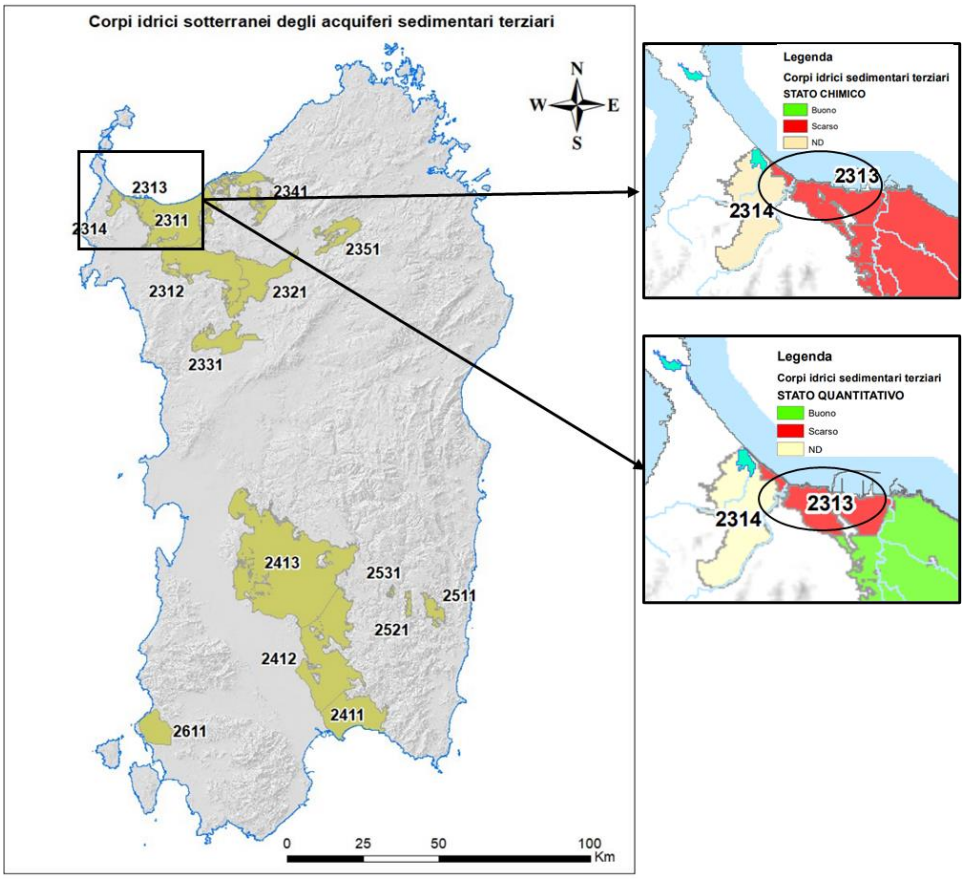


Figura 3-35: Carta dei corpi idrici sotterranei degli acquiferi sedimentari terziari Regione Sardegna (fonte: PdG III Ciclo 2021-2027)

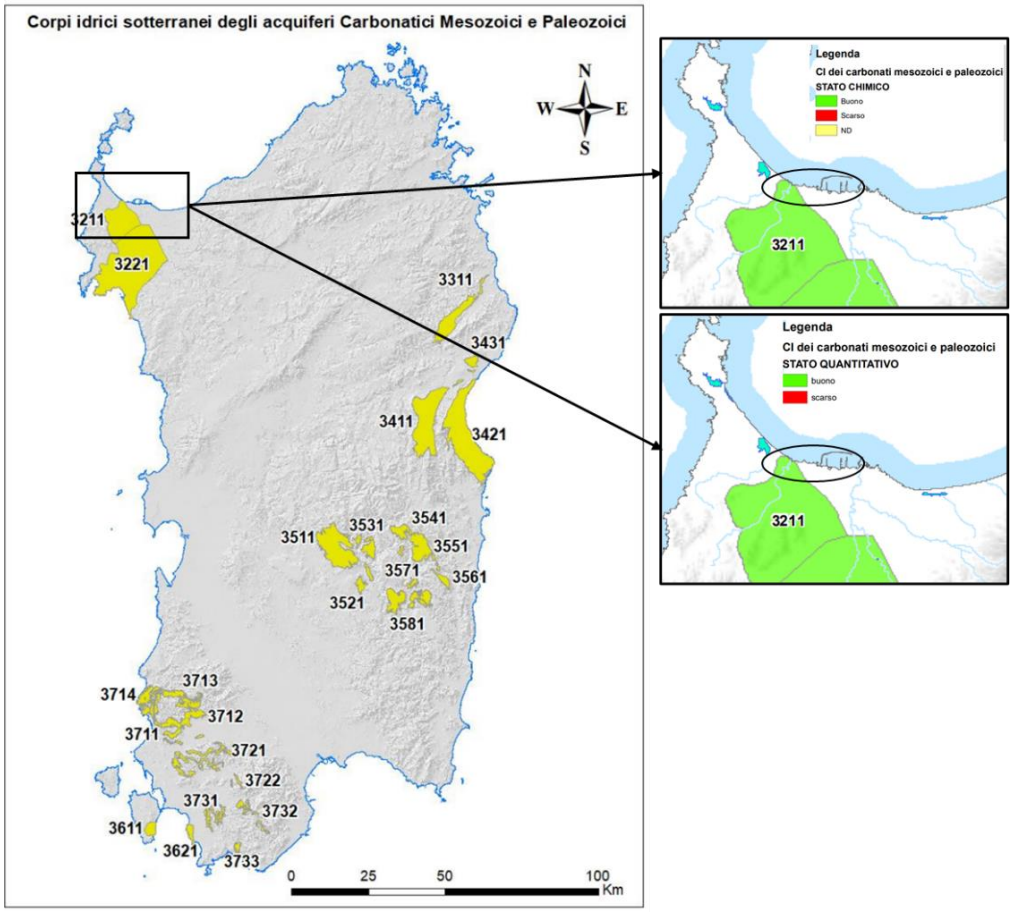


Figura 3-36: Carta dei corpi idrici sotterranei degli acquiferi Carbonatici Mesozoici e Paleozoici Regione Sardegna (fonte: PdG III Ciclo 2021-2027)

Si nota che l'unico corpo idrico sotterraneo che presenta uno stato chimico scarso è il CIS 2313, così come anche per lo stato quantitativo che risulta anch'esso scarso. Per il CIS 2314 lo stato è non disponibile. Si riporta di seguito una tabella riassuntiva estratta dal PdG per i tre corpi idrici sotterranei di interesse.

Tabella 3-7: Tabella dello stato chimico, quantitativo e complessivo per i CIS 0111, 2313, 3211 (fonte: PdG III Ciclo 2021-2027)

		STATO CHIMICO				STATO QUANTITATIVO				STATO COMPLESSIVO	
COD CIS	Denominazione corpo idrico	stato chimico	livello di confidenza	motivo stato scarso	parametro che determina lo stato scarso	stato quantitativo	livello di confidenza	motivo stato scarso	elemento associato allo stato scarso: bilancio idrico/trend livello piezometrico	Stato complessivo	livello di confidenza
0111	Detritico-alluvionale plio-quaternario della Nurra settentrionale	buono	medio			buono	medio			buono	medio
2313	Detritico-carbonatico oligo-miocenico di Porto Torres	scarso	medio	stato chimico generale	composti organici industriali	scarso	medio	bilancio idrico	Bilancio idrico	scarso	medio
3211	Carbonati mesozoici della Nurra settentrionale	buono	alto			buono	medio			buono	medio

Monitoraggio della qualità delle acque sotterranee nell'ambito del SIN Aree Industriali Porto Torres

Come già mostrato al **paragrafo 2.6.2.** l'area di intervento ricade all'interno del SIN Aree Industriali di Porto Torres.

Dal Rapporto ISTISAN 13/22 *Profilo di salute di una comunità interessata da contaminazione industriale. Il caso di Porto Torres: valutazioni ambiente-salute, epidemiologia e comunicazione* già citato con riferimento allo stato qualitativo del terreno risulta che la matrice acqua presenta diffusi fenomeni di contaminazione da composti inorganici e metalli, composti alifatici clorurati cancerogeni, solfati e idrocarburi totali.

Non mancano, inoltre, fenomeni di contaminazione di minore estensione relativi a composti organici aromatici, composti alifatici clorurati non cancerogeni e clorobenzeni, principalmente localizzabili nelle aree del polo petrolchimico, nell'area darsena e in asse al carbondotto di alimentazione della centrale termoelettrica di Fiume Santo. Le acque sotterranee hanno mostrato una elevata diffusione della contaminazione, sia di tipo organico che inorganico, nel complesso della falda acquifera: in tutti i piezometri di validazione e in tutti i piezometri profondi sono stati infatti registrati superamenti delle CSC per almeno un composto tra quelli ricercati. In particolare, si sono osservati superamenti di notevolissima entità arrivando a massimi di circa 6 ordini di grandezza superiori alle CSC per i BTEX.

Per quanto concerne le acque di falda la caratterizzazione ha evidenziato una situazione maggiormente preoccupante, con contaminazione principalmente da composti organo-clorurati, manganese, piombo e solfati. Si segnalano superamenti anche di oltre 10 volte i limiti fissati per le sostanze ritenute molto tossiche, persistenti e cancerogene quali, per esempio, piombo (fino a 123 mg/l contro un limite di 10 mg/l), triclorometano (fino a 1,71 mg/l contro un limite di 0,15 mg/l) e 1,1-dicloroetilene (1,14 mg/l contro un limite di 0,05 mg/l). In particolare, per l'arsenico è possibile osservare come, nelle aree a Ovest (verso la centrale termoelettrica) la contaminazione sia principalmente a carico dei suoli superficiali e di entità contenuta (concentrazioni inferiori a 10 volte la CSC) e concentrata in larga parte nelle aree delle installazioni produttive, mentre nelle aree del petrolchimico, pur mantenendo sempre concentrazioni di pari grado, si presenta variamente distribuita a carico delle diverse matrici ambientali e principalmente concentrata al limitare orientale, laddove storicamente vi sono stati i primi insediamenti e dove, tuttora, è localizzata una parte rilevante delle linee produttive attive.

Il benzene, invece, mostra una situazione ben più complessa nelle aree del polo petrolchimico, con concentrazioni (soprattutto per quanto concerne la matrice acqua) in diversi casi superiori a 500 volte la CSC di riferimento. Inoltre, mentre la contaminazione a carico della matrice suolo si presenta concentrata principalmente nell'intorno della darsena servizi del porto industriale, a ovest del SIN, e delle discariche "Minciaredda" e "Cava Gessi" (a est del SIN), quella a carico della matrice acqua si presenta distribuita in maniera meno concentrata, con importanti fenomeni di superamento variamente distribuiti sull'intera area. Il triclorometano, presenta una grave contaminazione a carico della matrice acqua su tutte le aree indagate, con concentrazioni mediamente superiori di un ordine di grandezza rispetto alla relativa CSC. È inoltre possibile riconoscere un fenomeno di contaminazione a carico dei suoli (in larga parte suoli profondi) in corrispondenza della discarica di "Cava Gessi". Per cadmio, nichel e piombo, la situazione, al contrario, risulta nettamente meno preoccupante, con sporadici superamenti di lieve entità, variamente sparsi, principalmente a carico della matrice acque e, in minor misura, sui suoli superficiali e profondi.

La **Figura 3-37**, estratta dallo *Stato delle procedure di bonifica nei SIN* disponibile nel sito del Ministero dell'ambiente e della Sicurezza Energetica, mostra lo stato di avanzamento delle procedure di bonifica della falda a Maggio 2022

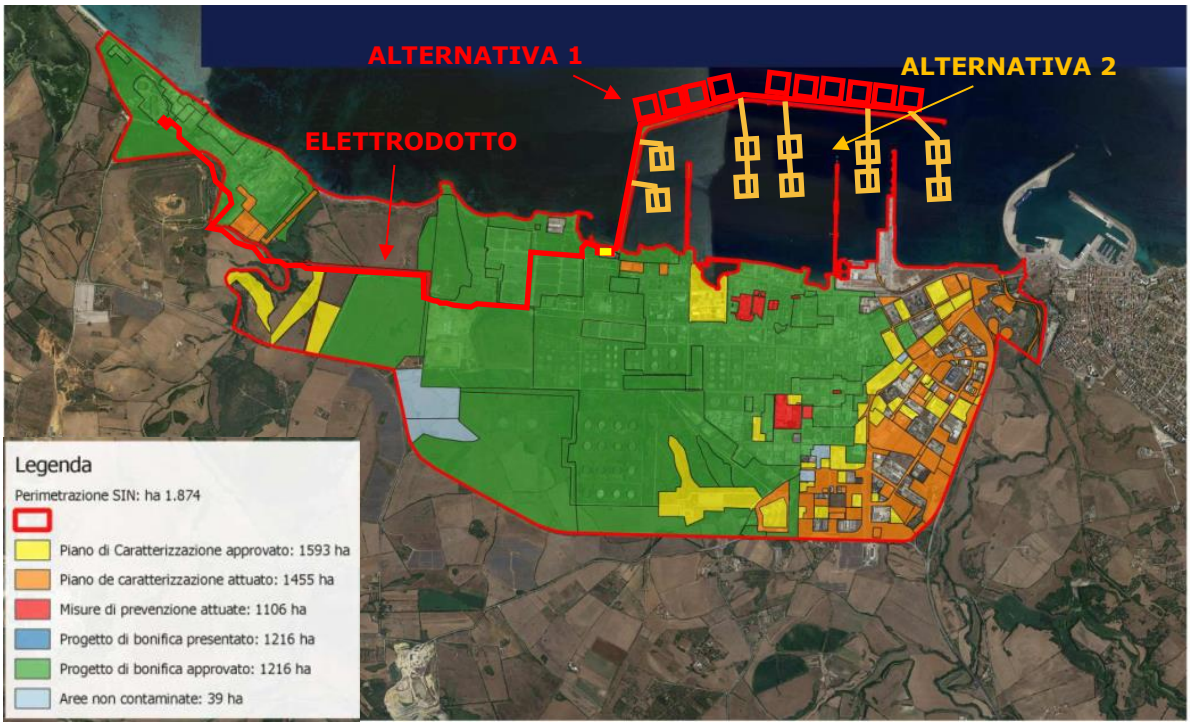


Figura 3-37*:* Stato delle procedure di bonifica nel SIN per la falda

3.3 Atmosfera: Aria e Clima

Clima

3.3.1 Inquadramento meteoclimatico

La regione Sardegna è caratterizzata da un clima tipicamente di tipo mediterraneo. Gli inverni sono tendenzialmente miti lungo le zone costiere, mentre le estati si presentano calde e secche, con temperature che possono raggiungere anche massime di 35 °C.

Diversamente nelle zone pianeggianti e collinari più interne, il clima si presenta comunque mediterraneo, anche se si registrano temperature invernali più basse ed estive più calde rispetto alle zone costiere. Nelle zone interne, come gli altopiani e le vallate spesso tra i rilievi, il clima risulta essere più prossimo al tipo continentale, con significative escursioni termiche, presentando minime invernali particolarmente basse che possono scendere anche al di sotto dei -10/-12 °C. Anche durante la stagione estiva, eccezionalmente a causa delle inversioni termiche e della dispersione del calore per irraggiamento, le temperature possono essere prossime o scendere leggermente al di sotto degli 0 °C. Sui rilievi montuosi nei mesi invernali nevica frequentemente e le temperature scendono sotto lo zero, mentre nella stagione estiva il clima si mantiene relativamente fresco.

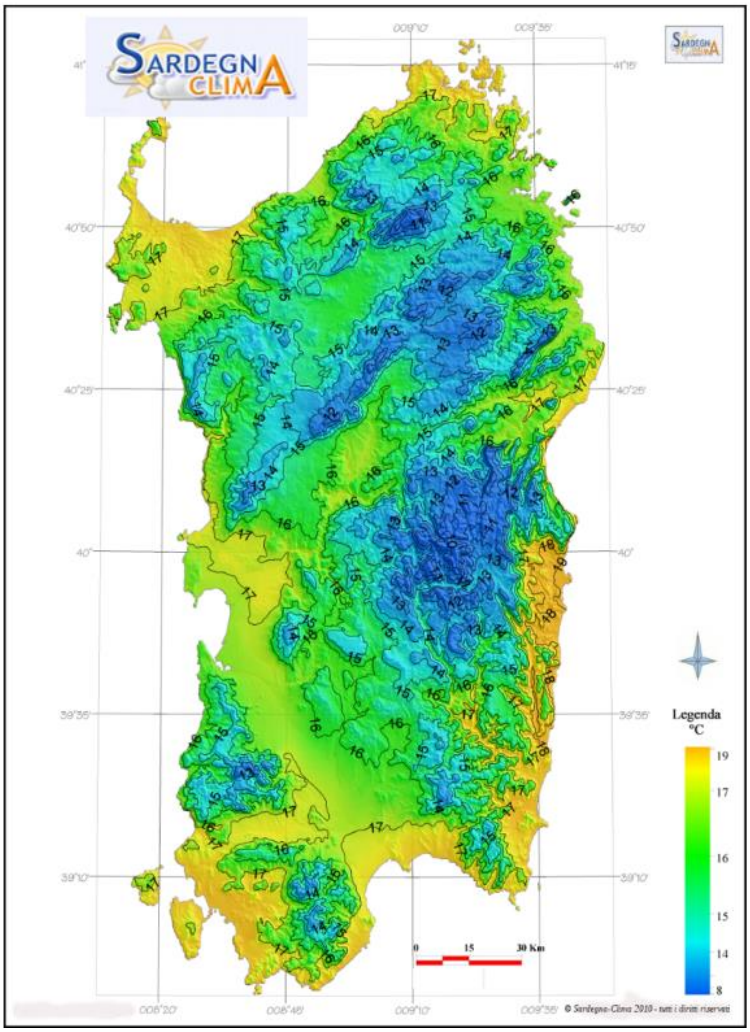


Figura 3-38 : Mappa delle temperature medie della Sardegna su base climatologica 1981-2000 (Sardegna Clima Onlus)

Le precipitazioni, distribuite in maniera variabile ed irregolare, risultano essere di modesta entità lungo le coste, con medie comprese tra i 400 mm (costa meridionale) e i 500–600 mm annui; in particolare, Capo Carbonara fa registrare il valore minimo assoluto in Italia, con una media di 266 mm annui. Nelle aree interne la piovosità media è di 700–800 mm. In prossimità dei rilievi montuosi si registrano i maggiori valori pluviometrici che raggiungono e superano i 1000 mm annui e con locali picchi superiori ai 1.300–1.400 mm in certe zone.

A causa del dominio sulla regione dei venti provenienti da ovest, mediamente la maggior frequenza di giorni di pioggia si riscontra nelle zone occidentali dell'isola, perché direttamente esposte alle correnti umide di origine atlantica che accompagnano le perturbazioni. Le zone orientali, invece, trovandosi sottovento a questo tipo di circolazione a causa dell'orografia, presentano una frequenza minore di giornate piovose, ma con fortissime piogge.

Le precipitazioni tendono a verificarsi prevalentemente nel periodo tra ottobre e aprile, mentre tra maggio e settembre si ha la stagione secca; nella stagione estiva, in molte località, le precipitazioni sono in genere scarse o addirittura del tutto assenti, a causa della presenza degli anticicloni nel Mediterraneo.

La mappa degli Isobioclimi della regione Sardegna[11], rappresenta un'elaborazione in cui tutte le informazioni relative a parametri quali Macrobioclimi, Piani Fitoclimatici, Indice Ombrotermico e Indice di Continentalità considerati nel loro insieme per ogni singola area omogenea. La carta bioclimatica finale presenta 43 classi di Isobioclimi.

Gli Isobioclimi più rappresentati sono quelli mesomediterranei: il Mesomediterraneo inferiore, subumido inferiore, euoceanico debole copre il 22% della superficie totale, pari a circa 531.000 ha, e si estende nelle zone collinare di tutta la regione, ma soprattutto nelle zone collinari settentionali. Il Mesomediterraneo inferiore, secco superiore, euoceanico debole si estende per circa 494.000 ha per un totale del 20.5% della superficie totale e precede quasi sempre il tipo Mesomediterraneo inferiore, subumido inferiore, euoceanico debole, in una grossa fascia interna che percorre tutta l'isola da nord a sud. Il terzo tipo bioclimatico in termini di quantità di superficie ricoperta è il Termomediterraneo superiore, secco superiore, euoceanico debole, che raggiunge il 12.4% pari a circa 300.000 ha, e che si estende prevalentemente nelle zone meridionali; mentre il Termomediterraneo superiore, secco superiore, euoceanico forte con il 6% di copertura, pari a circa 145.000 ha, è presente prevalentemente nelle zone costiere. Un'area molto omogenea in termini di Isobioclima è quella che comprende tutto il Campidano, sino al Campidano di Oristano, caratterizzata dal Termomediterraneo superiore, secco inferiore, euoceanico debole con il 9% della superficie totale pari a circa 218.000 ha. Gli Isobioclimi Mesotemperati e Supratemperati sono confinati tutti nelle zone orograficamente più elevate con regime ombrotermico di tipo umido (superiore e inferiore) e iperumido inferiore, e continentalità quasi sempre di tipo semicontinentale debole. L'area di studio si colloca.

L'area di studio si colloca nell'isobioclima Termomediterraneo superiore, secco superiore, euceanico accentuato (**Figura 3-39**).

Figura 3-39: Estratto dalla Carta Bioclimatica della Sardegna, ARPAS. Nel cerchio rosso è localizzata l'area oggetto di interventi

Le attività di monitoraggio meteorologico sono eseguite da ARPA Sardegna (ARPAS) che gestisce due reti di stazioni distribuite su tutto il territorio regionale: una rete unica ed una rete fiduciaria che rileva parametri climatici quali la temperatura massima e minima giornaliera e le precipitazioni.

[11] Dipartimento Meteoclimatico Servizio Meteorologico Agrometeorologico ed Ecosistemi, ARPAS, 2014: La Carta Bioclimatica della Sardegna; http://www.sar.sardegna.it/pubblicazioni/miscellanea/carta_bioclimatica_sardegna.pdf

La stazione meteo più prossima all'area di studio appartenente è situata a Porto Torres Andriolu (**Figura 3-40**).

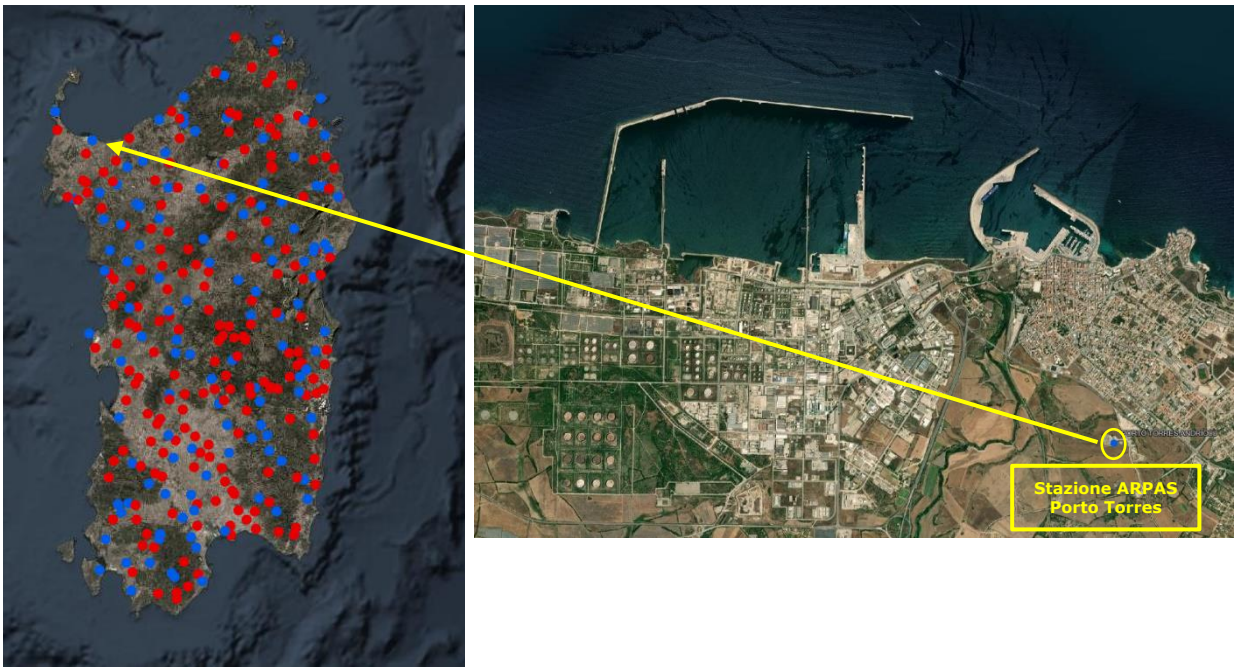


Figura 3-40: Ubicazione delle stazioni meteorologiche ARPAS Sardegna (rete fiduciaria in blu e rete unica in rosso) e dettaglio della stazione di Porto Torres Andriolu

Nel documento A*nalisi agrometeorologica e climatologica della Sardegna - Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo ottobre 2020 - settembre 2021* sono illustrate le condizioni meteorologiche dell'intero territorio della Sardegna rilevate per l'annata agraria 2021 ossia per il periodo ottobre 2020 - settembre 2021.

Secondo tale relazione, l'annata ottobre 2020-settembre 2021 ha registrato cumulati di pioggia in linea o lievemente al di sopra della media climatica su gran parte della Sardegna occidentale e settentrionale. I cumulati sono stati generalmente al di sotto della media, con valori pari al 75% e sino al 50% del valore medio climatologico. Su buona parte del territorio regionale sono piovuti almeno 700 mm e, in corrispondenza dei maggiori rilievi, oltre i 1.000 mm; in queste aree, inoltre, le precipitazioni sono state più frequenti verificandosi 80 a 100 giorni circa, mentre sul settore costiero orientale si sono avuti meno eventi piovosi, distribuiti su meno di 60 giorni. Nella stagione piovosa (generalmente da ottobre ad aprile) i cumulati sono stati in linea o poco al di sopra della media climatica; deboli e isolate precipitazioni nevose si sono verificate principalmente a dicembre 2020 e gennaio 2021, anche a partire da quote collinari. Nel periodo maggio-settembre 2021 i cumulati sono stati diffusamente al di sotto della media climatica, con valori pari al 50% della media (**Figura 3-41**). Nell'area di Porto Torres è stata interessata da significative precipitazioni comprese tra 550 e 700 mm di pioggia annui (valore cumulato) per il periodo ottobre 2020-settembre 2021.

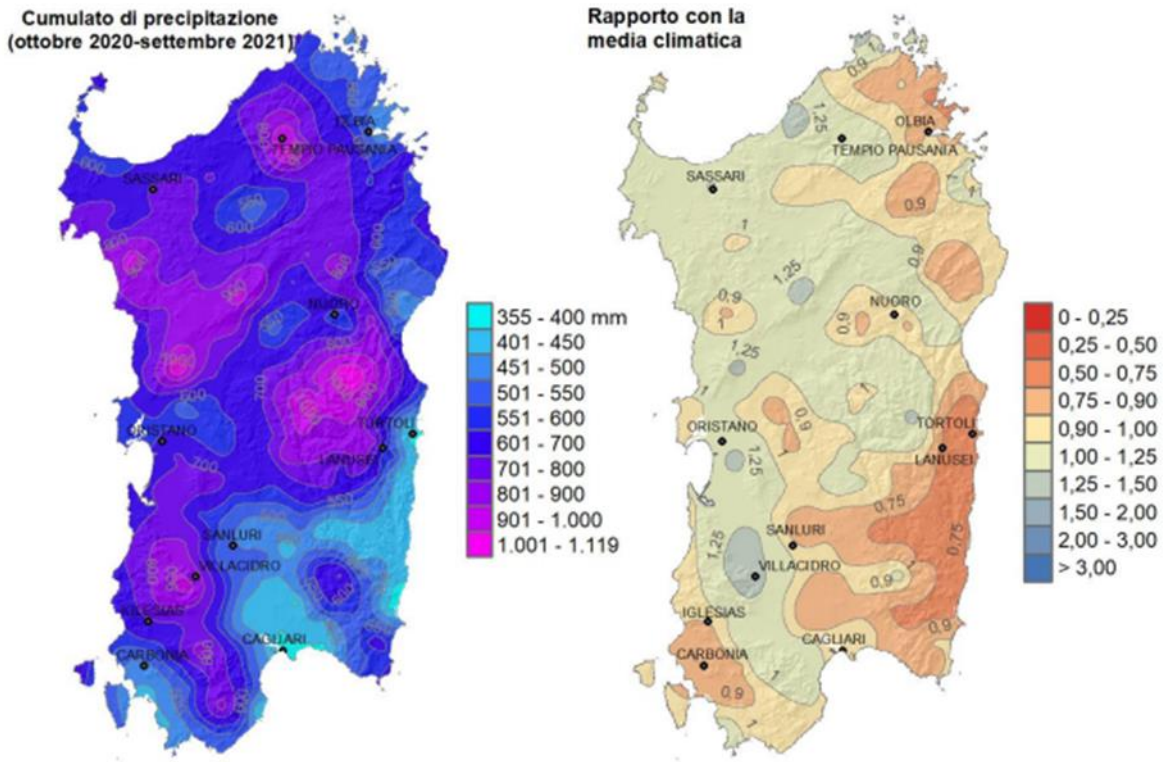


Figura 3-41: Cumulato di precipitazione in Sardegna da ottobre 2020 a settembre 2021 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica (Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo ottobre 2020 - settembre 2021 di ARPAS)

In **Figura 3-42** si riporta l'andamento delle precipitazioni in Sardegna dal 1870 al 2021, espresso in termini di anomalia standard. L'annata 2020-2021 è stata caratterizzata da un'anomalia leggermente negativa, pari a circa -0,2, in controtendenza con le ultime tre annate durante le quali sono stati registrati valori positivi.

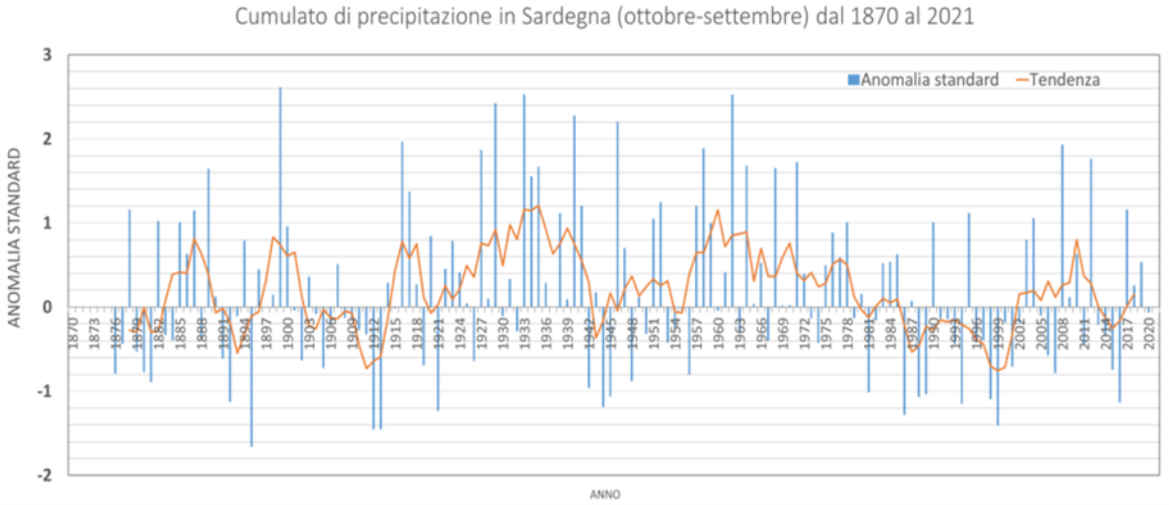


Figura 3-42: Grafico relativo all'andamento ultrasecolare del cumulato di precipitazione in Sardegna nel periodo ottobre-settembre (Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo ottobre 2020 - settembre 2021 di ARPAS)

Per quanto riguarda le temperature, le medie annuali delle minime risultano in linea rispetto alla media climatologica di riferimento (**Figura 3-43**), mentre le massime mostrano un'anomalia positiva rispetto alla media climatica, fino a +1,5°C su alcune aree occidentali. Il mese più freddo è stato gennaio 2021; il mese più caldo agosto che mostra valori della media mensile delle temperature massime giornaliere compresi tra i 27°C delle zone più elevate e i 35°C delle vallate più profonde. Si sono inoltre verificati eventi di intense gelate nella prima decade di aprile, con temperature minime comprese tra -6 e -8 °C che hanno interessato gran parte della Sardegna, incluse le zone a bassa quota e quelle costiere.

La media annuale delle temperature minime giornaliere è riportata in **Figura 3-43** a sinistra, e mostra valori tipici compresi tra i 5-9°C delle principali zone montane (massiccio del Gennargentu, catena del Marghine e monti di Alà) e i 12-13°C sulla fascia costiera; nella porzione interna dell'Isola si sono registrati valori compresi tra i 10°C e gli 11°C. La differenza tra questi valori e la climatologia di riferimento (**Figura 3-43** a destra) indica un'annata con temperature minime in linea, entro mezzo grado in più o in meno, rispetto ai valori tipici. La fascia settentrionale sarda risulta leggermente più fredda della media, mentre i due terzi meridionali dell'isola risultano leggermente più caldi.

L'area di Porto Torres ha presentato una media annuale delle temperature minime di circa 14-16°C sulle zone costiere e di circa 12°C nelle aree adiacenti più interne (si rileva un refuso nel documento di ARPAS che mostra erroneamente anche nella Figura relativa alla temperatura massima l'etichetta "temperatura minima")

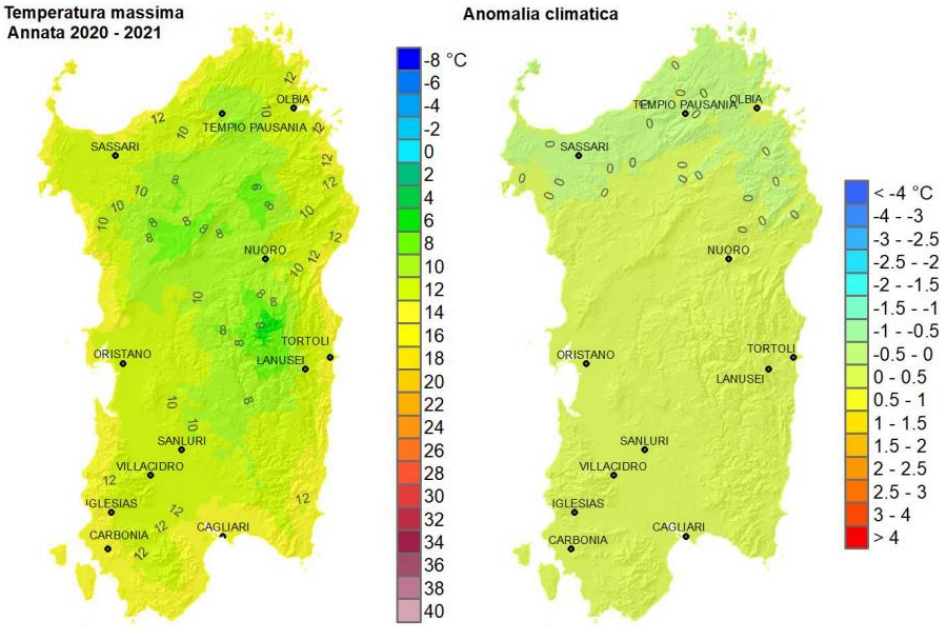


Figura 3-43: Media annuale delle temperature minime 2020-2021 e anomalia rispetto alla media 1995-2014 (Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo ottobre 2020 - settembre 2021 di ARPAS)

La **Figura 3-44** a sinistra mostra che la media annuale dei valori giornalieri di temperatura è compresa tra 17-19°C delle principali zone montuose e i 22- 23°C sulla fascia costiera, con isolati picchi oltre i 24°C nel Sulcis. L'anomalia rispetto alla media climatica è in questo caso ovunque positiva, fino a +1.5°C su alcune aree occidentali e, seppur isolatamente, su varie aree montane.

L'area di Porto Torres ha presentato una media annuale delle temperature massime di circa 22°C sulle zone costiere e di circa 24°C nelle aree adiacenti più interne.

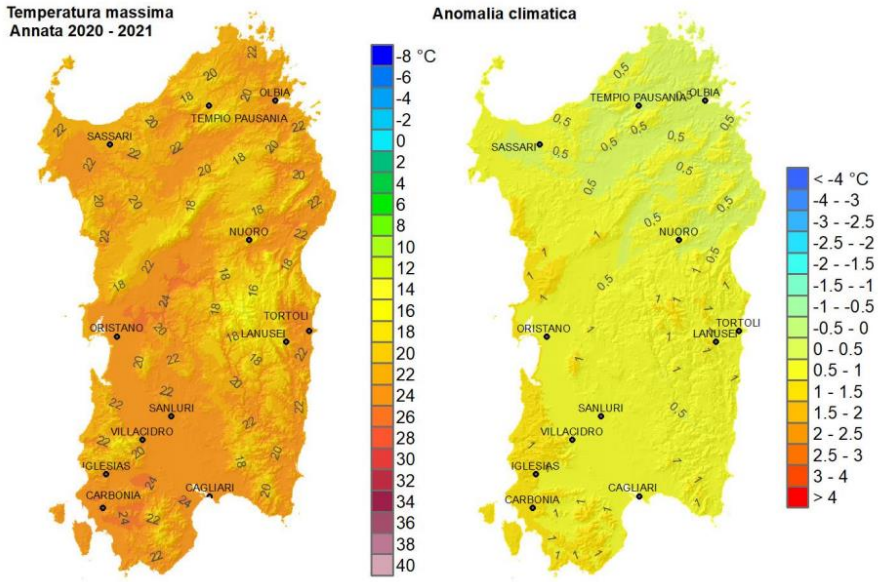


Figura 3-44: Media annuale delle temperature massime 2020-2021 e anomalia rispetto alla media 1995-2014 (Analisi delle condizioni meteorologiche e conseguenze sul territorio regionale nel periodo ottobre 2020 - settembre 2021 di ARPAS)

L'archivio online di ARPAS mette a disposizione le registrazioni delle stazioni meteorologiche; nel seguito, pertanto, sono illustrati i dati meteo registrati nella stazione ARPAS di Porto Torres Andriolu nel triennio 2019-2021[12].

La tabella sottostante mostra i valori riassuntivi giornalieri minimi, massimi e medi per l'anno 2021 relativamente ai dati rilevati per le precipitazioni e le temperature minime e massime.

Tabella 3-8: Valori riassuntivi temperatura massima/minima giornaliera e precipitazioni giornaliere per l'anno 2021 (dati ARPA Sardegna 2021)

	Valore minimo	Valore Massimo	Valore medio
Cumulato Precipitazione giornaliera (mm)	0	27	1,23
Temperatura massima giornaliera (°C)	7,1	37,2	21,10
Temperatura minima giornaliera (°C)	-1,4	24,1	11,41

La distribuzione temporale delle precipitazioni giornaliere è mostrata nel grafico sottostante.

[12] Database e webGIS online ARPA Sardegna: https://dati-annuali-rete-arpas-2021-1-1-arpas.hub.arcgis.com/ e Annuari ARPAS: https://www.sardegnaambiente.it/index.php?xsl=611&s=21&v=9&c=14971&na=1&n=10

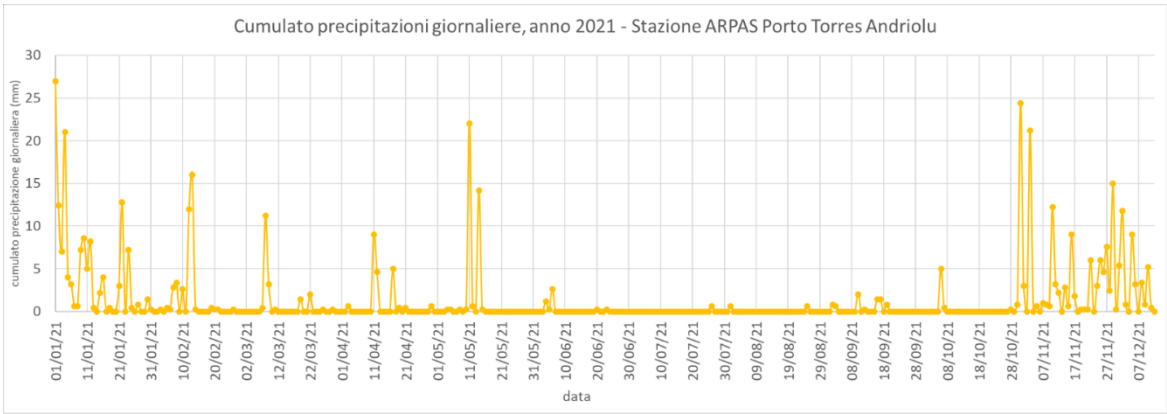


Figura 3-45: Grafico relativo ai dati del cumulato delle precipitazioni giornaliere per l'anno 2021 (Stazione ARPAS Porto Torres Andriolu)

I mesi in cui si sono verificate le precipitazioni maggiori sono stati gennaio, febbraio e l'intervallo da fine ottobre a inizio dicembre; mentre nei rimanenti mesi, tranne qualche eccezione, si si sono verificate precipitazioni modeste, in particolare nel periodo estivo da fine maggio ad ottobre. Nel 2021 l'altezza di pioggia cumulata misurata presso la stazione ARPAS Porto Torres Andriolu è pari a 448 mm.

Nel 2020 nell'area di studio si sono registrate temperature medie minime comprese tra 14,1°C e 16°C e temperature massime medie annuali comprese tra 22,1°C e 24°C (**Figura 3-46**). Le precipitazioni cumulate annuali del 2020 assumono valori compresi tra 501 e 700 mm nella zona di interesse; i mesi più piovosi sono stati settembre (127,4 mm) e dicembre (186 mm) mentre i mesi meno piovosi giugno (6,8 mm) e luglio (0,0 mm) (dati misurati dalla stazione Porto Torres Andriolu).

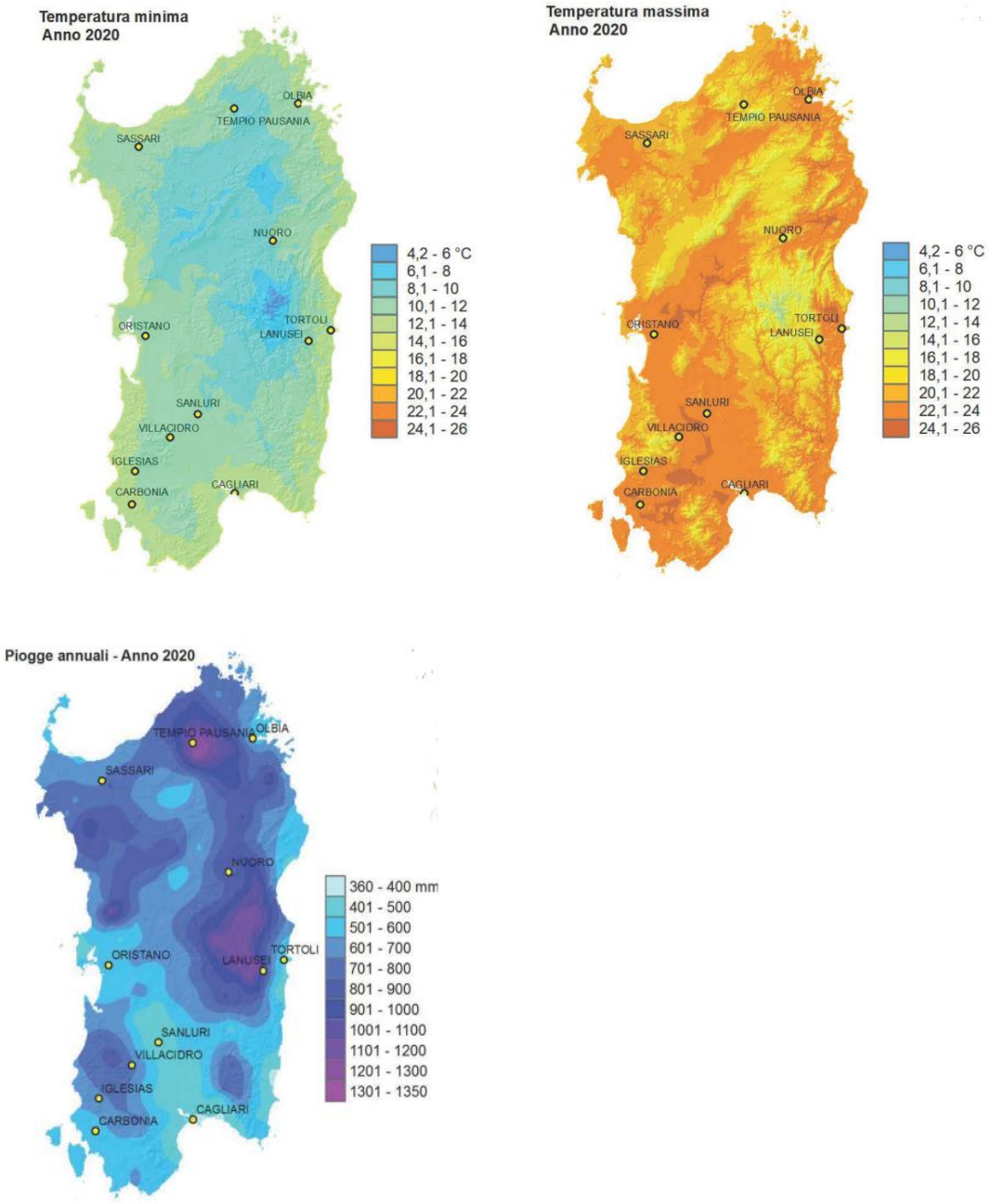


Figura 3-46: Dati di temperatura minima, massima e cumulato delle precipitazioni per l'anno 2020 (Annuario ARPAS, anno 2021)

Nel 2019 nell'area di studio si sono registrate temperature medie minime comprese tra 14,1°C e 16°C, come nel 2020, e temperature massime medie annuali comprese tra 20,1 e 22°C (**Figura 3-47**). Le precipitazioni cumulate annuali del 2019 assumono valori compresi tra 501 e 700 mm nella zona di interesse; il mese più piovoso è stato dicembre (208 mm) mentre i mesi meno piovosi luglio (0,0 mm) e settembre giugno (6,8 mm).

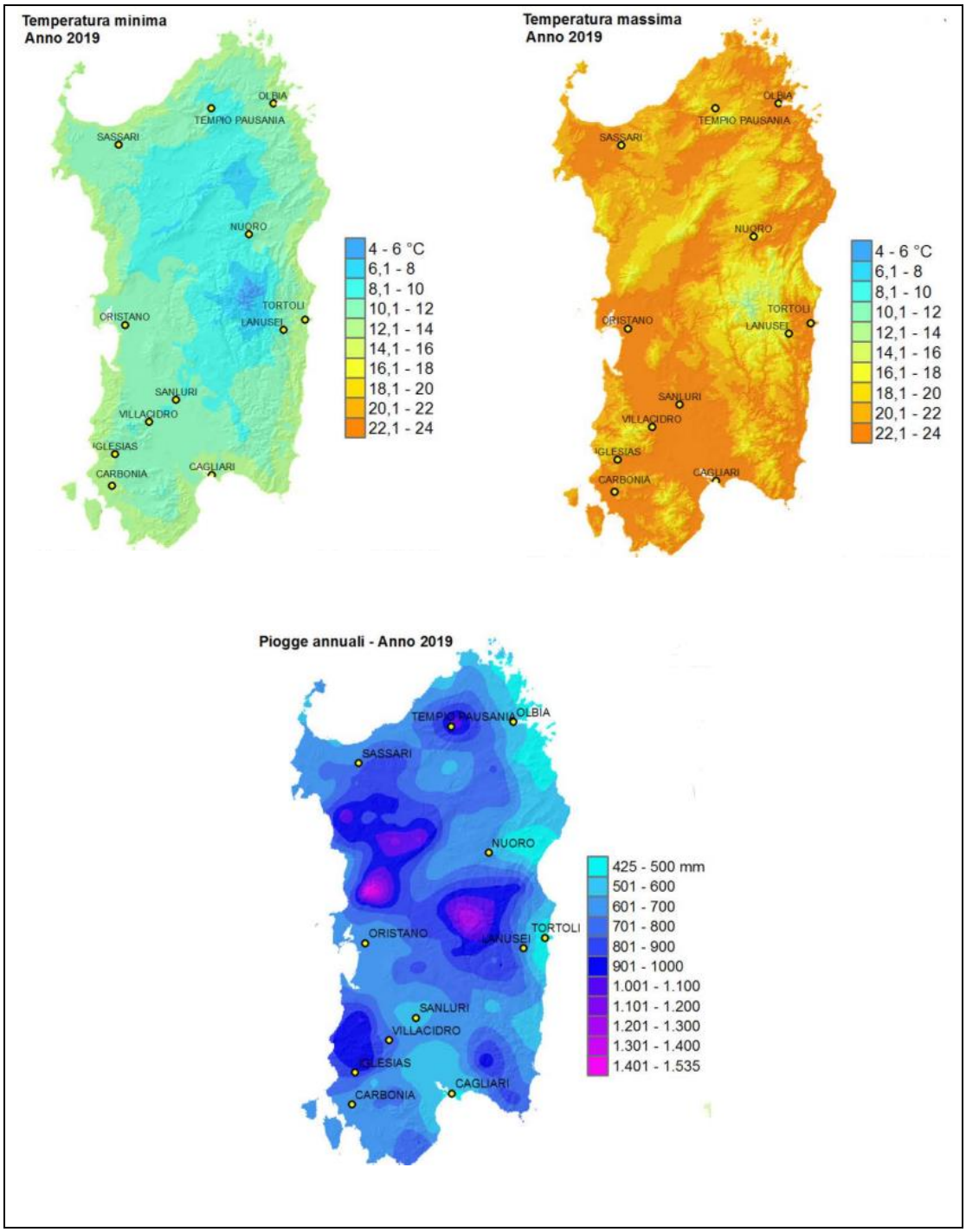


Figura 3-47: Dati di temperatura minima, massima e cumulato delle precipitazioni per l'anno 2019 (Annuario ARPAS anno 2020)

In aggiunta ai dati ARPAS e quelli della stazione ARPAS Porto Torres Andriolu, sono riportati nel seguito i dati meteoclimatici registrati presso la stazione della centrale termoelettrica di Fiume Santo.

Nella Tabella 3-9: Dati di precipitazioni (mm) misurate presso la centrale termoelettrica di Fiume Santo (2019-2020)**Tabella 3-9** si riportano i valori delle altezze di pioggia cumulati mensili per l'anno 2019 e 2020.

Tabella 3-9: Dati di precipitazioni (mm) misurate presso la centrale termoelettrica di Fiume Santo (2019-2020)

Mese	Totale pioggia dato cumulato 2019 (mm)	Totale pioggia dato cumulato 2020 (mm)
Gennaio	119,5	39,1
Febbraio	68,8	0,5
Marzo	30	31
Aprile	51,1	55
Maggio	37,9	38,4
Giugno	0,8	35,3
Luglio	2,1	0
Agosto	15,5	14,8
Settembre	0,1	129,4
Ottobre	0	89,2
Novembre	123,1	48,3
Dicembre	143,4	189,7
Totale	**594,2**	**670,7**

Il 2020 è risultato essere più piovoso del 2019 con due valori massimi di 189,7 mm e 129,4 mm caduti rispettivamente a dicembre e settembre 2020. Il 2019 invece ha registrato precipitazioni uguali e superiori a 120 mm distribuiti su più mesi (gennaio, novembre e dicembre). Nel 2019 si sono registrati valori di precipitazioni inferiori a 1 mm nei mesi di giugno, settembre e ottobre; nel 2020 invece i mesi di luglio ed eccezionalmente febbraio hanno riportato valori inferiori a 1 m di precipitazioni cadute.

Nella Tabella 3-9: Dati di precipitazioni (mm) misurate presso la centrale termoelettrica di Fiume Santo (2019-2020) **Tabella 3-10** si riportano i valori orari di pressione (in mbar) medi, massimi e minimi mensili per l'anno 2019 e 2020. Le percentuali di dati disponibili per ogni mese ed anno (validità), in riferimento al numero massimo di dati orari riscontrabili per ciascuno degli anni analizzati varia dal 90% al 99,9% per l'anno 2019 e dal 94% al 100% per l'anno 2020.

Tabella 3-10: Dati di pressione massima, minima e media misurata dalla stazione CTE di Fiume Santo per l'anno 2019

Mese	Anno 2019			Anno 2020		
	Pressione Atmosferica massima (mbar)	Pressione Atmosferica media (mbar)	Pressione Atmosferica minima (mbar)	Pressione Atmosferica massima (mbar)	Pressione Atmosferica media (mbar)	Pressione Atmosferica minima (mbar)
Gennaio	1028,9	1011,4	980,0	1049,8	1023,2	1011,0
Febbraio	1031,3	1021,7	1011,2	1041,3	1019,8	1006,4
Marzo	1045,0	1019,8	1008,0	1033,5	1010,1	992,1

Tabella 3-10: Dati di pressione massima, minima e media misurata dalla stazione CTE di Fiume Santo per l'anno 2019						
Aprile	1036,0	1010,0	991,9	1028,9	1012,0	994,3
Maggio	1036,1	1011,5	999,0	1038,6	1015,3	1002,7
Giugno	1018,3	1010,6	1003,0	1018,7	1013,3	999,7
Luglio	1035,6	1012,2	999,2	1020,0	1014,0	1006,6
Agosto	1017,3	1011,9	990,5	1035,4	1012,1	1000,0
Settembre	1037,8	1014,4	1002,8	1035,5	1014,8	998,8
Ottobre	1022,2	1015,2	1003,5	1041,0	1015,5	995,8
Novembre	1015,2	1005,8	994,1	1048,0	1021,3	1003,3
Dicembre	1032,3	1012,9	990,3	1027,3	1010,6	990,1
Annuale	**1045,0**	**1013,0**	**980,0**	**1049,8**	**1015,1**	**990,1**

In **Tabella 3-11** si riportano i valori di umidità relativa medi, massimi e minimi espressi in percentuale (%) mensili per l'anno 2019 e 2020 rilevati presso la stazione meteo appartenente al sistema di monitoraggio rete unica ARPAS denominata Stintino RU e localizzata approssimativamente a 6,5 km dalla centrale termoelettrica di Fiume Santo. Le percentuali di dati disponibili per ogni mese ed anno, in riferimento al numero massimo di dati orari riscontrabili per ciascuno degli anni analizzati sono superiori al 90% per entrambi gli anni 2019 e 2020.

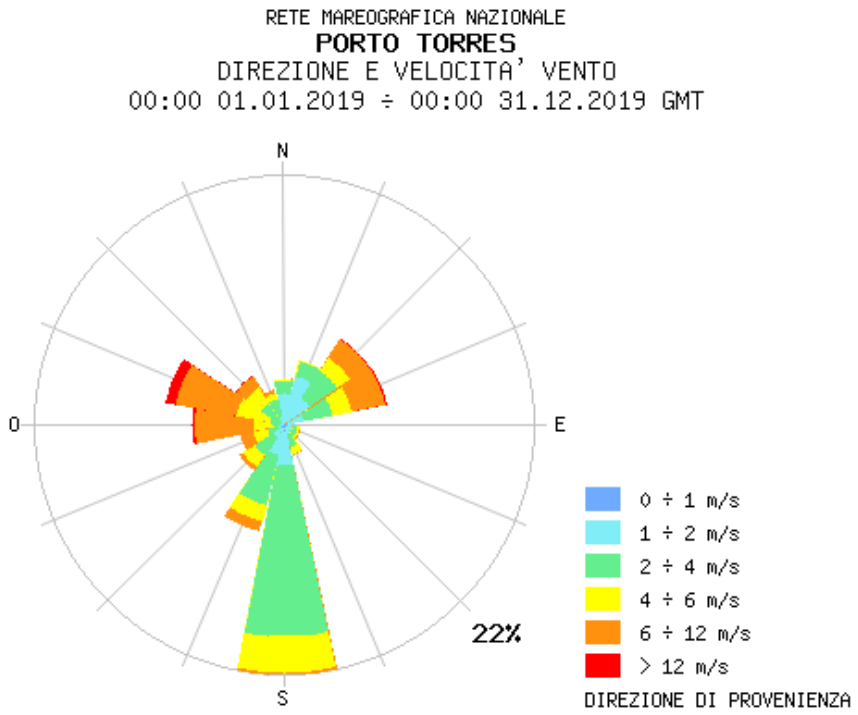
Tabella 3-11: Dati di umidità relativa massima, minima e media misurata dalla stazione ARPAS Stintino RU per l'anno 2019

Mese	Anno 2019			Anno 2020		
	Umidità relativa massima (%)	Umidità relativa media (%)	Umidità relativa minima (%)	Umidità relativa massima (%)	Umidità relativa media (%)	Umidità relativa minima (%)
Gennaio	94,0	70,0	37,0	93,0	76,6	52,0
Febbraio	96,0	74,5	22,0	93,0	72,4	23,0
Marzo	95,0	72,8	30,0	93,0	73,8	36,0
Aprile	95,0	77,3	42,0	97,0	76,8	23,0
Maggio	97,0	75,3	26,0	95,0	75,3	31,0
Giugno	95,0	73,2	27,0	94,0	73,4	28,0
Luglio	95,0	73,6	24,0	92,0	73,1	38,0
Agosto	93,0	71,5	32,0	93,0	71,8	28,0
Settembre	92,0	69,4	36,0	97,0	73,4	42,0
Ottobre	95,0	72,7	33,0	95,0	72,9	47,0
Novembre	93,0	75,8	49,0	96,0	78,2	32,0
Dicembre	95,0	75,3	42,0	94,0	75,5	44,0
Annuale	**97,0**	**73,4**	**22,0**	**97,0**	**74,4**	**23,0**

I dati mostrati nel seguito e relativi alla velocità del vento nell'area di interesse sono stati ottenuti dalla stazione di monitoraggio appartenete alla Rete Mareografica Nazionale (RMN) di ISPRA, situata presso il porto di Porto Torres (**Figura 3-48**). La stazione è posta sul lato ridossato del molo di levante, in corrispondenza alle coordinate geografiche 40° 50' 31" N e 08° 24' 13" E.

Figura 3-48: Ubicazione della stazione meteoclimatica della Rete Mareografica Nazionale ISPRA

Il profilo anemometrico dell'area di studio è mostrato nella seguente figura.



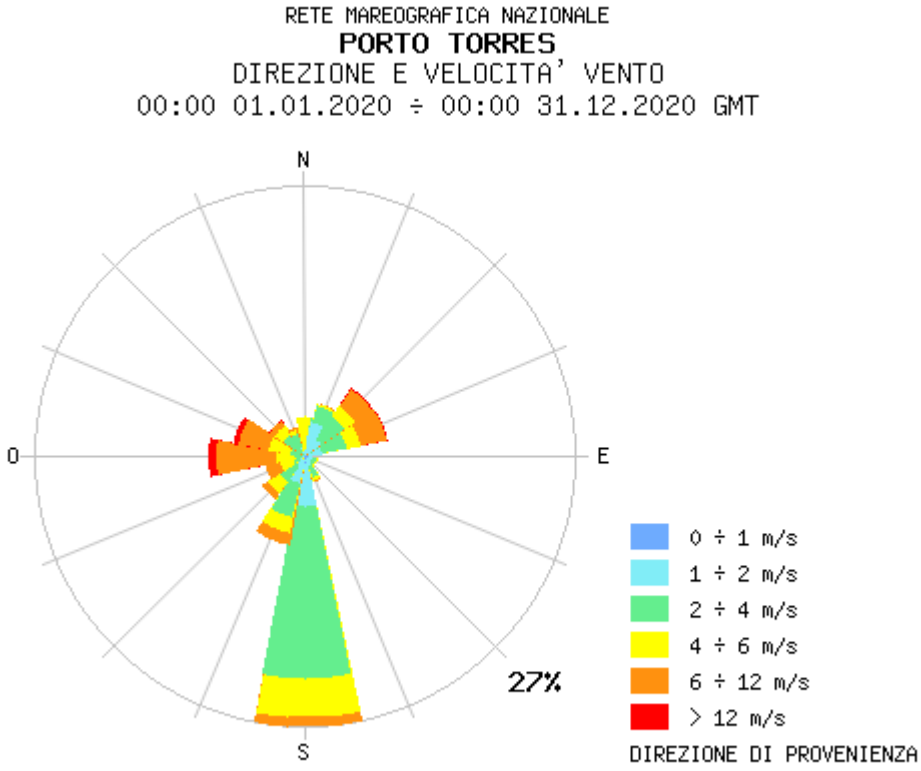


Figura 3-49: Rosa dei venti per l'anno 2019 e 2020 (dati estratti dalla Rete Mareografica Nazionale ISPRA, stazione Porto Torres)

Le rose dei venti non mostrano sostanziali differenze tra loro, presentando entrambe una forte componente di venti spiranti da sud con velocità prevalentemente comprese tra i 2 e i 4 m/s; una percentuale minima è rappresentata da venti con velocità fino a 6-12 m/s.

Si osserva che i venti con maggiore velocità spirano invece da ovest e ovest/nord-ovest con velocità comprese prevalentemente tra 6 e 12 m/s e maggiori di 12 m/s.

Infine, la figura seguente, presenta il profilo anemometrico riassuntivo dall'anno 2010 all'anno 2022, simile a quello dell'anno 2021.

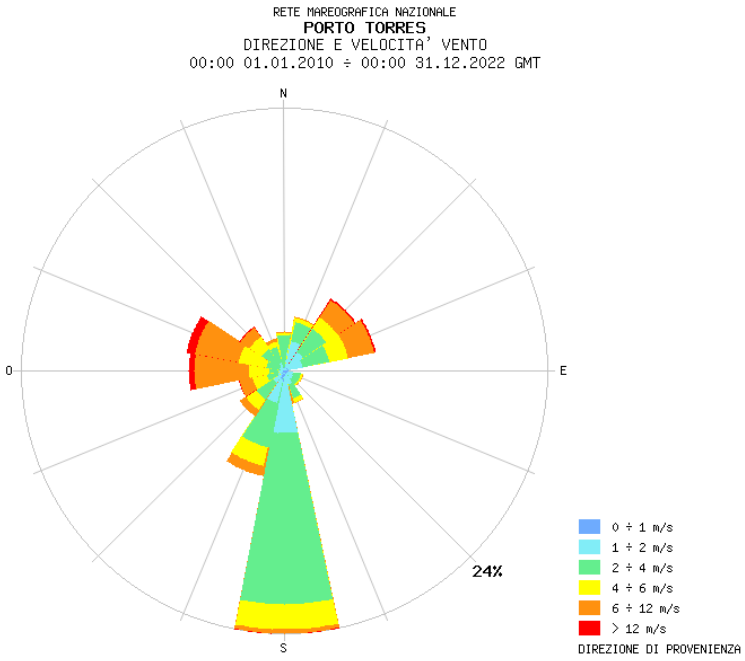


Figura 3-50: Rosa dei venti per il periodo 2010-2022 (dati estratti dalla Rete Mareografica Nazionale ISPRA, stazione Porto Torres)

3.3.2 Inquadramento mareografico

Livello idrometrico

I dati relativi alle condizioni mareografiche del tratto di mare antistante l'area di interventi sono stati desunti dalla stazione meteoclimatica di monitoraggio appartenente alla Rete Mareografica Nazionale[13] di ISPRA localizzata preso il porto di Porto Torres.

L'andamento del livello idrometrico marino, per il periodo gennaio 2019 – ottobre 2020 è rappresentato in

Figura 3-51.

[13] Rete Mareografica ISPRA: https://www.mareografico.it/?session=0S1438471284DL8867W7267U&syslng=ita&sysmen=-1&sysind=-1&syssub=-1&sysfnt=0&code=STAZ&idst=1O&mode=INFO

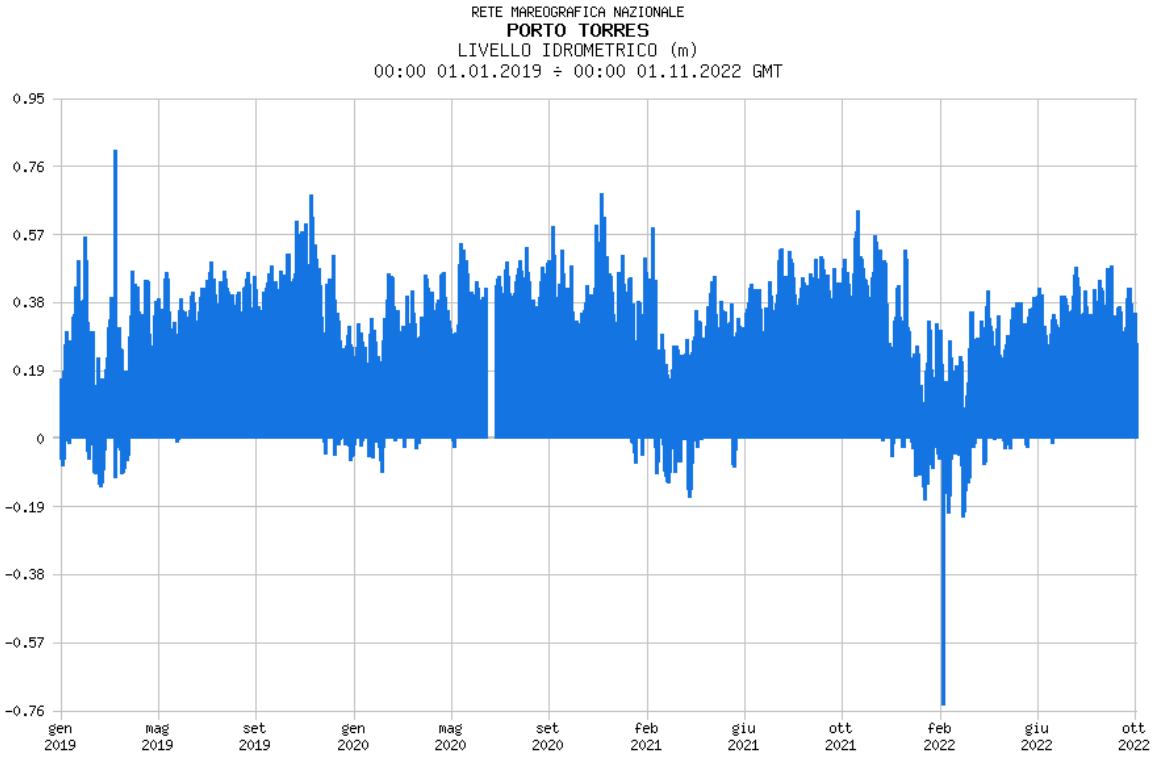


Figura 3-51: Livello idrometrico per gli anni 2020-2022 dati da Rete Mareografica Nazionale ISPRA (1 gennaio 2019 - 1 novembre 2022)

Si nota come, generalmente, nella prima metà dell'anno (da febbraio-marzo) si verifichi un graduale aumento del livello idrometrico fino a settembre-ottobre quando i valori tendono a invece a diminuire per i successivi mesi invernali. Si osserva inoltre un lieve decremento del livello idrometrico nel 2022 rispetto agli anni precedenti

La seguente figura riassume i livelli di marea registrati nella località di Porto Torres, estrapolati dai dati Marea Astronomica e Meteorologica in Italia[14].

[14] Gian Mario Beltrami; LIAM-DISAT, Università degli studi di L'Aquila – Marea astronomica e meteorologica in Italia: Analisi propedeutiche ad applicazioni di ingegneria marittima e costiera e allo sfruttamento delle sue potenzialità energetiche.

Livelli di Marea di Progetto	m sull'IGM	m sul l.m.m.
HAT	+0.39	+0.25
MHWS	+0.27	+0.13
MHWN	+0.24	+0.10
MSL	+0.14	±0.00
MLWN	+0.06	-0.08
MLWS	+0.02	-0.12
IGM	±0.00	-0.14
LAT	-0.20	-0.34

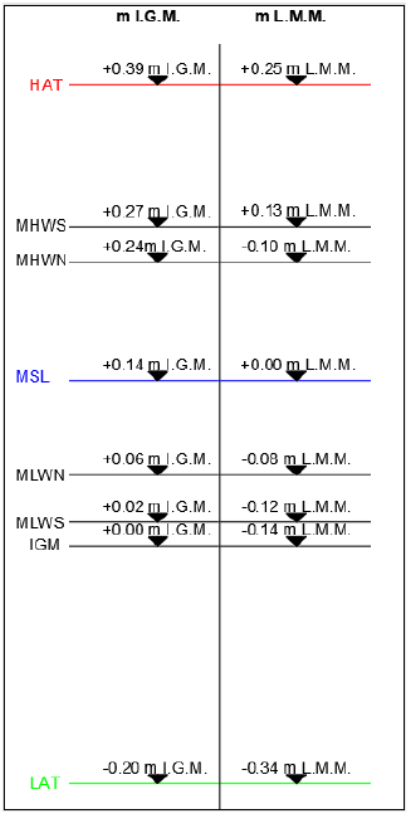


Figura 3-52: Livello idrometrico, località di Porto Torres

Ondametria

Il Porto Industriale di Porto Torres è localizzato sulla costa sud del Golfo dell'Asinara. A largo di Porto Torres non sono disponibili misure dirette di moto ondoso e pertanto, come descritto nel seguito, per la definizione del clima ondametrico locale si è dovuto fare ricorso a metodi di tipo indiretto (hindcasting) ovvero a metodi di ricostruzione del moto ondoso basati sulla conoscenza dei campi di vento.

Le informazioni nel seguito riportate sono estratte dalla Studio Meteomarino redatto dall'Autorità Portuale Nord Sardegna nell'ambito del Piano Regolatore Portuale 2011 (luglio 2012).

Figura 3-53: Settori di traversia al largo di Porto Torres

Con riferimento alla **Figura 3-53**, ponendosi poco a largo dell'area portuale, si osserva che l'area di generazione del moto ondoso risulta fortemente influenzata dai contorni geografici della Sardegna e della Corsica. In particolare, l'Isola dell'Asinara scherma in modo sostanziale il paraggio di Porto Torres dalle onde che vengono generate dal maestrale in mare aperto, ovvero nel Golfo del Leone. Queste onde sono tra le più alte del Mediterraneo, tanto che l'ondametro di Alghero, facente parte della Rete Ondametrica Nazionale (RON) gestita dall'ISPRA, localizzato sulla costa occidentale della Sardegna poco a sud dell'Isola dell'Asinara, registra ogni anno le onde più alte tra quelle misurate da tutti gli ondametri italiani, raggiungendo e superando quasi ogni anno gli 8,0 m di altezza d'onda significativa.

Fortunatamente la presenza dell'Asinara costituisce uno schermo molto efficace per queste onde ed in particolare per quelle che provengono dal settore di ponente compreso tra circa 270° e 350° N. Poiché all'interno di questo settore si verificano frequentemente venti anche di elevata intensità come riportato nel paragrafo precedente, nonostante che l'area di generazione (fetch) risulti mediamente di lunghezza modesta a causa della presenza dell'Asinara, si verifica una certa persistenza di moto ondoso proveniente dal settore di ponente generato localmente, ovvero ad est della costa della Sardegna e dell'Asinara. La stessa cosa accade per il settore di levante, ovvero per quello posto ad est della direzione 50° N, in corrispondenza del quale le onde sono generate dai venti di levante anch' essi piuttosto frequenti come evidenziato dall'analisi anemometrica. Le uniche onde generate in mare aperto che sono in grado di raggiungere direttamente la costa di Porto Torres senza incontrare ostacoli, sono quelle provenienti dal settore settentrionale che per le applicazioni seguenti si è assunto compreso tra le direzioni 350° e 50° N.

In conclusione, l'eterogeneità dei contorni geografici e la presenza di venti frequenti che generano localmente le onde, non consentono per il paraggio in esame di utilizzare per il moto ondoso l'approccio classico, ovvero quello che prevede prima la definizione del clima ondametrico a largo e poi la sua propagazione a riva, separando in tal modo la fase di generazione da quella di propagazione in costa delle onde. Pertanto, nel caso in esame si è operato seguendo il metodo di seguito descritto. In primo luogo, si è suddivisa la traversia ondametrica nei tre settori sopra individuati, ovvero:

- il settore settentrionale (350° N – 50° N), compreso tra le direzioni che traguardano la costa est dell'Asinara e Capo Pertusato (punta meridionale della Corsica);
- il settore di levante (50° N – 120° N), posto ad est del settore settentrionale;
- il settore di ponente (270° N – 350° N), posto ad ovest del settore settentrionale.

Per ciascuno dei due settori di levante e di ponente, si è applicato, per un punto posto poco a largo del sito in esame, il metodo di ricostruzione del moto ondoso SMB utilizzando la serie storica anemometrica misurata dalla stazione mareografica dell'ISPRA di Porto Torres. Per il moto ondoso proveniente dal settore settentrionale si è fatto riferimento ai dati acquisiti dall'ECMWF per un punto posto a largo della costa in esame.

In conclusione, il metodo utilizzato ha consentito di definire per ciascuno dei tre settori sopra indicati il relativo clima ondametrico. I climi ondametrici annuali e stagionali ottenuti sono riportati in forma grafica nella **Figura 3-54**.

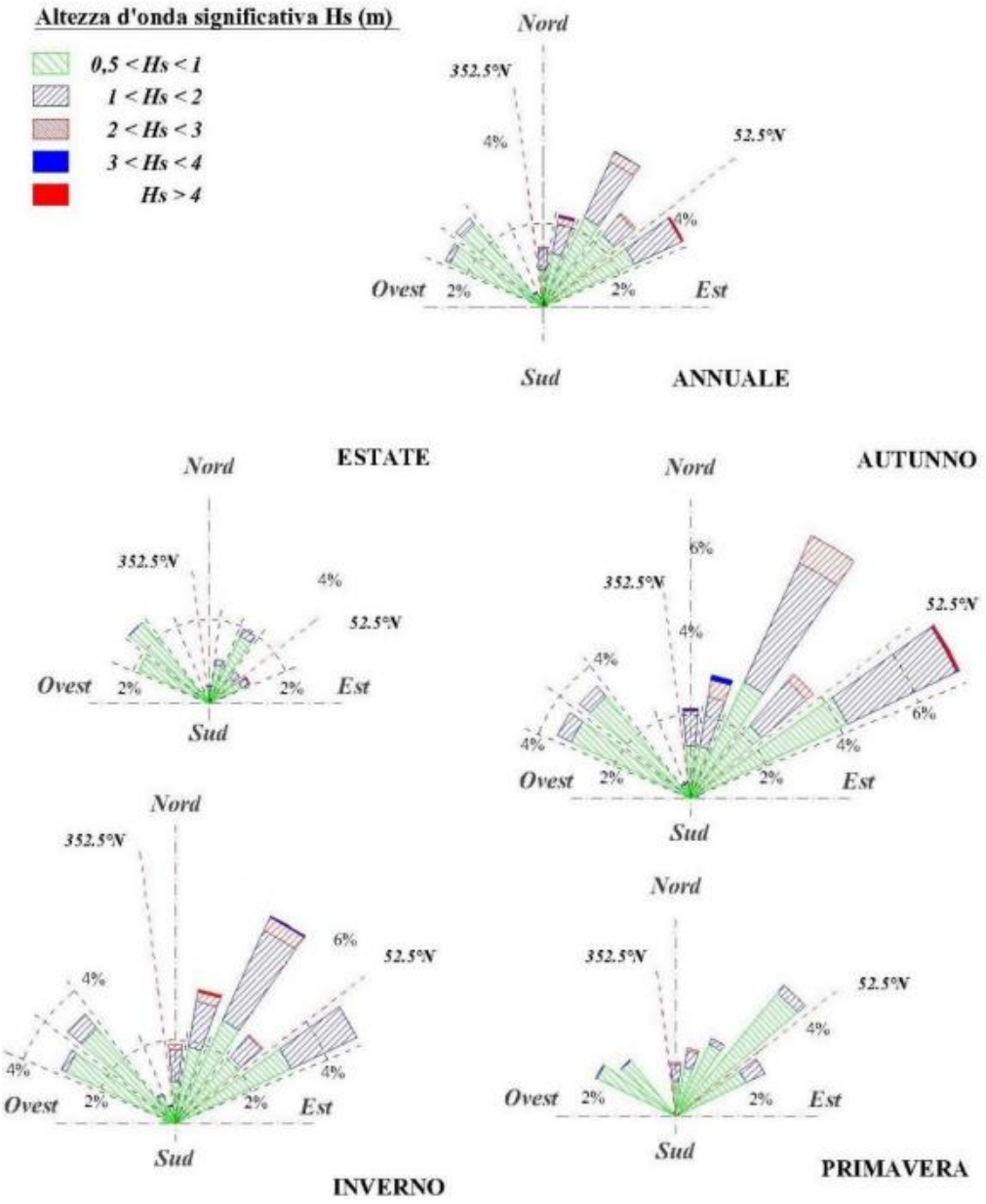


Figura 3-54: Risultante della distribuzione direzionale degli eventi di moto ondoso nel punto di trasposizione al largo di Porto Torres

Sulla base dei risultati ottenuti si possono trarre le seguenti considerazioni:

- gli stati di mare caratterizzati dai maggiori valori di Hs (altezza di onda significativa) provengono dal settore settentrionale e sono caratterizzate da altezze d'onda significative comprese tra 3,0 e 4,5 m. In particolare, le onde con Hs superiore a 3,0 m (ma comunque inferiori a 4,5 m) provengono da un settore molto ristretto compreso tra le direzioni 360° N - 30° N;
- gli stati di mare provenienti dai settori di levante e di ponente risultano sempre inferiori a 3,0 m di Hs;
- nell'ambito del settore di levante, le onde di maggiore altezza provengono grossomodo da grecale (60° N – 70° N) e risultano sempre inferiori a 3,0 m di Hs;
- nell'ambito del settore di ponente le onde di maggiore altezza provengono dal settore 290° - N 340° N e risultano sempre inferiori a 2,0 m di Hs.

In termini di frequenza di accadimento si osserva quanto segue:

- le calme di moto ondoso, ovvero condizioni di Hs inferiori a 0,5 m, hanno una frequenza media annuale di occorrenza molto elevata essendo caratterizzate dall' 84,33 % del tempo (circa 10,2 mesi/anno);
- invece gli stati di mare caratterizzati da una Hs maggiore di 2,0 m sono molto rari, essendo limitati mediamente al solo 0,2 % all'anno, ovvero a circa 17,0 ore/anno.

Infine, confrontando il clima anemometrico con quello ondametrico, si evidenzia che mentre le onde di maggiore altezza provengono dal settore settentrionale, i venti più frequenti e di maggiore intensità provengono dai settori di levante e di ponente. La ragione di questa apparente incongruenza tra il clima ondametrico e quello anemometrico è pienamente giustificata dall'osservazione che nel caso in questione la direzione di provenienza dei venti locali è fortemente condizionata dalla conformazione delle coste e dell'orografia e non corrisponde alla direzione dei venti che generano il moto ondoso all'esterno del Golfo dell'Asinara.

La Figura 3-55**Error! Reference source not found.** mostra la distribuzione delle frequenze percentuali di accadimento degli eventi di onda in termini di altezza significativa rispetto alla direzione di provenienza media. I dati sono stati estratti dal database DHI ed è stato considerato un periodo temporale di analisi dal 1979 al 2021.

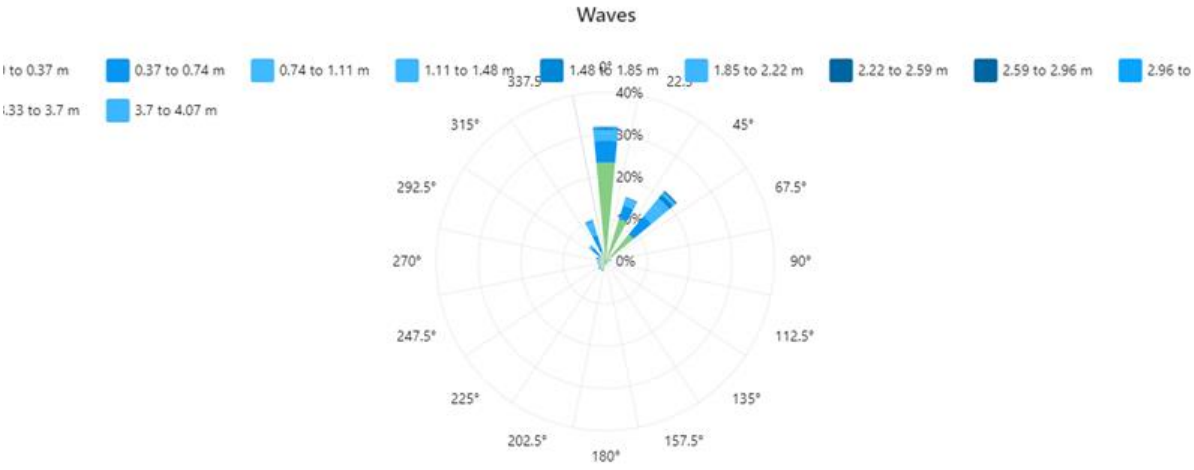


Figura 3-55: Rosa delle onde per gli anni 1979-2021, altezza significativa dell'onda rispetto alla direzione media di provenienza

Come si evince dalla figura precedente, in generale l'altezza significativa delle onde non sembra superare i 3 m, nel periodo temporale analizzato; la maggioranza delle onde presenta un'altezza significativa fino a poco meno di 1,5 m; percentuali esigue invece presentano un'altezza significativa compresa indicativamente tra 1,8 m e 2,5 m. Per quanto riguarda la direzione delle onde per gli anni 1979-2021, esse provengano principalmente da nord e a seguire da nord-est; il quadrante nord-orientale è caratterizzato dal verificarsi di una maggioranza di onde con altezze significative più contenute (<0,5 m), mentre il quadrante di nord-ovest mostra meno eventi ondosi ma caratterizzati da altezze significative maggiori (>0,5 m) rispetto agi altri quadranti.

Temperatura dell'acqua marina

I dati riportati in **Figura 3-56** mostrano la variazione della temperatura del tratto di mare antistante l'area di studio nel periodo temporale 2020-2022. Si osserva in generale che nei mesi estivi si verifica un evidente aumento delle temperature dell'acqua marina passando da valori compresi indicativamente tra i 12°C ed i 15°C nei mesi invernali, aumentando gradualmente da aprile fino a raggiungere massimi di 27°C e 29°C nei mesi di luglio, agosto e settembre, per poi diminuire nuovamente e gradualmente dal mese di ottobre. Il grafico inoltre mostra anche come dal 2020 fino al 2022 si sia verificato un leggero abbassamento delle temperature nel periodo invernale con un abbassamento graduale della temperatura durante il periodo osservato (da circa 14°C registrati a gennaio 2020 a poco più di 12°C rilevati a gennaio 2022), ed un ben più visibile aumento delle temperature dell'acqua nei mesi estivi (soprattutto nel 2022).

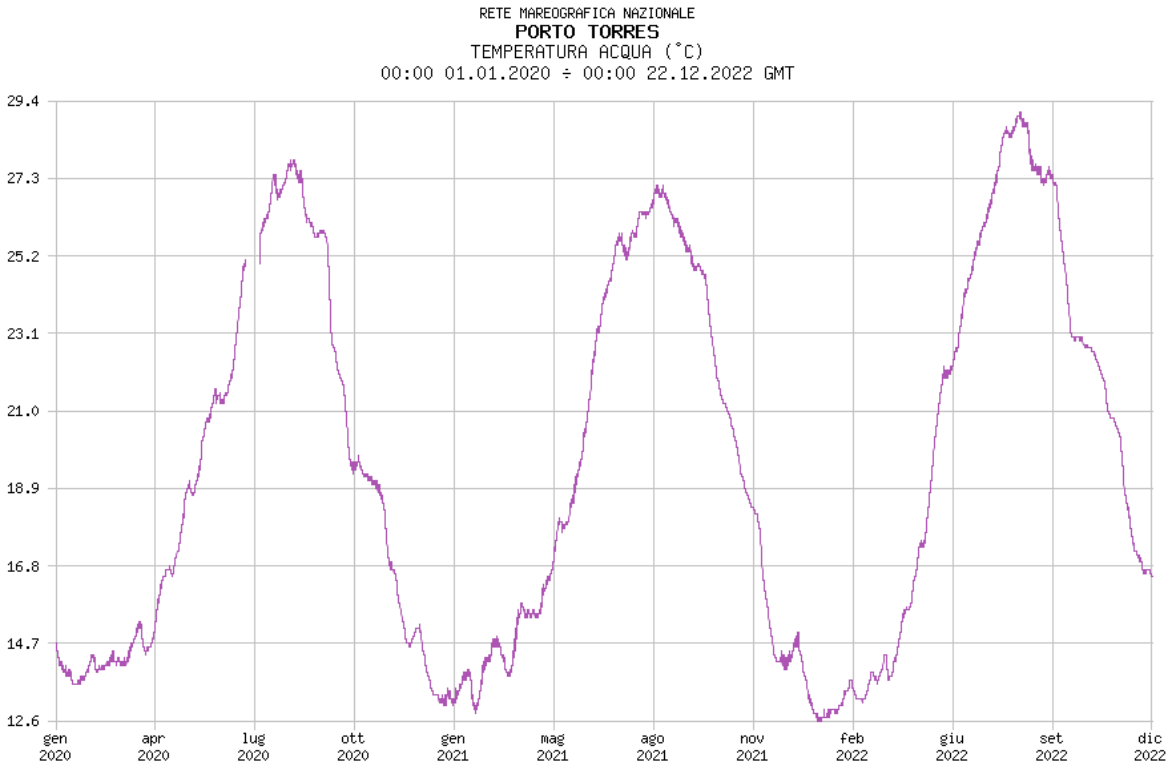


Figura 3-56: Temperatura dell'acqua marina per gli anni 2020-2022; dati da Rete Mareografica Nazionale ISPRA (1 gennaio 2020 - 22 dicembre 2022)

3.3.3 Qualità dell'aria

Gli standard di qualità dell'aria sono stabiliti dal D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. recante *Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*, in vigore dal 30 Settembre 2010.

La tabella sottostante mostra i valori limite e i livelli critici di concentrazione in aria ambiente per alcuni degli inquinanti atmosferici normati dal D. Lgs. 155/2010.

Tabella 3-12: Valori limite e i livelli critici di concentrazione definiti nel D. Lgs. 105/2010 e ss.mm.ii.

Sostanza Inquinante	**Valore limite**	**Periodo di mediazione**
NO_2	200 µg/m^3, da non superare più di 18 volte per anno civile	media oraria
	40 µg/m^3	media annuale
NO_x	30 µg/m^3	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione - media annuale
SO_2	350 µg/m^3, da non superare più di 24 volte per anno civile	media oraria
	125 µg/m^3, da non superare più di 3 volte per anno civile	media giornaliera
CO	10 mg/m^3	media massima giornaliera calcolata su 8 ore
PM10	50 µg/m^3, da non superare più di 35 volte per anno civile	media giornaliera
	40 µg/m^3	media annuale
Piombo	0,5 µg/m^3	media annuale
Benzene	5 µg/m3	media annuale

Nella Tabella si riportano i valori obiettivo e gli obiettivi a lungo termine, come stabiliti dalla normativa vigente per l'ozono.

Tabella 3-13: Valori obiettivo definiti per l'ozono nel D. Lgs. 105/2010 e ss.mm.ii

Finalità	**Valore obiettivo**	**Periodo di mediazione**
Protezione della salute umana	120 µg/m^3	

Tabella 3-13: Valori obiettivo definiti per l'ozono nel D. Lgs. 105/2010 e ss.mm.ii

	da non superare più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni(2)	Massimo giornaliero della media mobile di 8h(1)
	120 µg/m^3	
Protezione della vegetazione	AOT40(3) calcolato sulla base di valori di 1 ora 18.000 µg/m^3 come media su 5 anni(2)	Da maggio a luglio
	AOT40 calcolato sulla base di valori di 1 ora a. µg/m^3	

Note:

- La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore deve essere determinata esaminando le medie consecutive su 8 ore, calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore così calcolata è riferita al giorno nel quale la stessa si conclude. La prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per ogni giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.
- Se non è possibile determinare le medie su 3 o 5 anni in base ad una serie intera e consecutiva di dati annui, la valutazione della conformità ai valori obiettivo si può riferire, come minimo, ai dati relativi a:
  - un anno per il valore-obiettivo ai fini della protezione della salute umana;
  - tre anni per il valore-obiettivo ai fini della protezione della vegetazione.
- AOT40: somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m3 e 80 µg/m3 in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00.

L'ARPAS gestisce la rete di monitoraggio della qualità dell'aria in Sardegna. La Rete è stata progettata e realizzata nel decennio 1985- 1995 ed è stata oggetto nel tempo di un robusto intervento di adeguamento finalizzato all'ottimizzazione della rappresentatività dei dati di qualità dell'aria.

L'assetto della Rete di misura regionale relativo all'anno 2020 e i parametri monitorati presso le singole stazioni sono riportati nella seguente tabella estratta dalla *Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2020*.

Tabella 3-14: Rete di monitoraggio della qualità dell'aria ARPAS (anno 2020)

Area	Stazione	C_6H_6	CO	NO_2	O_3	PM10	SO_2	PM2,5
Agglomerato di Cagliari	**CENCA1**	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	CENMO1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	CENQU1	✓		✓	✓	✓	✓	
Zona Urbana Sassari	**CENS12**		✓	✓	✓	✓	✓	
	CENS16	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zona Urbana Olbia	**CEOLB1**	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	CENS10		✓	✓		✓	✓	
Zona Industriale Assemini	**CENAS8**		✓	✓	✓	✓	✓	
	CENAS9			✓	✓	✓	✓	
	CENAS6			✓		✓	✓	
Zona Industriale Sarroch	**CENSA2**	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	CENSA3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zona Industriale Portoscuso	**CENPS4**		✓	✓		✓	✓	
	CENPS6			✓		✓	✓	✓
	CENPS7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zona Industriale Porto Torres	**CENPT1**	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	CENSS3		✓	✓	✓	✓	✓	
	CENSS4	✓		✓		✓	✓	
	CENSS2			✓	✓	✓	✓	
Zona Rurale Sulcis Iglesiente	CENCB2	✓		✓	✓	✓	✓	
	CENIG1			✓	✓	✓	✓	
	CENNF1			✓		✓	✓	
Zona Rurale Campidano Centrale	**CENNM1**			✓	✓	✓	✓	
	CENSG3			✓		✓	✓	
Zona Rurale Oristano	**CESGI1**		✓	✓		✓	✓	
	CENOR1			✓	✓	✓	✓	
	CENOR2	✓		✓	✓	✓	✓	
Zona Rurale Nuoro	CENNU1	✓		✓		✓	✓	
	CENNU2		✓	✓	✓	✓	✓	
Zona Rurale Sardegna Centro Settentrionale	**CENMA1**	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	CENOT3	✓		✓	✓	✓	✓	
	CENSN1			✓		✓	✓	
	CEALG1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Zona Rurale Seulo	**CENSE0**		✓	✓	✓	✓	✓	✓

N.B.: le stazioni appartenenti alla Rete di misura per la valutazione della qualità dell'aria sono evidenziate in grassetto

L'area di Porto Torres è inserita nella Zona Industriale dove risiedono per lo più piccole e medie industrie. Come stabilito nella zonizzazione, la zona considerata è comprensiva dell'area industriale di Fiume Santo (territorio amministrativo del comune di Sassari), in continuità con l'uso del territorio.

Le quattro stazioni attive (si veda **Figura 3-57**) sono dislocate in area industriale (CENSS3), a protezione del centro abitato (CENSS4), a ovest della centrale termoelettrica di Fiume Santo (CENSS2), e nel centro urbano (CENPT1).

Figura 3-57: Ubicazione stazioni di misura di Porto Torres

La stazione CENSS2 non fa parte della rete di monitoraggio della qualità dell'aria, pertanto i dati rilevati sono puramente indicativi ed eventuali valori superiori ai livelli di riferimento non costituiscono violazione dei limiti di legge.

Nel seguito sono illustrate le principali risultanze contenute nella *Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2020.*

Le stazioni di misura hanno registrato il seguente numero di superamenti (riportati in **Figura 3-58**):

- per il valore obiettivo per l'O_3 (120 µg/m^3 sulla massima media mobile giornaliera di 8 ore da non superare più di 25 volte in un anno civile come media sui tre anni): 3 superamenti della media triennale nella CENPT1 e 7 nella CENSS3;
- per il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana per i PM10 (50 µg/m^3 sulla media giornaliera da non superare più di 35 volte in un anno civile): 1 superamento nella CENPT1.

Comune	Stazione	C_6H_6	CO	NO_2			O_3				PM10		SO_2			PM2,5
		MA	M8	MO	MO	MA	MO	MO	M8	M8	MG	MA	MO	MO	MG	MA
		PSU	PSU	PSU	SA	PSU	SI	SA	VO	OLT	PSU	PSU	PSU	SA	PSU	PSU
		5	10	200	400	40	180	240	120	120	50	40	350	500	125	25
				18					25		35		24		3	
Porto Torres	CENPT1								3		1					
	CENSS3	-							7	9						-
	CENSS4		-				-	-	-	-						-

Figura 3-58: Riepilogo superamenti rilevati – Area di Porto Torres

Di seguito sono elencate le principali evidenze riscontrate per ogni parametro monitorato, per l'area di studio:

- Benzene (C_6H_6) - **Figura 3-59**: i valori medi annui si attestano tra 0,8 µg/m3 (CENSS4) e 1,2 µg/m^3 (CENPT1), nel rispetto del limite di legge di 5 µg/m^3. L'andamento appare stabile sul lungo periodo.

C_6H_6 Medie annuali	Stazione	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Porto Torres	CENPT1	-	2,0	1,7	1,4	1,3	0,8	1,1	1,4	1,5	1,2
	CENSS4	-	-	-	-	1,3	0,8	1,5	1,0	1,1	0,8

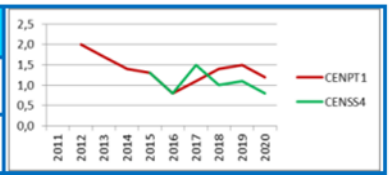


Figura 3-59: Medie annuali Benzene (µg/m^3)

- Monossido di carbonio (CO): i dati registrati presentano una massima media oraria di otto ore tra 0,7 mg/m3 (CENSS3) e 1,1 mg/m^3 (CENPT1), decisamente entro il limite di legge di 10 mg/m^3.
- Biossido di azoto (NO_2) - **Figura 3-60**: la massima media annua varia tra 5 µg/m^3 (CENSS4) e 8 µg/m^3 (CENPT1), mentre la massima media oraria tra 61 µg/m^3 (CENSS4) e 94 µg/m^3 (CENPT1), con valori che si mantengono distanti dai limiti di legge. I trend sono stabili nel tempo.

NO_2 Medie annuali	Stazione	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Porto Torres	CENPT1	-	8,3	8,0	7,2	5,8	8,4	9,5	8,8	8,6	7,9
	CENSS3	8,2	11,3	8,6	6,4	8,5	8,7	8,5	6,4	8,6	7,5
	CENSS4	5,9	6,4	7,1	7,5	8,4	8,0	12,1	6,5	6,2	4,6

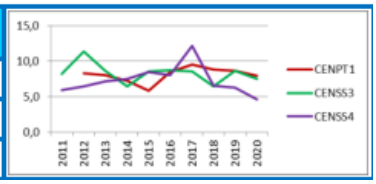


Figura 3-60: Medie annuali NO_2 (µg/m^3)

- Ozono (O_3): presenta una massima media mobile di otto ore che oscilla tra 117 µg/m^3 (CENPT1) e 131 µg/m^3(CENSS3); la massima media oraria tra 122 µg/m^3 (CENPT1) e 139 µg/m^3 (CENSS3), valori al di sotto della soglia di informazione (180 µg/m^3) e della soglia di allarme (240 µg/m^3). In relazione al valore obiettivo per la protezione della salute umana (120 µg/m^3 sulla massima media mobile giornaliera di otto ore da non superare più di 25 volte in un anno civile come media sui tre anni) non si registra nessuna violazione;
- Particolato atmosferico PM_{10} - **Figura 3-61**: presenta una media annuale che varia tra 14 µg/m^3 (CENSS4) e 18 µg/m^3 (CENPT1) e una massima media giornaliera tra 36 µg/m^3 (CENSS3) e 52 µg/m^3 (CENPT1), senza violazioni normative. I trend sono stabili nel tempo.

PM10 Medie annuali	Stazione	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Porto Torres	CENPT1	-	23,0	23,2	21,5	21,1	19,9	19,8	20,2	20,4	17,8
	CENSS3	26,5	18,2	16,6	15,6	15,7	14,9	16,0	19,4	16,9	14,5
	CENSS4	17,0	16,2	14,5	15,5	14,6	13,6	14,0	14,2	14,8	13,6

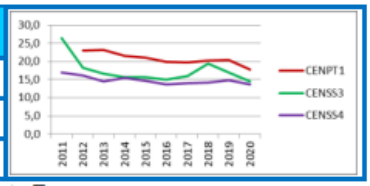


Figura 3-61: Medie annuali di PM10 (µg/m^3)

- PM2,5 - **Figura 3-62**: misurato nella stazione CENPT1, ha una media annua di 8 µg/m^3, valore che rispetta decisamente sia il limite di legge di 25 µg/m^3. I trend sono stabili nel tempo;

PM2,5 Medie annuali	Stazione	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Porto Torres	CENPT1	-	8,3	8,5	9	9,4	8	8,5	7,6	8,3	7,9

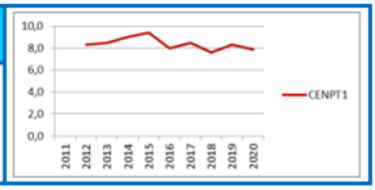


Figura 3-62: Medie annuali di PM2,5 (µg/m³)

- Biossido di zolfo o Anidride solforosa (SO2): le massime medie giornaliere variano tra 3 µg/m³ (CENPT1 e CENSS4) e 5 µg/m³ (CENSS3), mentre le massime medie orarie tra 6 µg/m³ (CENPT1 e CENSS3) e 13 µg/m³ (CENSS4). I valori registrati sono contenuti e modesti.

La relazione annuale di ARPAS conclude che *A Porto Torres la situazione registrata risulta entro i limiti di legge per tutti gli inquinanti monitorati, costante del lungo periodo e con diversi parametri in ulteriore diminuzione nel 2020.*

I dati riportati nel Rapporto ISTSAN 13/22 dell'Istituto Superiore della Sanità (ISS) *Profilo di salute di una comunità interessata da contaminazione industriale. Il caso di Porto Torres: valutazioni ambiente-salute, epidemiologia e comunicazione* si riferiscono ad un periodo più ampio (2006- 2020).

L'analisi è stata effettuata sui seguenti parametri: monossido (NO) e biossido di azoto (NO2), monossido di carbonio (CO), ozono (O3), ossidi di azoto (NOx), PM10 e biossido di zolfo (SO2). Non sono disponibili dati di caratterizzazione della frazione dei metalli nel particolato atmosferico. Nel rapporto sono analizzati dati misurati dalle stazioni appartenenti alla rete ARPAS di monitoraggio della qualità dell'aria presenti nell'immediato intorno del sito. Tra tutte le stazioni disponibili si è scelto di considerare unicamente quelle per le quali era disponibile un intervallo di misurazione superiore ai 10 anni con continuità nella serie temporale.

Le Figura 3-63÷ **Figura** 3-66 rappresentano gli elaborati grafici, suddivisi per parametro, dei dati rilevati come media annuale del dato orario per NOx, SO2, CO e PM10.

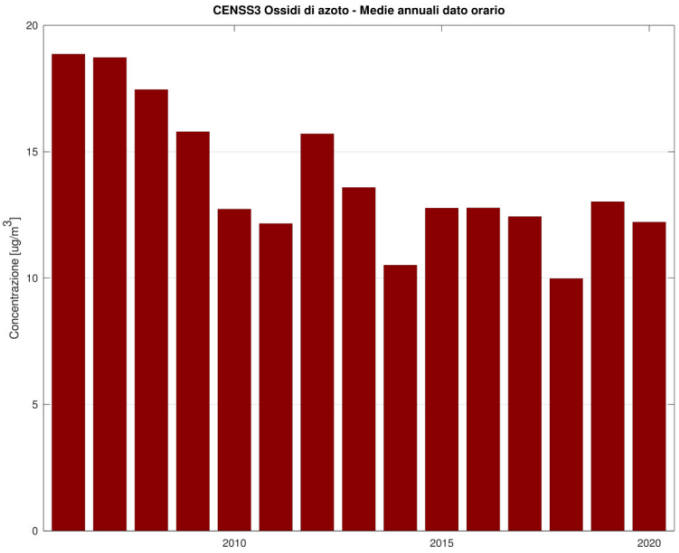


Figura 3-63: Medie annuali dato orario – NOx

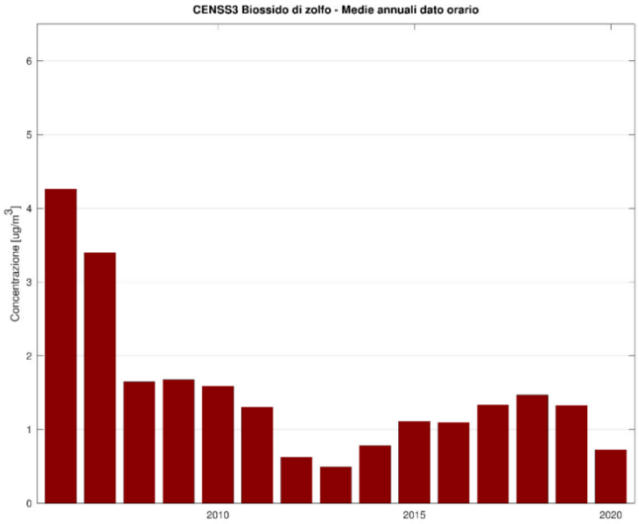


Figura 3-64: Medie annuali dato orario – SOx

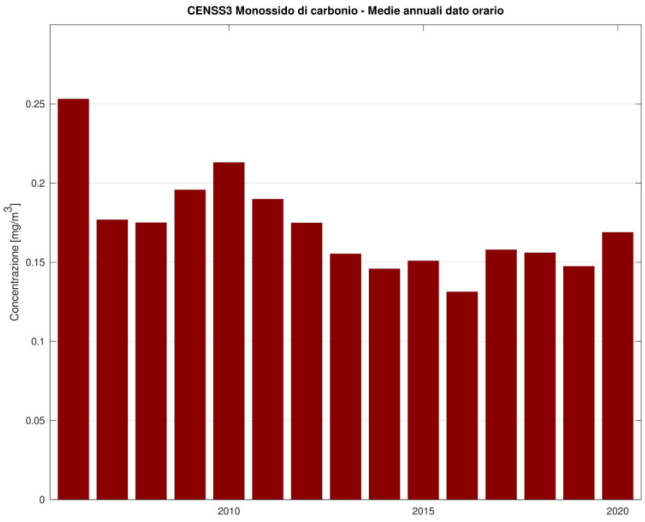


Figura 3-65: Medie annuali dato orario – CO

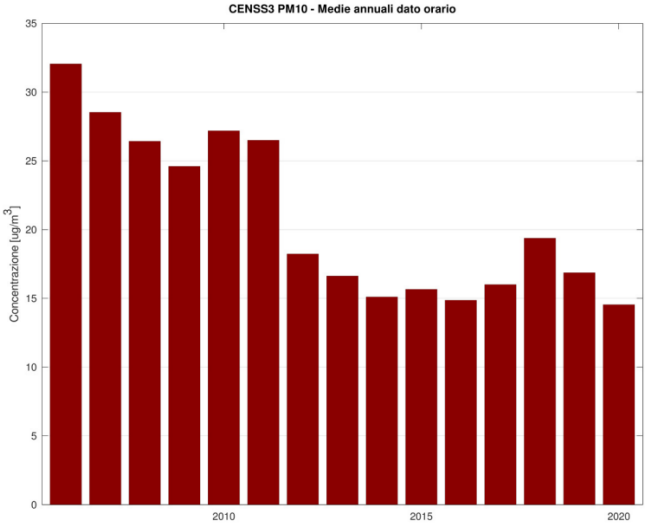


Figura 3-66: Medie annuali dato orario – PM10

Dal punto di vista del rispetto dei valori normativi (DL.gs 155/2010) non si sono osservate difformità; l'analisi sulle misure dei livelli di concentrazione per NO_2, PM10 e SO_2, misurate, in

particolare, dalle stazioni sottovento CENSS3 e CENSS4, ha mostrato nel periodo 2006-2019, andamenti in diminuzione. L'analisi dei dati registrati tra il 2006 e il 2010 mostra generalmente concentrazioni superiori a quelle misurate nel periodo successivo (2011-2019), per tutti gli inquinanti considerati. Intorno al 2010 la maggior parte degli impianti del complesso industriale ha cessato le attività. Prendendo in considerazione l'SO_2, per la stazione CENSS3 le concentrazioni medie annuali del primo periodo sono mediamente di 3 µg/m3 mentre nel secondo periodo di 1 µg/m^3.

Per la stazione CENSS4, le concentrazioni medie annuali di SO_2 sono di 6 µg/ m^3 nel primo periodo, mentre tra il 2011-2019 sono di 0,6 µg/ m^3. Anche per il PM10, nel periodo 2006-2010 si misurano concentrazioni medie annuali di 27,6 µg/m3 e 27 µg/ m^3 per CENSS3 e CENSS4 rispettivamente, mentre nel periodo successivo le concentrazioni scendono a 17,7 µg/ m^3 e 15 µg/m^3 . Per l'NO_2 la diminuzione delle concentrazioni medie annuali passa per CENSS4 da 11,2 µg/ m^3 a 7,6 µg/ m^3 e per CENSS3 da 11,6 µg/ m^3 a 8,4 µg/ m^3. È possibile individuare qualitativamente degli andamenti decrescenti, in particolare per PM10 ed SO_2, del resto confermati dai dati 2020; a quest'ultima si associano anche valori inferiori della stazione posta sopravento rispetto ai venti dominanti (stazione CENSS8) e rispetto a quelle (stazioni CENSS3, CENSS4, CENSS5).

Ad integrazione di quanto illustrato finora nel presente paragrafo, sono stati analizzati i dati della rete di monitoraggio della centrale termoelettrica di Fiume Santo. La rete, come mostrato nella **Figura 3-67**, è costituita da n. 5 stazioni di monitoraggio distribuite sul territorio della provincia di Sassari a diverse distanze dalla centrale stessa.

Figura 3-67 : Rete di monitoraggio Centrale termoelettrica Fiume Santo

Nella successiva tabella si riportano le coordinate geografiche delle stazioni (Coordinate WGS84).

Tabella 3-15: Coordinate delle stazioni di monitoraggio della centrale termoelettrica Fiume Santo

Stazione	Periodo considerato	N [deg]	E [deg]
Campanedda	2019-2021	40° 46’ 13”	8° 20’ 39”
Li Punti	2019-2021	40° 45’ 16”	8° 29’ 59”
Platamona	2019-2021	40° 48’ 48”	8° 27’ 27”
Pozzo San Nicola	2019-2021	40° 50’ 17”	8° 14’ 39”
Stintino	2019-2021	40° 54’ 54”	8° 13’ 58”

Per tali stazioni si riportano nelle **Tabelle 3-16 ÷ 3-21** i risultati le elaborazioni eseguite secondo la normativa vigente sulle medie orarie per gli inquinanti NO_2 e SO_2 e sulle medie biorarie per il PM_{10} relativamente al triennio 2019-2021.

Tabella 3-16: Valori delle medie orarie NO_2

STAZIONE	Anno					
	2019		2020		2021	
	Media (µg/m³) (1)	(2)	Media (µg/m³) (1)	(2)	Media (µg/m³) (1)	(2)
Li Punti	4,3	0	3,1	0	3,5	0
Campanedda	0,1	0	0,2	0	2,1	0
Platamona	0,2	0	0,3	0	0,2	0
P.S. Nicola	2,3	0	1,0	0	2,4	0
Stintino	0,2	0	0,2	0	0,2	0

(1) Media delle concentrazioni medie orarie.
(2) Numero di superamenti del limite orario per la protezione della salute umana.

Tabella 3-17: Disponibilità dei dati di concentrazione di NO_2

Stazione	Disponibilità di dati					
	2019		2020		2021	
	N	%	N	%	N	%
Li Punti	8187	93,5	8306	94,6	8297	94,7
Campanedda	8190	93,5	8223	93,6	5726	65,4
Platamona	8160	93,2	8156	92,9	7938	90,6
P.S. Nicola	8189	93,5	8173	93,0	8321	95,0
Stintino	8079	92,2	7893	89,9	8200	93,6
Totale		93,2		92,8		87,9

Nel triennio preso in considerazione tutte le stazioni considerate presentano un livello di disponibilità dei dati superiore al 90%, come richiesto dalla normativa vigente per la valutazione della qualità dell'aria ambiente; non si registrano superamenti del valore limite definito da D. Lgs. 105/2010 e ss.mm.ii. pari a 200 µg/m^3.

Tabella 3-18: Valori delle medie orarie SO_2

Stazione	Anno								
	2019			2020			2021		
	Media (µg/m^3) (1)	(2)	(3)	Media (µg/m^3) (1)	(2)	(3)	Media (µg/m^3) (1)	(2)	(3)
Li Punti	0,8	0	0	0,5	0	0	2,7	0	0
Campanedda	1,3	0	0	1,4	0	0	3,2	0	0
Platamona	0,1	0	0	1,1	0	0	0,8	0	0
P.S. Nicola	0,3	0	0	0,3	0	0	1,2	0	0
Stintino	1,4	0	0	1,5	0	0	4,4	0	0

(1) Media delle concentrazioni medie orarie.
(2) Numero delle medie giornaliere superiori al valore limite di 125 µg/m^3.
(3) Numero delle medie orarie superiori al valore limite di 350 µg/m^3.

Tabella 3-19: Disponibilità dei dati di concentrazione di SO_2

Stazione	Disponibilità dati					
	2019		2020		2021	
	N	%	N	%	N	%
Li Punti	361	98,9	361	98,6	362	99,2
Campanedda	357	97,8	353	96,4	240	65,8
Platamona	363	99,5	358	97,8	343	94,0
P.S. Nicola	359	98,4	359	98,1	365	100,0
Stintino	346	94,8	348	95,1	359	98,4
Totale		97,9		97,2		91,5

Nel triennio preso in considerazione tutte le stazioni considerate presentano un livello di disponibilità dei dati superiore al 90%, come richiesto dalla normativa vigente per la valutazione della qualità dell'aria ambiente. I limiti su base giornaliera e su base oraria risultano entrambi rispettati.

La tabella successiva riporta i parametri statistici di legge relativi alle stazioni prese in esame per il monitoraggio del PM10 nel triennio 2019-2021.

Tabella 3-20: Valori delle medie biorarie PM_{10}

Stazione	Anno					
	2019		2020		2021	
	Media (µg/m³) (1)	(2)	Media (µg/m³) (1)	(2)	Media (µg/m³) (1)	(2)
Li Punti	15,4	2	12,2	0	13,2	3
Campanedda	7,6	0	7,7	0	8,3	0
Platamona	12,6	1	10,0	0	13,8	1
P.S. Nicola	14,6	3	11,2	0	12,4	1
Stintino	14,3	0	12,3	1	13,5	1

(1) Media delle concentrazioni medie di 24 ore.
(2) Numero di superamenti della media su 24 ore per la protezione della salute umana.

Tabella 3-21: Disponibilità dei dati di concentrazione di PM_{10}

Stazione	Disponibilità dati					
	2019		2020		2021	
	N	%	N	%	N	%
Li Punti	363	99,5	366	100,0	363	99,5
Campanedda	359	98,4	358	97,8	242	66,3
Platamona	362	99,2	356	97,3	350	95,9
P.S. Nicola	359	98,4	357	97,5	360	98,6
Stintino	356	97,5	348	95,1	363	99,5
Totale		98,6		97,5		91,9

Nel triennio preso in considerazione tutte le stazioni considerate presentano un livello di disponibilità dei dati superiore al 90%, come richiesto dalla normativa vigente per la valutazione della qualità dell'aria ambiente. Il limite dei 35 superamenti su base giornaliera del valore di 50 µg/m³ risulta rispettato.

3.4 Biodiversità

Come illustrato nel Capitolo 2, l'area interessata dagli interventi in progetto non è compresa in siti appartenenti alla Rete Natura 2000, IBA, Parchi Nazionali e/o Regionali.

Tuttavia, dal momento che nelle immediate vicinanze sono presenti i seguenti SIC/ZPS:

- SIC ITB013051–Isola dell'Asinara all'Argentiera (2 km ad ovest);
- ZSC ITB013012– Stagno di Pilo e Casaraccio (2 km ad ovest);

- ZPS ITB010002- Stagno di Pilo, Casaraccio e Saline di Stintino (2 km ad ovest); e
- ZSC ITB010003– Stagno e ginepreto di Platamona (6 km a est);

essa si configura come di elevato pregio naturalistico.

Figura 3-68: Ubicazione siti Natura 2000 più vicini all'area di intervento (Fonte: Natura2000 Standard Data Forms)

Inoltre, in prossimità dell'area di intervento, a circa 4,8 km in direzione est, è presente la IBA denominata Stagni di Casaraccio, Saline di Stintino e Stagni di Pilo.

Figura 3-69: Ubicazione delle aree IBA più prossime all'area di intervento progettuale (Sardegna Geoportale)

Nel seguito sono descritte le caratteristiche floristiche e faunistiche dell'aria di intervento. Si rimanda al documento di Screening di Valutazione di Incidenza (Elaborato REL_007) per l'analisi di dettaglio delle caratteristiche dei ZIC e delle ZPS presenti.

Ambito Terreste

Habitat e profilo floristico

Gli habitat presenti negli ambiti di intervento progettuale e nelle superfici contermini sono descritti nella *Carta della Natura*. Il sistema *Carta della Natura* include la redazione della Carta degli habitat, alla scala 1:50.000, secondo linee guida metodologiche, che, basandosi sulla classificazione degli habitat CORINE-Biotopes, tende a costruire un quadro unitario e confrontabile tra le diverse regioni italiane. La metodologia individua gli habitat in riferimento alla legenda di Corine Biotopes e ne indica le corrispondenze con i sistemi di classificazione EUNIS e Natura2000. I lavori sono stati affidati all'Università di Sassari e, si è giunti, nel 2010, al completamento della cartografia degli habitat per il territorio regionale e alla valutazione ecologico-ambientale degli habitat cartografati.

Il sistema di cartografia digitale ha il fine di rappresentare le unità ambientali omogenee a scala locale e regionale (Carte degli Habitat) e nazionale (Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi Italiani e Carta del Valore Naturalistico-Culturale d'Italia) ed è visualizzabile sul portale online Carta della Natura di ISPRA[15]. Gli elaborati evidenziano le aree a maggior valore naturale e quelle a rischio di degrado ambientale rappresentandoli nei loro aspetti naturali (fisici e biotici) ed antropici.

In **Figura 3-70** è rappresentata la Carta della Natura per la zona di interesse. I tematismi evidenziano, limitatamente agli ambiti terrestri interessati dall'elettrodotto e dall'ubicazione della stazione di conversione MT/AT e della stazione elettrica Terna già esistente, che i siti d'intervento ricadono nell'area Habitat 86.3 *Siti industriali attivi. Seguendo il* tracciato dell'elettrodotto questo attraversa l'habitat 82.3 colture estensive e, quindi, l'habitat 53.1 "*anneti e Phragmites australis e altre elofite.*

Un'area di limitata estensione e definita con habitat 32.4 *Garighe e macchie mesomediterranee calcicole* è presente su un tratto limitato di costa all'interno dell'area industriale e a ridosso del pontile adiacente all'intervento proposto.

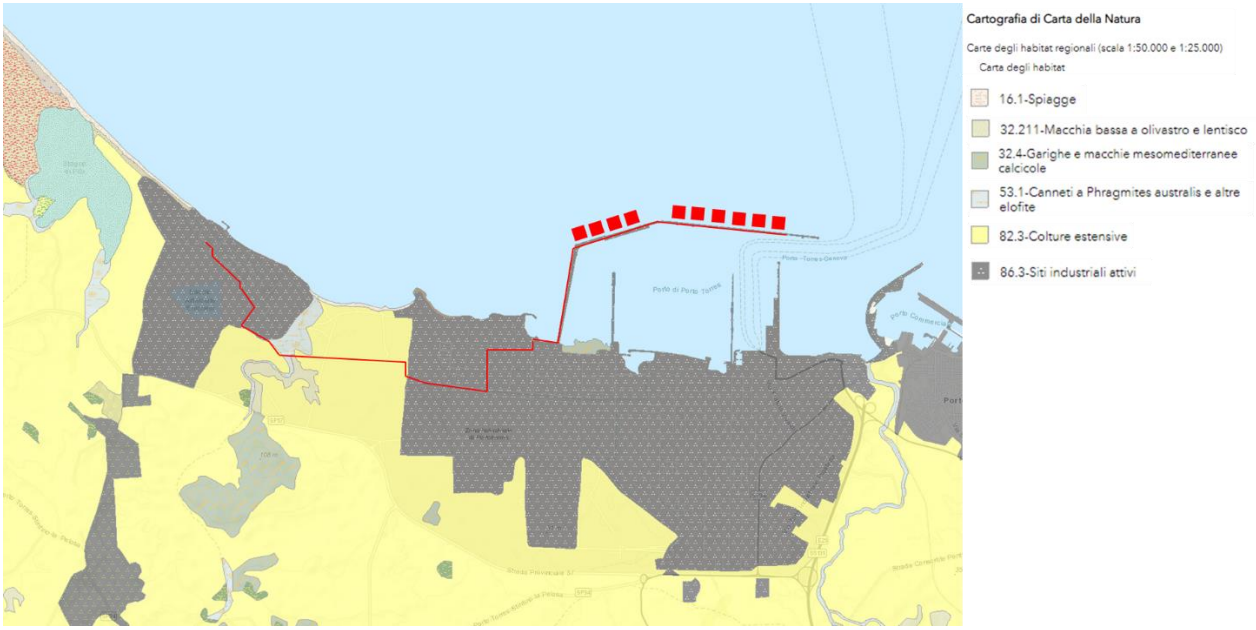


Figura 3-70: Carta degli habitat (fonte: ISPRAMBIENTE)

[15] Database ISPRA "Carta della Natura": https://sinacloud.isprambiente.it/portal/apps/webappviewer/index.html?id=885b933233e341808d7f629526aa32f6

Ogni habitat regionale è caratterizzato da degli indici complessivi di valutazione che sono: Valore Ecologico (VE), la Sensibilità Ecologica (SE), la Pressione Antropica e la Fragilità Ambientale.

Il Valore Ecologico è il risultato dell'impiego di un set d'indicatori quali aree e habitat segnalati in direttive comunitarie, componenti di biodiversità degli habitat (numero delle specie flora e fauna) ed infine gli aspetti dell'ecologia del paesaggio come la superficie, la rarità e la forma dei biotopi, indicativi dello stato di conservazione degli stessi. La sensibilità ecologica, invece, rappresenta quanto un biotopo è soggetto al rischio di degrado poiché popolato da specie animali o vegetali incluse negli elenchi delle specie a rischio di estinzione.

In **Figura 3-71**, i tematismi estrapolati dalla Carta della Natura evidenziano che nei Siti industriali attivi il valore ecologico, la sensibilità ecologica, la pressione antropica e la fragilità ambientale sono ritenuti nulli. Solamente due ridotti settori costieri sono classificati entrambi a medio VE, uno a bassa SE mentre l'altro ad alta SE ma non sono interessati dalle proposte progettuali. Di fatto la realizzazione del progetto non comporta nessuna modifica dello stato dei luoghi.

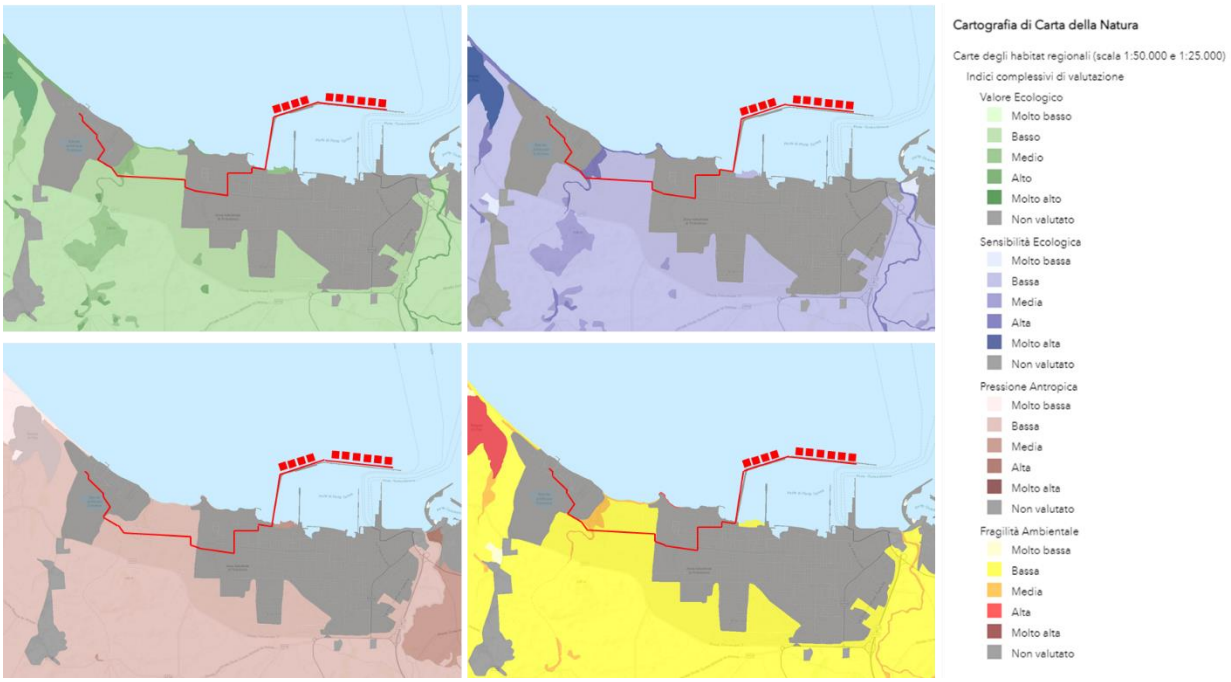


Figura 3-71: Carta degli habitat regionali -indici complessivi di valutazione: Valore Ecologico, Sensibilità Ecologica, Pressione Antropica, Fragilità Ambientale (fonte: ISPRAMBIENTE)

In base ai modelli d'idoneità ambientale della REN, considerando quello che riassume il numero potenziale di specie avifaunistiche (Error! Reference source not found.), il sito oggetto d'intervento ricade in un ambito più vasto che comprende la categoria bassa in termini di numero di specie complessive potenziali nell'ambito terrestre antistante gli specchi d'acqua in cui sono proposte le alternative progettuali, cosi come anche il sito in cui ricade la sottostazione elettrica, mentre il tracciato del cavidotto attraversa per un breve tratto un ambito classificato ad alto numero potenziale di specie di uccelli, e un altro tratto più lungo caratterizzato da un'idoneità potenziale di tipo medio-alto.

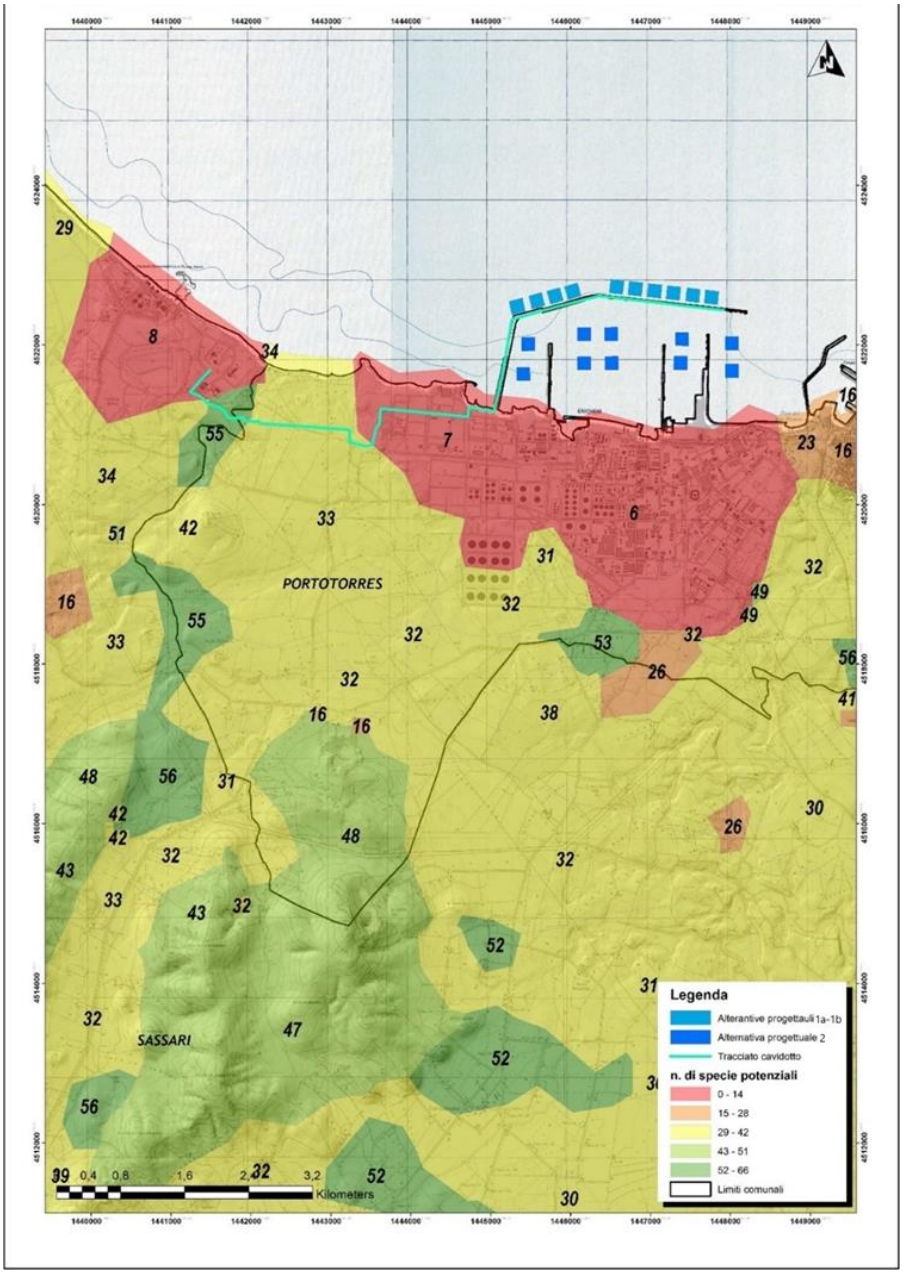


Figura 3-72: ***Idoneità Ecologica potenziale qualitativa per la componente avifaunistica: rete ecologica dei vertebrati, distribuzione del numero di specie potenziali di uccelli***

Nel mese di Dicembre 2022 è stato eseguito un sopralluogo nell'area di intervento al fine di verificare la coerenza delle informazioni reperite mediante analisi desktop con lo stato di fatto dei luoghi.

Il 06/12/2022 è stato invece effettuato un sopralluogo all'interno del perimetro della centrale di Fiume Santo e lungo il tracciato previsto per l'elettrodotto, dalla prima stazione di conversione a quella di allacciamento alla rete nazionale.

Si conferma che Siti industriali attivi' sono definiti gli habitat che ospiteranno la gran parte delle opere correlate al progetto.

L'area classificata come *Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi* è risultata essere occupata da un'azienda agricola, con la presenza di agrosistemi ed habitat seminaturali corrispondenti a pascoli (ovini) e colture.

Per raggiungere l'area destinata alla stazione di trasformazione si attraversa una piccola zona di *Macchia bassa ad olivastro e lentisco* confinante con un'area di *Vegetazione dei canneti*, caratterizzata dalla presenza di tipiche specie di macchia.

In queste aree è previsto solamente il passaggio dell'elettrodotto e non verranno effettuate costruzioni ulteriori.

Figura 3-73: Habitat di macchia sovrastato dal carbonodotto esistente

Figura 3-74: Vegetazione di macchia presente lungo il tracciato dell'elettrodotto

La *Macchia bassa ad olivastro e lentisco*, classificata dal codice 32.211 del Corine Biotopes, fa parte della macrocategoria delle Formazioni arbustive termomediterranee, si tratta di formazioni ad alti e bassi arbusti dominanti da sclerofille fra cui *Olea europea/sylvestris* e *Pistacia lentiscus.*

Si sviluppano nelle fasce più calde dell'area mediterranea e sono distribuite sul piano costiero, planiziale e collinare.

Nell'area indagata si ritrovano le specie sopracitate, in buono stato di conservazione, abbinate ad arbusti e piante erbacee tipiche della macchia mediterranea, molte aree risultano però invase da rovi, probabilmente insediatesi in seguito alle operazioni meccaniche di estirpazione delle specie presenti per permettere il passaggio delle strutture collegate alla centrale (strade di servizio, carbonodotto, oleodotto, etc).

Figura 3-75: Insediamento di rovi lungo la strada

Le aree di *Vegetazione dei canneti e specie simili* codice 53.1 nella classificazione Corine Biotopes, sono caratterizzate principalmente dalla presenza di canneti di *Phragmites australis*, possono anche insediarsi comunità di *Thypa* o di *Molinia caerulea*. Sono habitat di notevole importanza principalmente per le specie faunistiche che li popolano.

Nel nostro caso si può confermare che l'impatto del progetto sull'habitat in questione sia pressoché nullo, in quanto verrà interessato marginalmente dal passaggio dell'elettrodotto, che sfrutterà comunque le aree già antropizzate (carbonodotto o lungo la strada) per il suo passaggio.

Figura 3-76: Vegetazione dei canneti osservabile sulla sinistra della strada

L'habitat classificato come 82.3 *Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi* è caratterizzato, per l'area che riguarda il passaggio dell'elettrodotto, da agrosistemi e pascoli dedicati principalmente all'allevamento ovino.

È presente un'azienda agricola tra la strada per il transito e la costa, non molto lontana dal passaggio del carbonodotto.

Anche in questo caso si può considerare nullo l'impatto dell'opera sull'habitat, in quanto, caratterizzato già di per sé da una forte antropizzazione.

Profilo faunistico: avifauna

Dal punto di vista faunistico, la presenza delle zone umide, in grado di offrire riparo e cibo, favorisce la presenza di numerosissime specie, rappresentando un ottimo hot-spot in termini di ricchezza di biodiversità. Studi condotti nell'area vasta hanno censito circa 172 specie di vertebrati terrestri (esclusi i Chirotteri). Di questi, 2 appartengono alla classe anfibi, 11 alla classe Rettili, 151 alla Classe degli Uccelli e 8 a quella dei Mammiferi.

La classe degli uccelli risulta quella più rappresentata come numero di specie; delle 151 specie presenti, 65 (43%) risultano nidificanti, mentre 86 (57%) non nidificano nel sito, ma lo frequentano in diversi periodi dell'anno nelle fasi di migrazione pre- e post-riproduttiva, di svernamento e/o di alimentazione (giornaliera o periodica). Tra i nidificanti delle zone salmastre degli stagni di Pilo e Platamola si evidenziano il Cormorano (Phalacrocorax carbo), Tarabusino (Ixobrychus minutus), Nitticora (Nycticorax nycticorax), Sgarza ciuffetto (Ardeola ralloides), Garzetta (Egretta garzetta), Airone bianco maggiore (Ardea alba), Airone rosso (A. purpurea), Fenicottero (Phoenicopterus ruber) , Moretta tabaccata (Aythya nyroca), Falco di palude (Circus aeruginosus), Albanella reale (Circus cyaneus) , Albanella minore (Circus pygargus), Falco pescatore (Pandion haliaetus), Falco Pellegrino (Falco peregrinus). Nella Tabella

Tabella 3-22: Elenco delle specie di avifauna potenzialmente presenti nell'area di intervento

Nome scientifico	Nome italiano	Corotipo	Fenotipo	D.U.147/2009	SPEC	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98	L.N. 157/92
GALLIFORMES									
1. Coturnix coturnix	Quaglia	M4	SB	I II/2	3	LC	DD		
2. Alectoris barbara	Pernice sarda	M4	SB	I II/2	3	LC	DD		
PELECANIFORMES									
3. Phalacrocorax carbo sinensis	Cormorano	A2	M, W, SB			LC	LC	All	no
ANSERIFORMES									
4. Anas platyrhynchos	Germano reale	F1	M, W, SB	II/1		LC	LC		no
COLUMBIFORMES									
5. Streptopelia decaocto	Tortora dal collare orientale	E	SB	II/2		LC	LC		no
CAPRIMULGIFORMES									
6. Apus apus	Rondone comune	I1	M, B			LC	LC		P
CHARADRIIFORMES									
7. Burhinus oedicnemus	Occhione	E	SB, M, W	I	3	LC	LC	All*	PP
8. Larus ridibundus	Gabbiano comune	I2	M, W, B, E	II/2		LC	LC		P
9. Larus michahellis	Gabbiano reale	I4	SB	II/2		LC	LC		P
10. sterna hirundo	Sterna comune	F	B, M	I		LC	LC		P
STRIGIFORMES									
11. Tyto alba	Barbagianni	A1	SB		3	LC	LC		PP
12. Athene noctua	Civetta	I4	SB		3	LC	LC		PP
ACCIPITRIFORMES									
13. Circus aeruginosus	Falco di palude	B	SB, M, W	I		LC	VU	All	PP
14. Buteo buteo	Poiana	I2	SB,M, W			LC	LC	All	PP
BUCEROTIFORMES									
15. Upupa epops	Upupa	C	M, B , W		3	LC	LC		P
CORACIFORMES									
16. Merops apiaster	Gruccione	I6	M, W		3	LC	LC		P
FALCONIFORMES									
17. Falco tinnunculus	Gheppio	C	SB, M		3	LC	LC	All	PP
PASSERIFORMES									
18. Lanius senator	Averla capirossa	M5	M B (W)		2	LC	EN		P
19. Corvus monedula	Taccola	I1	SB, M?	II/2		LC	LC		no
20. Corvus corax	Corvo imperiale	F1	SB			LC	LC		P
21. Corvus corone	Cornacchia grigia	I1	SB, M?	II/2		LC	LC		
22. Parus major	Cinciallegra	E	SB, M?			LC	LC		P
23. Lullula arborea	Tottavilla	L1	SB, M, W	I	2	LC	LC		
24. Delichon urbica	Balestruccio	E	M, B, W?		3	LC	NT		

Tabella 3-22: Elenco delle specie di avifauna potenzialmente presenti nell'area di intervento

Nome scientifico	Nome italiano	Corotipo	Fenotipo	D.U.147/2009	SPEC	IUCN	Lista rossa nazionale	L.R. 23/98	L.N. 157/92
25. Hirundo rustica	Rondine comune	F1	M , B, W?		3	LC	NT		
26. Phylloscopus collybita	Luì piccolo	I1	W, M, B?			LC	LC		
27. Cettia cettii	Usignolo di fiume	I6	SB			LC	LC		
28. Anthus cervinus	Pispola	F2	M, W			NT	NA		P
29. Sylvia atricapilla	Capinera	I1	SB, M, W			LC	LC		P
30. Sylvia melanocephala	Occhiocotto	M4	SB, M?			LC	LC		
31. Sylvia undata	Magnanina comune	M3	SB, M?	I	2	NT	DD		
32. Sturnus unicolor	Storno nero	M7	SB			LC	LC		
33. Turdus merula	Merlo	E	SB, M, W	II/2		LC	LC		
34. Muscicapa striata	Pigliamosche	I1	M B		3	LC	LC		P
35. Erithacus rubecula	Pettirosso	L1	SB, M, W			LC	LC		P
36. Phoenicurus ochruros	Codirosso spazzacamino	I4	M, W			LC	LC		P
37. Phoenicurus phoenicurus	Codirosso	I2	M reg		2	LC	LC		
38. Saxicola torquata	Saltimpalo	C	SB,M, W?			LC	EN		P
39. Passer hispaniolensis	Passera sarda	M1	SB			LC	LC		
40. Motacilla cinerea	Ballerina gialla	I1	SB Mreg			LC	LC		P
41. Motacilla alba	Ballerina bianca	E	M, W			LC	LC		
42. Fringilla coelebs	Fringuello	I1	SB, M, W			LC	LC		P
43. Carduelis chloris	Verdone	I6	SB, M, W			LC	NT		P
44. Carduelis cannabina	Fanello	I4	SB, M, W		2	LC	LC		P
45. Carduelis carduelis	Cardellino	I1	SB, M			LC	LC		P
46. Emberiza calandra	Strillozzo	I6	SB, M,W?		2	LC	LC		P
47. Emberiza cirlus	Zigolo nero	M3	SB			LC	LC		

Limitatamente agli ambiti marini, intesi come specchi d'acqua ricadenti all'interno dell'area portuale industriale e adiacenti alla diga foranea lato a mare, è ipotizzabile la presenza di specie quali gabbiano reale, gabbiano comune, sterna comune e cormorano; tali specie sono spesso diffuse anche in ambienti significativamente modificati dall'uomo e a cui sono associate attività produttive o industriali come quelli in esame. Nei settori terrestri sempre caratterizzati da una matrice industriale, le specie più probabili sono quelle a maggiore plasticità ecologica come ad esempio il gabbiano reale, la cornacchia grigia, la passera sarda.

Il sopralluogo, condotto il 6 dicembre 2022, nell'ambito portuale, caratterizzato dalla diga foranea, dai moli di approdo interno e dal carbonodotto installato sulla diga che raggiunge la centrale termoelettrica ha confermato ed accertato la presenza di alcune delle specie sopracitate, quali il gabbiano reale, il cormorano e o storno comune che frequentano il sito per ragioni di sosta, in particolare lungo i frangiflutti o in corrispondenza di varie infrastrutture, e alimentari negli specchi d'acqua esterni all'area portuale.

Il tracciato dell'elettrodotto attraversa un ambito di area industriale ma caratterizzato da superfici aperte occupate da elementi floristici arbustivi ed erbacei; in tale contesto sono diffuse specie quali ad esempio occhiocotto, capinera, pettirosso, cornacchia grigia, gheppio. Un secondo tratto del cavidotto, quello più centrale, attraversa ambienti agro-ecosistemici caratterizzati da spazi aperti destinati a seminativi e foraggere con discreta presenza di elementi arbustivi in forma di siepi; le specie più comuni in questa tipologia ambientale sono ad esempio, l'occhione, la poiana, il gheppio, il corvo imperiale, la rondine comune, il balestrucci, il cardellino, la cornacchia grigia, la civetta, il saltimpalo, lo strillozzo.

Il nastro trasportatore per il carbone, in alcuni punti, è utilizzato come area di rifugio, probabilmente anche di nidificazione, da parte del colombo domestico.

In adiacenza ad alcuni tratti della viabilità è stata riscontrata la presenza di agroecosistemi e habitat seminaturali corrispondenti rispettivamente a pascoli di tipo ovino e al tratto finale del corso d'acqua Fiume Santo e a cui sono associate specie avifaunistiche tolleranti alla presenza dell'uomo (es. tottavilla, pispola, pernice sarda, quaglia, occhiocotto, cinciallegra, falco di palude, gallinella d'acqua, folaga, usignolo di fiume, ecc.).

Il tracciato del cavidotto non comporta l'interessamento di ecosistemi funzionali alla riproduzione e alimentazione di specie avifaunistiche. Infine, l'ambito d'intervento previsto per l'istallazione della sottostazione elettrica, non ha nessuna valenza sotto il profilo ecologico funzionale all'avifauna in quanto compromesso dalla presenza delle attuali strutture impiantistiche di tipo elettrico; inoltre, tale area, è delimitata da una recinzione metallica mentre il suolo è ricoperto da un piano in cemento armato. Non sussistono pertanto condizioni favorevoli all'utilizzo trofico o riproduttivo per specie d'importanza conservazionistica; le infrastrutture sopra descritte costituiscono unicamente un supporto di sosta momentanea per specie sinantropiche comuni quali *storno comune, storno nero, gabbiano reale, cornacchia grigia* e *colombo domestico.*

Ambito marino

Habitat e biocenosi

Per quanto riguarda gli habitat marini, al fine di definire ed individuare il substrato presente nell'area di intervento si fornisce un inquadramento della presenza delle specie vegetali marine reso disponibile dal progetto EMODnet (European Marine Observation and Data Network)[16].

[16] https://emodnet.ec.europa.eu/geoviewer/#!/

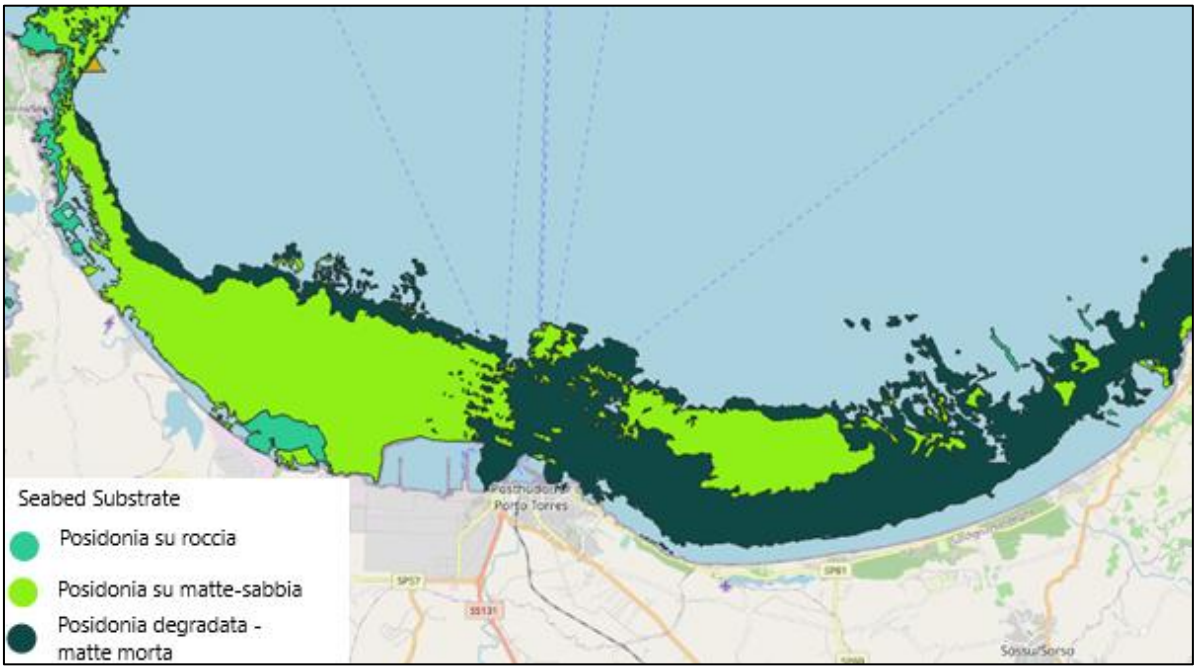


Figura 3-77: Rappresentazione degli habitat marini vicino al sito di intervento

Dai dati bibliografici emerge che secondo la classificazione EUNIS sono stati individuati 2 habitat.

L'Habitat 1120 Praterie di Posidonia secondo la Direttiva Habitat viene suddiviso secondo la European Nature Information System EUNIS, in 5 differenziazioni, 2 delle quali presenti nel sito interessato:

- A.535: Posidonia su sabbia
- A.5353: Facies a matte morte di Posidonia

Nei giorni 30 novembre 2022, 1 e 2 dicembre 2022, sono state condotte nell'area di intervento delle indagini morfobatimetriche con strumentazione MBE per caratterizzare il fondale, individuare eventuali target, tipologia del fondale e biocenosi presenti con particolare riguardo alle praterie di *Posidonia*.

Le indagini hanno restituito un rilievo con curve batimetriche relativamente costanti, con la presenza di una condotta ed accumuli rocciosi sparsi. La prateria presente è notevolmente estesa e presenta una densità fogliare importante.

Le indagini video a mare si sono svolte con strumentazione robotizzata video subacquea (ROV, Remotely Operated Vehicle) su tutta l'area, tramite lo sviluppo di transetti, e puntualmente, individuando dei target di interesse.

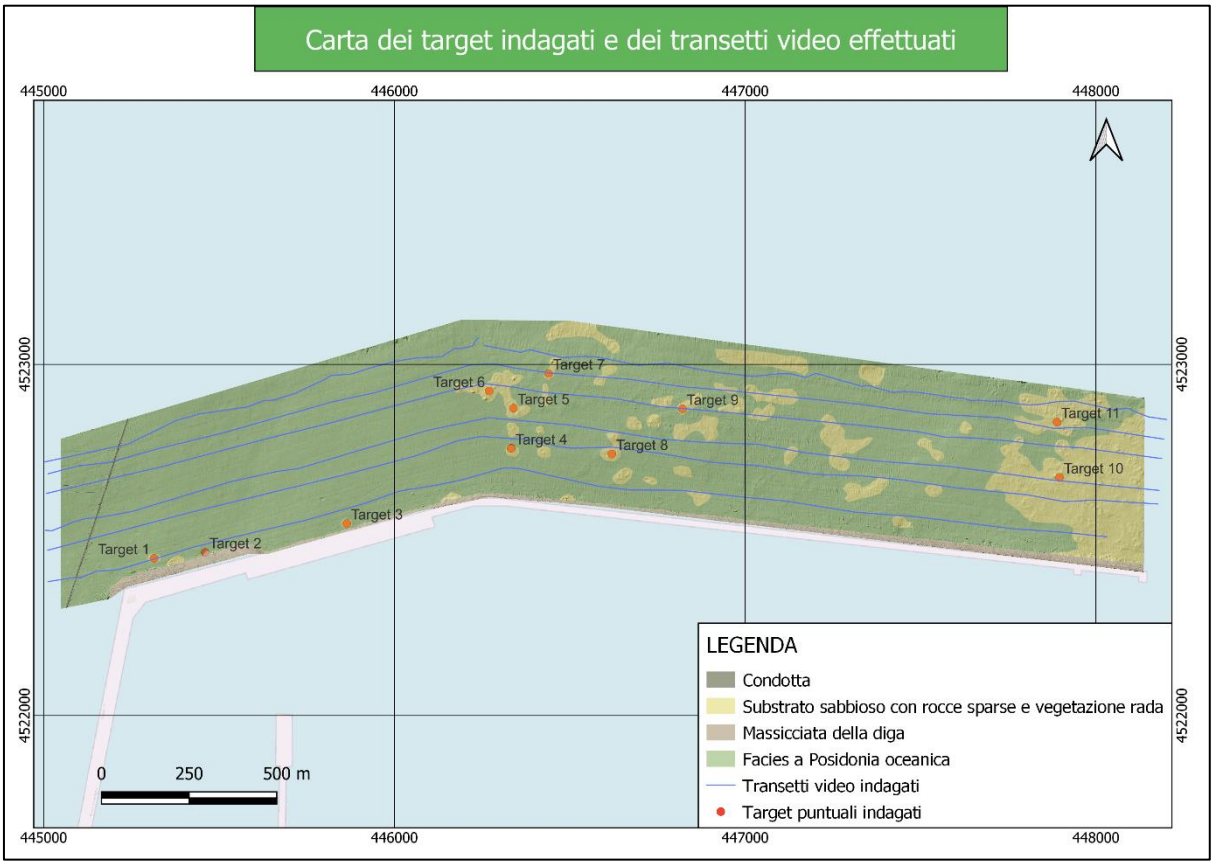


Figura 3-78: Rappresentazione dei target puntuali e dei transetti indagati con strumentazione ROV

Le riprese dei transetti hanno confermato la presenza di un esteso habitat a *Posidonia oceanica* nell'area di survey, che forma una folta matte di notevole estensione, che mostra essere maggiormente diradata verso est dove si presenta più rada e intercalata da intramatte sabbiose.

Figura 3-79: Immagine ROV rappresentante la prateria di Posidonia presente sul fondale

La prateria risulta in buona salute in quasi tutta l'area, sono presenti delle macchie di sabbia a Posidonia degradata ed un'area più estesa, ad est della zona oggetto di studio, che presenta substrato quasi completamente sabbioso, con rocce sparse ed insediamenti di *Cymodocea nodosa*.

Figura 3-80: Immagine ROV rappresentante area sabbiosa insediata da Cymodocea

Profilo faunistico: Mammiferi marini e Santuario dei Cetacei

Il Mar Mediterraneo è un hot spot della biodiversità e i cetacei ne sono una componente chiave. Secondo la Lista Rossa IUCN sullo Stato di Conservazione del Mediterraneo (IUCN, 2015a), le dieci specie che vengono avvistate con maggiore regolarità nel bacino sono considerate secondo alcuni studi (Notarbartolo di Sciara & Birkun,2010; Pace, Tizzi, & Mussi, 2015) come:

- Vulnerabili: *Balaenoptera physalus*, *Stenella coeruleoalba*, *Tursiops truncatus*;
- Minacciate: *Delphinus delphis*, *Physeter macrocephalus*;
- Carenti di dati: *Grampus griseus*, *Globicephala melas*, *Ziphius cavirostris*, *Orcinus orca*;
- Non valutato: *Steno bredanensis*.

La grande variabilità di distribuzione è dovuta a più fattori tra cui movimenti stagionali che variano a seconda della specie e dipendono da una combinazione sinergica di parametri ambientali e antropogenici (Evans & Hammond, 2004; Fujioka & Halpin,2014). Alcuni studi hanno riconosciuto anche variazioni individuali (Panigada et al., 2015) probabilmente dovute a differenze di genere, stadi di vita o fedeltà al sito, e una significativa plasticità comportamentale componenti che aggiungono ulteriore variabilità al modello generale. Tra i fattori ecologici che incidono sia sulla presenza dei cetacei che sul loro uso dell'habitat la stagionalità potrebbe giocare un ruolo chiave soprattutto a livello della temperatura delle acque superficiali e delle variazioni di quantità di nutrienti legate ad essa. Basti pensare alla stagionalità che lega la presenza ed abbondanza delle prede (Redfern et al., 2006), la stagionalità delle attività antropiche (vedi il traffico marittimo più intenso durante l'estate) ed il turismo.

Nell'areale indagata, 5 delle specie di cetacei comuni che vivono stabilmente nel bacino Mediterraneo sono state censite in tutti e tre i settori:

- Bp, *Balaenoptera physalus* (Balenottera);

- Sc, *Stenella coeruleoalba* (Delfino striato);
- Pm, *Physeter macrocephalus* (Capodoglio);
- Tt, *Tursiops truncates* (Tursiope);
- Zc, *Ziphius cavirostris* (Zifio).

La più grande ricchezza di specie è stata registrata nel settore Sardo Balearico nella stagione primaverile con l'aggiunta di 3 specie:

- Gg, *Grampus griseus* (delfino di Risso,);
- Dd, *Delphinus delphis* (delfino comune dal becco corto,);
- Gm, *Globicephala melas* (Globicefalo).

La specie balenottera ed il delfino striato hanno partecipato a più del 90% degli avvistamenti nel settore Sardo Balearico

3.5 Sistema paesaggistico: Paesaggio, patrimonio culturale e beni materiali

Si rimanda al **Capitolo 2** per la caratterizzazione del sistema paesaggistico con riferimento alla presenza di vincoli nell'area vasta classificabili:

- beni paesaggistici e bellezze di insieme, con particolare riferimento alle aree soggette a vincolo secondo:
  - l'art. 142 Aree tutelate per legge;
  - l'art. 136 Immobili ed aree di notevole interesse pubblico e art. 157 relativi a beni vincolati da dichiarazioni di interesse, elenchi e provvedimenti emessi ai sensi della normativa previgente;
- beni di interesse culturale ed architettonico (monumenti, chiese, ville, ecc).

Nel seguito è sviluppata la caratterizzazione storica dell'area di Porto Torres e la caratterizzazione paesaggistico-ambientale e culturale, così come dedotta dal PPR.

3.5.1 Profilo storico di Porto Torres

La frequentazione umana della zona di Porto Torres è attestata sin dal periodo prenuragico (IV-III millennio a.C.). Porto Torres città invece è stata un'importante colonia romana fondata probabilmente da Cesare intorno al 46 a. C. su un insediamento fenicio, Colonia Iulia Turris Libisonis.

Prima della caduta dell'Impero Romano d'Occidente la città di Turris fu conquistata dai Vandali. La dominazione durò fino al 533. Sconfitti i Vandali vi si insediarono i Bizantini ed in quel periodo Turris era residenza di possessores e decuriones (esattori di tasse).

La minaccia dei Longobardi portò Turris a predisporre pesanti difese e ad ospitare contingenti militari. Dopo l'interruzione dei contatti con Costantinopoli nel corso del IX e del X secolo vennero a formarsi i quattro giudicati sardi, tra cui il Giudicato di Torres-Logudoro, con capitale iniziale proprio Torres. La città era ancora il secondo centro dell'isola politicamente, religiosamente e per dimensioni demografiche. Intorno al 1065 su iniziativa del Giudice Comita fu edificata la Basilica di San Gavino, cattedrale fino al 1441. In questo periodo la città di Torres iniziò il suo declino a causa della malaria e delle costanti incursioni piratesche che iniziarono ad affliggere le città costiere portando la popolazione a ritirarsi nell'entroterra rifugiandosi in luoghi come il vicino villaggio di Sassari, che proprio in questo periodo iniziò la sua ascesa nel diventare il maggiore centro del nord-ovest. Nelle fasi finali del giudicato fu proprio Sassari a divenire la capitale (prima

ancora vi fu Ardara, scelta sempre per gli stessi motivi). Il Giudicato di Torres cessò di esistere nel 1259. Dopo la dissoluzione la città venne assorbita dal libero comune di Sassari, che ebbe vita breve poiché con l'arrivo della flotta di Alfonso IV d'Aragona divenne uno stato vassallo del nascente Regno di Sardegna e Corsica. La dominazione aragonese plasmò la città.

Nel 1538 il corsaro Barbarossa saccheggiò e depredò la Basilica di San Gavino. Nel 1571 Re Filippo I ordinò di costruire sui litorali della Sardegna delle torri di guardia contro l'invasione degli ottomani, le quali arrivarono complessivamente ad un numero di centocinque strutture (Nell'attuale territorio di Porto Torres furono costruite la torre di Abbacurrente, la torre di Trabuccato, la torre della Finanza, la torre di Cala d'Arena e la torre di Cala d'Oliva).

Dal 1598 al trono di Spagna e re di Sardegna salì Filippo II. Nel 1621 a Filippo II succedette il figlio Filippo III di Spagna, che regnò sino al 1665. Alla sua morte gli succedette Carlo II di Spagna. Nel frattempo in città le stesse galee che nel 1623 assalirono Posada invasero nuovamente le coste sarde nel 1627 penetrando e saccheggiando per la seconda volta la Chiesa di San Gavino. Nel 1700 Carlo II morì senza lasciare eredi. Per suo volere testamentario fu nominato Re di Spagna Filippo V. Nel frattempo Carlo d'Asburgo si stabilì a Barcellona e nel 1703 si fece nominare anch'egli re di Spagna con il nome di Carlo III. In tutto il regno ci furono due fazioni favorevoli per l'uno o per l'altro sovrano. Nel 1708 dopo una sanguinosa battaglia fu conquistata Cagliari ed il vincitore Carlo III, diventato sia imperatore d'Austria che Re catalano/aragonese, nominò viceré un suo fiduciario.

Nel 1720 viene creato il nuovo Regno di Sardegna sotto il dominio dei Savoia. Durante tale periodo Nel 1756 Carlo Emanuele III approvò il restauro del porto; operazione che venne bloccata fino al 1791 per mancanza di fondi. Nel 1821 Porto Torres aveva circa 600 abitanti. Il movimento del porto e la costruzione della strada "Carlo Felice", completata nel 1828, determinarono la rinascita del paese. All'epoca i centri abitati erano due: il più grande era abbarbicato sul colle Angellu, tutt'intorno alla Basilica di San Gavino, l'altro invece era la borgata portuale. Quest'ultima aveva avuto la costruzione, nel 1826, della Chiesa della Beata Vergine della Consolata. Con l'espansione urbanistica in poco tempo le due borgate si unirono. Il re Carlo Felice dopo la sua seconda visita venne persuaso a concedere maggiore autonomia amministrativa e nel 1842 nacque il comune di Porto Torres. Nel 1872 si completò la tratta ferroviaria di Sassari-Porto Torres. In particolare sotto il regime piemontese le rotte tra i maggiori porti toscani e liguri furono concentrate su Porto Torres, facendo rifiorire i traffici marittimi nel nord Sardegna. Inoltre, durante questo periodo fu iniziata la costruzione del porto moderno. Nel 1820 vennero istituiti a Porto Torres gli uffici doganali Nel 1833 giunsero i primi fondi per l'avvio di opere di manutenzione e miglioramento portuale. Le opere consistettero solo in un prolungamento dei moli, tanto da far sì che alla data dell'unificazione del regno il porto non aveva subito rilevanti modifiche strutturali.

Nel XX secolo l'economia di Porto Torres era basata principalmente su pesca e agricoltura a cui si aggiunse presto l'esportazione di minerali provenienti dai territori circostanti della Nurra ed in particolare dal centro estrattivo di Canaglia, gestito dalla Società Siderurgia Mineraria Ferromin.

La svolta definitiva si ebbe con la scelta di insediare a Porto Torres un polo petrolchimico a seguito della fondazione della SIR (Sarda Industrie Resine), facente capo al gruppo Società Italiana Resine, dell'imprenditore brianzolo Nino Rovelli. La localizzazione del polo chimico era favorita dalla vicinanza con l'aeroporto di Fertilia e il porto, ma anche da fattori economici quali le agevolazioni e i contributi statali stanziati per lo sviluppo del Mezzogiorno. L'avvio delle attività petrolchimiche causò un incremento demografico ed edilizio senza precedenti, che attribuì alla cittadina le attuali dimensioni.

Il Polo industriale subì un progressivo ridimensionamento dopo la crisi petrolifera del 1973. Ulteriori problematiche seguirono con l'aumento della sensibilità ambientale e la necessità di far

fronte ad un ambiente ormai fortemente degradato. Tale condizione attualmente ancora condiziona la cittadina.

Negli ultimi anni Porto Torres ha combattuto tra la volontà di crearsi un'immagine turistica, in seguito all'abbandono della funzione chimico-industriale, e la necessità di portare avanti le bonifiche del territorio. Ulteriore sfida è la rifunzionalizzazione dei siti di maggior pregio, ormai ridotti a ruderi, ma che rientrano pienamente nella categoria delle archeologie industriali meritevoli di recupero e valorizzazione, a testimonianza di una parte affatto trascurabile della storia della città.

3.5.2 Caratterizzazione paesaggistico-ambientale e culturale

La caratterizzazione generale degli aspetti storico-paesaggistici riportata nei seguenti paragrafi è stata condotta sulla base della suddivisione del paesaggio individuata nel PPR; più in particolare si è fatto riferimento a:

- Aspetti Paesaggistici Ambientali;
- Aspetti Paesaggistici Storico Culturali.

Aspetti Paesaggistici Ambientali

Costituiscono elementi ambientali del sistema paesaggistico dell'ambito:

- l'arco costiero del Golfo dell'Asinara, racchiuso ad ovest dalla penisola di Capo del Falcone, la cui direttrice è marcata verso nord dall'emergenza rocciosometamorfica dell'Isola Piana e della più estesa Isola dell'Asinara;
- l'arco litoraneo verso est che si sviluppa sull'esteso lido sabbioso della spiaggia delle Saline, racchiuso tra le zone umide dello stagno di Casaraccio e di Pilo, per proseguire verso Porto Torres lungo le falesie arenacee, soggette ad intense dinamiche di instabilità evolutiva con frane e processi di erosione;
- il sistema sabbioso di Platamona, comprendente l'omonimo stagno e il campo dunare retrostante, che è chiuso ad oriente dalle coste alte e falesie impostate sulle vulcaniti del settore di Castelsardo;
- il sistema idrografico che è formato dal Rio Mannu di Porto Torres (che collega il territorio di Sassari e Porto Torres), dalle valli del Rio Frigianu-Rio Toltu-Rio de Tergu (che connettono l'ambito costiero in cui ricade l'insediamento di Castelsardo con l'ambito di Lu Bagnu che si sviluppa, lungo la direttrice del rio omonimo), da una serie di aste fluviali che incidono il territorio costiero nel tratto prossimo a Sorso. Il sistema del Rio d'Astimini-Fiume Santo e relativi affluenti definiscono la morfologia a valli debolmente incise del paesaggio interno della Nurra occidentale;
- il sistema litoraneo occidentale, definito dalle falesie e dalla costa rocciosa impostata sugli affioramenti paleozoici ed interessate, più a sud, dai giacimenti metalliferi coltivati storicamente attraverso il centro minerario dell'Argentiera;
- i siti di importanza comunitaria: Isola dell'Asinara, Stagno di Pilo e di Casaraccio, i ginepreti e lo Stagno di Platamona;
- lo Stagno di Casaraccio caratterizzato da una vegetazione peristagnale, alofila, alopsammofila;
- lo Stagno di Pilo con una vegetazione alofila, alopsammofila, fragmiteti, tifeti;

- lo Stagno di Platamona caratterizzato da una vegetazione stagnale con fragmiteti, canneti, tifeti e le dune di Platamona che ospitano una vegetazione psammofila, ginepreti, e rimboschimenti effettuati con pino domestico;
- l'isola dell'Asinara che rivela una vegetazione psamofila, alofila, igrofila, residui di macchia-foresta, macchia e garighe litoranee e numerosi endemismi;
- le dune della Pelosa che ospitano vegetazione psammofila, ginepreti, garighe.

Costituiscono elementi del sistema paesaggistico rurale:

- gli oliveti della corona olivetata di Sassari che risultano un elemento caratteristico del paesaggio e della cultura del luogo;
- il paesaggio agrario costituito dalle colture specializzate arboree e il paesaggio dei seminativi e dei pascolativi localizzati nelle aree meno fertili, con morfologia più acclive.

Aspetti Paesaggistici Storico-Culturali

Il territorio sardo è diviso in "Regioni Storiche" dal Piano Paesaggistico Regionale, definite come delle unità territoriali culturali singole, viste come parti del territorio nelle quali è rilevabile e ricostruibile, in termini storici, antropologici, archeologici, sociologici, linguistici e di paesaggio, una continuità ed un'omogeneità che delimita tali aree entro confini geograficamente circoscritti sia in termini di geografia fisica sia umana, ai quali la popolazione conferisce un deciso valore identitario.

Il comune di Porto Torres è situato a cavallo tra la Regione Storica della "Nurra" e della "Romangia" come mostrato nella figura seguente. l'area di progetto ricade invece, interamente all'interno della prima.

Figura 3-81: Regioni Storiche della Sardegna, suddivisione del PPR

Di seguito se ne riporta una descrizione.

Tabella 3-23: Regione Storica della Nurra

	Il nome deriva dalla omonima curatoria giudicale che ebbe a capoluogo la Villa scomparsa di Nurchi. Zona pianeggiante e fertile posta all'estremità Nord-occidentale dell'Isola, la Nurra è caratterizzata da una ricca complessità paesaggistica, dove alla pianura si alternano aree collinari, i vigneti, le zone minerarie, i villaggi nuragici fino alla discesa, verso nord, al mare della spiaggia della Pelosa presso Stintino o, a sud, del promontorio di Capocaccia. Sulla costa e nelle ampie spianate campestri si trovano tracce della frequentazione del territorio dal neolitico, ad esempio nelle sepolture della Grotta Verde e nelle necropoli a domus de janas di Anghelu Ruju e di Santu Pedru, ai complessi nuragici di Palmavera e di Sant'Imbenia; offrono testimonianza dell'epoca romana i resti dei diversi centri che vi vennero edificati e della lunga dominazione spagnola le torri costiere erette a difesa del territorio. Il paesaggio è ulteriormente arricchito dalla presenza nella Nurra dell'unico lago naturale in Sardegna, quello di Baratz, circondato da alte dune sabbiose che ne rievocano l'origine marina. I centri abitati sono, con l'esclusione di Alghero e di Fertilia, città di fondazione, molto piccoli, ma di sicuro interesse per le loro peculiarità storiche, fra cui i villaggi minerari di Argentiera e Canaglia, dove fino a qualche tempo fa venivano sfruttati alcuni giacimenti di piombo argentifero e dove oggi è possibile visitare l'area, soprattutto quella suggestiva dell'Argentiera a ridosso del mare. Interessa principalmente il territorio di Alghero. Sono riconosciuti caratteristici del complesso: la città regia di Alghero; le infrastrutture storiche; i siti archeologici di Sant'Imbenia e di Porto Conte che corrisponde al Nymphaion limen; le testimonianze archeologiche terrestri e subacquee; approdi, porti storici e torri costiere; l'edificato diffuso dei cuiles.
Elementi caratterizzanti	Sistema insulare Centri abitati di epoca medioevale, spagnola e contemporanea Strutture carcerarie dell'Asinara Sistema delle bonifiche Aree minerarie Insediamento sparso storico dei Cuiles
Complessi	21) Sistema del territorio della Nurra

Tabella 3-23: Regione Storica della Nurra	
	22) Sistema minerario dell'Argentiera 23) Sistema delle bonifiche di Alghero-Fertilia 24) Sistema Carcerario dell'Asinara

Tabella 3-24: Regione Storica della Romangia	
	l nome deriva dalla presenza stabile dei romani nel territorio del nord della Sardegna in opposizione alle Barbagie localizzate nel centro dell'isola. La Romangia è una sub regione geografica dell'Anglona della quale Sorso è il centro più grande. L'abitato, situato a 136 m sul livello del mare dal quale dista appena tre chilometri, gode di una collocazione geografica di notevole valore paesistico. Il panorama è particolarmente suggestivo: la campagna, coltivata, offre la vasta gamma delle tonalità di verde delle vigne, degli oliveti e della fascia pinetata. Sorso é in pratica al centro di un anfiteatro naturale con ai lati Portotorres e Castelsardo, alle spalle Sennori e le montagne dell'Osilese; affacciandosi sul Golfo dell'Asinara ne gode poi i vantaggi climatici. La costiera sorsense è lunga circa 17 Km in massima parte a spiaggia con dune di finissima sabbia alte anche diversi metri sul livello del mare. Sono documentati nel territorio resti prenuragici ma soprattutto siti nuragici fra cui il santuario di Serra Niedda. Di grande importanza i resti dell'antica colonia romana di Turris Libisonis, ubicata presso Porto Torres; si segnala infine la basilica romanica di San Gavino. l territorio corrisponde principalmente agli attuali comuni di Porto Torres e Sorso quali antica colonia romana. Sono riconosciuti caratteristici del sistema: la città romana di Turris Libisonis; i sistemi identitari di Sorso e Sennori di origine medievale; l'altare a terrazzo di Monte d'Accoddi; le testimonianze archeologiche; le infrastrutture storiche; approdi, porti storici; l'edificato diffuso dei cuiles.
Elementi caratterizzanti	Aree archeologiche. Centri abitati di epoca medievale. Paesaggio vitivinicolo
Complessi	25) Complesso di Colonia Julia e Turris Libisonis

Costituiscono sistema del paesaggio storico-culturale:

- Porto Torres: centro storico (1827, interventi dell'architetto piemontese Giuseppe Cominotti) e antico sito di Turris Libisonis;
- il Ponte a sette luci sul Rio Mannu;
- i centri minerari dell'Argentiera e di Canaglia;
- le Domus de Janas di Su Cricifissu Mannu;
- le Altare a terrazze (ziggurat) di Monte d'Accoddi;
- Castelsardo: centro storico, cinta muraria ed effetti percettivi paesaggistici della città da terra e dal mare;
- il sito di Tibulas;
- l'Azienda La Crucca sull'antico sito di Sancti Petri de Curki;
- l'Azienda di Campanedda (antico cuile dell''800, costruzione Etfas, elementi architettonici degli anni '50);
- il Castello di Monteforte;
- nell'isola Asinara: monastero camaldolese di Sant'Andrea, fortificazione di Castellazzo, borgo di Cala d'Oliva;
- l'emergenza architettonica e paesaggistica della chiesa di Nostra Signora di Tergu

Si rileva che con specifico riferimento all'area interessata dall'installazione dei pannelli fotovoltaici è stata eseguita, nei mesi di Novembre e Dicembre 2022, una specifica Valutazione Preliminare di Impatto Archeologico alla quale si rimanda per maggiori dettagli (Elaborato REL_009).

3.5.3 Caratterizzazione Paesaggistica e Visibilità dell'area di intervento.

L'area di intervento interessa una banchina all'interno del porto industriale di Porto Torres. Tale area è ubicata ad una distanza minima di circa 1 km dalla costa, la quale, per circa ulteriori 2 km verso l'interno, è interessata da una importante realtà industriale, caratterizzata da stabilimenti, serbatoi, camini e altre strutture tipiche di natura industriale

La presenza di tali elementi e la morfologia del terreno, ad ogni modo, riducono notevolmente e in alcuni casi annullano del tutto la visibilità sull'area di intervento, da gran parte delle aree fruibili (quindi esterne all'area industriale), a terra. Da Ovest e da Nord, inoltre, è la presenza stessa della banchina e del nastro trasportatore del carbone che corre lungo la banchina stessa, fino alla centrale di Fiume Santo, che occultano la visuale sull'area di intervento.

Per la componente simbolica del paesaggio, l'area industriale di Porto Torres (2350 ettari) rappresenta un luogo contraddistinto da un proprio status di rappresentatività e simbolismo ormai sedimentatosi nella cultura locale tanto che in tale zona, la componente vedutistica è prettamente di attività industriali. Nella zona sono insediate oltre un centinaio di aziende operative che danno lavoro a circa 1600 addetti. Le attività di trasformazione insediate in quest'area sono ripartite tra raffinerie, chimica e fibre, e sono di stimolo alla creazione di numerose aziende esterne di servizi, assistenza tecnica, produzioni e trasformazioni di materie derivate dalle lavorazioni di base del polo chimico.

Nella figura seguente si riportano due viste dell'area industriale di Porto Torres prospiciente il porto industriale.

Figura 3-82: Vista sulla zona industriale e l'annesso porto di Porto Torres (*https://www.cipsassari.it/servizi/depurazione/*)

Per quanto riguarda, invece, l'elettrodotto il suo tracciato segue quello del carbonodotto esistente che collega la diga foranea alla centrale di Fiume Santo fino a qualche decina di metri prima dell'attraversamento del Fiume Santo.

Nelle Figure sottostanti si riportano degli inquadramenti del carbonodotto.

Figura 3-83: Vista del tratto del tracciato dell'elettrodotto tra le aree seminative e a rigenerazione

Figura 3-84: Vista del tracciato dell'elettrodotto dall’area limitrofa

L’area di intervento risulta attualmente essere di basso pregio paesaggistico per via della presenza delle numerose opere antropiche.

3.6 Popolazione e salute umana

3.6.1 Popolazione residente

L'Ufficio di Statistica della Regione Sardegna ha pubblicato a febbraio 2022 il report *Statistiche demografiche - bilancio demografico della popolazione*, aggiornando le tavole sulla popolazione residente totale e straniera con i dati definitivi frutto del riallineamento statistico con le risultanze del Censimento permanente della popolazione.

Il report ha la finalità di illustrare l'andamento della popolazione residente in Sardegna nel breve (2018-2020) e nel lungo periodo (1992-2020) attraverso l'analisi delle sue componenti (nascite, decessi, iscrizioni e cancellazioni per trasferimento di residenza) con un focus sulla dinamica demografica nell'anno della diffusione della pandemia da COVID19. Il Report approfondisce i dati e gli indicatori relativi allo spaccato della realtà sarda, con dettaglio provinciale, confrontandoli con quelli del Mezzogiorno e dell'Italia.

Le statistiche sono costruite a partire da due fonti Istat: il Bilancio demografico della popolazione residente e la Ricostruzione intercensuaria del bilancio demografico.

Secondo quanto indicato nel report, al 31 dicembre 2020 la popolazione residente in Sardegna ammonta a 1.590.044 unità con una diminuzione di 21.577 residenti (-1,3%) rispetto al 31 dicembre del 2019, quasi il doppio della contrazione registrata nel biennio precedente (si veda **Figura 3-85**). Il decremento di popolazione interessa in modo generalizzato il Mezzogiorno, l'Italia e tutte le province sarde. Questo calo è attribuibile alla dinamica demografica negativa del saldo naturale e migratorio. A livello provinciale, la riduzione del numero di residenti supera la media regionale in tutti i territori (-1,7% Sassari e Sud Sardegna, -1,8% Nuoro e -1,6% Oristano) ad eccezione della Città metropolitana di Cagliari in cui si rileva uno scostamento del -0,3%.

Territorio	2018	2019	2020	Variazioni 2019-2018		Variazioni 2020-2019	
				v.a.	v.p.	v.a.	v.p.
Italia	59.816.673	59.641.488	59.236.213	-175.185	-0,3	-405.275	-0,7
Mezzogiorno	20.321.667	20.194.180	19.962.823	-127.487	-0,6	-231.357	-1,1
Sardegna	**1.622.257**	**1.611.621**	**1.590.044**	**-10.636**	**-0,7**	**-21.577**	**-1,3**
Sassari	*486.689*	*484.407*	*476.357*	*-2.282*	*-0,5*	*-8.050*	*-1,7*
Nuoro	*207.108*	*205.205*	*201.517*	*-1.903*	*-0,9*	*-3.688*	*-1,8*
Oristano	*156.623*	*154.974*	*152.418*	*-1.649*	*-1,1*	*-2.556*	*-1,6*
Sud Sardegna	*347.732*	*344.195*	*338.264*	*-3.537*	*-1,0*	*-5.931*	*-1,7*
C.m. Cagliari	*424.105*	*422.840*	*421.488*	*-1.265*	*-0,3*	*-1.352*	*-0,3*

Figura 3-85:Tavola 1 del report Statistiche demografiche – popolazione residente per provincia, Sardegna, Mezzogiorno e Italia. Anni 2018-2020

Per quanto riguarda le nascite e i decessi, il report indica che nel 2020 in Sardegna le nascite risultano pari a 8.262 unità, mentre i decessi raggiungono il livello di 18.809 unità. Ne consegue una dinamica naturale (nascite-decessi) negativa nella misura di 10.547 unità. Si conferma l'andamento negativo della natalità con una riduzione rispetto al 2019 pari al -6,7%, superiore di 0,6 punti percentuali rispetto al calo registrato fra il 2018 e il 2019.

La geografia delle nascite (**Figura 3-86**) mostra un calo molto accentuato in tutte le province sarde: Sassari, Nuoro e la Città metropolitana di Cagliari registrano i decrementi più alti e si discostano nettamente dal valore regionale (rispettivamente -9,5%, -9,0% e -7,6%). Le tre province mostrano un peggioramento anche rispetto alla variazione 2018-2019 in cui il calo incide rispettivamente di 3,9, 2,6 e 5,1 punti percentuali in più. La provincia del Sud Sardegna registra, invece, un leggero aumento del numero di nati (+0,6%) in controtendenza con tutti gli altri territori, recuperando 11,4 punti percentuali rispetto al biennio precedente in cui registrava il crollo di nascite peggiore fra tutte le province.

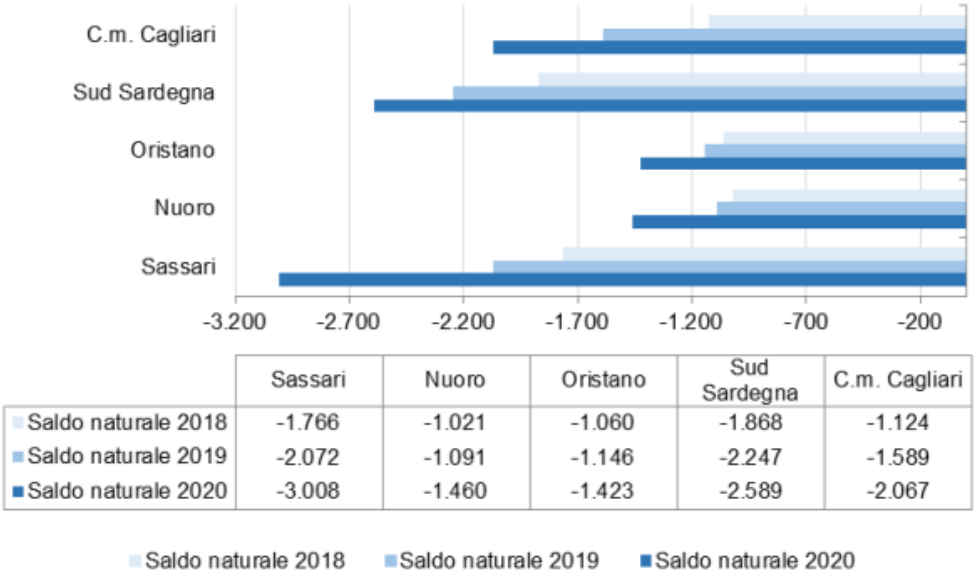
Territorio	2018	2019	2020	Variazioni 2019-2018		Variazioni 2020-2019	
				v.a.	v.p.	v.a.	v.p.
Italia	439.747	420.084	404.892	-19.663	-4,5	-15.192	-3,6
Mezzogiorno	156.800	150.381	144.754	-6.419	-4,1	-5.627	-3,7
Sardegna	**9.438**	**8.858**	**8.262**	**-580**	**-6,1**	**-596**	**-6,7**
Sassari	*3.023*	*2.853*	*2.582*	*-170*	*-5,6*	*-271*	*-9,5*
Nuoro	*1.285*	*1.203*	*1.095*	*-82*	*-6,4*	*-108*	*-9,0*
Oristano	*819*	*758*	*709*	*-61*	*-7,4*	*-49*	*-6,5*
Sud Sardegna	*1.922*	*1.715*	*1.725*	*-207*	*-10,8*	*10*	*0,6*
C.m. Cagliari	*2.389*	*2.329*	*2.151*	*-60*	*-2,5*	*-178*	*-7,6*

Figura 3-86:Tavola 2 del report Statistiche demografiche – numero di nati per provincia, Sardegna, Mezzogiorno e Italia. Anni 2018-2020

Nel corso del 2020 i decessi (**Figura 3-87**) sono aumentati del +10,6% rispetto al 2019, 6,1 punti percentuali in più rispetto al biennio precedente. L'incremento della mortalità a livello provinciale investe tutti gli ambiti territoriali: Sassari, Nuoro e Oristano mostrano un aumento dei decessi superiore a quello della Sardegna (rispettivamente +13,5%, +11,4 % e +12,0%). Nel Sud Sardegna e nella Città metropolitana di Cagliari, invece, l'aumento è inferiore al dato regionale (rispettivamente +8,9% e +7,7%). La Città metropolitana di Cagliari è l'unico territorio che mostra una variazione 2020-2019 inferiore rispetto a quella registrata nel 2019-2018 (+11,5%).

Territorio	2018	2019	2020	Variazioni 2019-2018		Variazioni 2020-2019	
				v.a.	v.p.	v.a.	v.p.
Italia	633.133	634.417	740.317	1.284	0,2	105.900	16,7
Mezzogiorno	205.220	207.353	225.139	2.133	1,0	17.786	8,6
Sardegna	**16.277**	**17.003**	**18.809**	**726**	**4,5**	**1.806**	**10,6**
Sassari	*4.789*	*4.925*	*5.590*	*136*	*2,8*	*665*	*13,5*
Nuoro	*2.306*	*2.294*	*2.555*	*-12*	*-0,5*	*261*	*11,4*
Oristano	*1.879*	*1.904*	*2.132*	*25*	*1,3*	*228*	*12,0*
Sud Sardegna	*3.790*	*3.962*	*4.314*	*172*	*4,5*	*352*	*8,9*
C.m. Cagliari	*3.513*	*3.918*	*4.218*	*405*	*11,5*	*300*	*7,7*

Figura 3-87:Tavola 2 del report Statistiche demografiche – numero di morti per provincia, Sardegna, Mezzogiorno e Italia. Anni 2018-2020



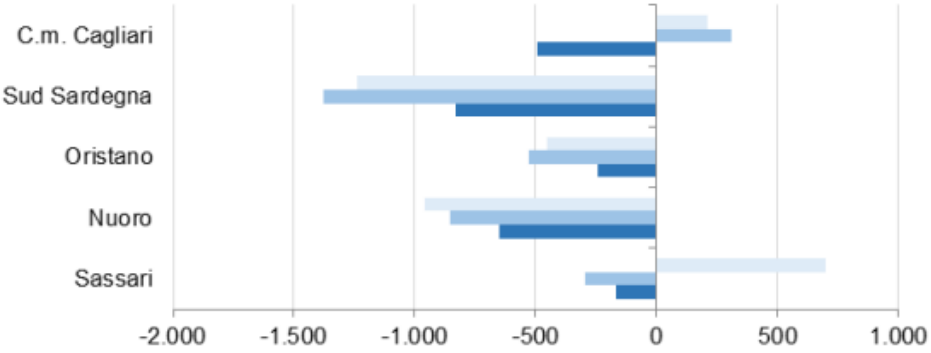
	Sassari	Nuoro	Oristano	Sud Sardegna	C.m. Cagliari
Saldo naturale 2018	-1.766	-1.021	-1.060	-1.868	-1.124
Saldo naturale 2019	-2.072	-1.091	-1.146	-2.247	-1.589
Saldo naturale 2020	-3.008	-1.460	-1.423	-2.589	-2.067

Figura 3-88: Grafico 3 del report Statistiche demografiche Saldo naturale per provincia. Anni 2018-2020

Nel 2020 le migrazioni sono state limitate a causa della pandemia, in quanto sono state imposte barriere all'ingresso dei confini nazionali e limitazioni al movimento interno. In Sardegna le iscrizioni totali in anagrafe per trasferimento di residenza si sono ridotte del -9,5% rispetto al

2019 (da 37mila a 33mila), le cancellazioni del -9,8% (da 40mila a 36mila), determinando un saldo migratorio 2020 negativo pari a -2.394 unità. Se si osserva la variazione del biennio precedente, emerge come il movimento migratorio regionale fosse cresciuto sia in termini di iscritti (+3,0%) che, in misura maggiore, di cancellati (+5,5%).

A livello provinciale (**Figura 3-89**), Sassari registra la riduzione maggiore con -13,5% di iscrizioni e -14,4% di cancellazioni. La diminuzione del numero di iscritti è nettamente inferiore nelle province di Oristano e Sud Sardegna (rispettivamente -3,7% e -4,7%). Mentre il decremento minore nel numero di cancellati in anagrafe si verifica nella Città metropolitana di Cagliari (-4,7%). Confrontando le variazioni 2019-2020 con quelle del biennio precedente, che mostravano segno positivo di iscritti e cancellati in tutte le province, spicca Sassari dove si registra un divario nei cancellati di ben 26,1 punti percentuali.



	Sassari	Nuoro	Oristano	Sud Sardegna	C.m. Cagliari
Saldo migratorio 2018	695	-960	-451	-1.237	207
Saldo migratorio 2019	-297	-857	-528	-1.376	309
Saldo migratorio 2020	-169	-651	-247	-832	-495

Saldo migratorio 2018 Saldo migratorio 2019 Saldo migratorio 2020

Figura 3-89: Grafico 5 del report Statistiche demografiche Saldo migratorio per provincia. Anni 2018-2020

3.6.2 La dinamica demografica nell'anno del COVID19 e di lungo periodo

Come indicato nel report Statistiche demografiche, la denatalità in Sardegna è un fenomeno in crescita oramai da un decennio che si conferma nel 2020. Eventuali influenze della pandemia sul calo delle nascite possono riguardare solo il mese di dicembre corrispondente ai concepimenti del mese di marzo (inizio prima ondata). Si può, infatti, ritenere che la situazione di incertezza prevalsa con l'avvio del primo lockdown possa aver condizionato la scelta di rinviare il concepimento. Un'analisi delle ricadute effettive della pandemia sulla natalità può essere sviluppata solo con riferimento alle nascite del 2021, proprio per effetto del lasso temporale fra la data del concepimento e la nascita.

Per quanto riguarda i decessi, sebbene i dati riguardino i decessi per qualunque causa, dalla distribuzione per ondate di epidemia COVID19 si può osservare il progressivo incremento del numero di morti durante le diverse fasi, in rapporto agli stessi periodi dell'anno precedente. In Sardegna alla fine della prima ondata (marzo-maggio) si registra un lieve incremento dei decessi del +1,8% rispetto al 2019, incremento che al temine della fase di transizione (giugno-settembre) si attesta al +3,5% e che accelera in modo significativo alla fine della seconda ondata (ottobre-dicembre) con il +41,3% rispetto allo stesso periodo del 2019. Come conseguenza dell'aumento della mortalità, il saldo naturale (nati-morti, si veda **Figura 3-90**) peggiore in

Sardegna si riscontra a fine seconda ondata (-3.585) con una differenza di 1.848 unità rispetto allo stesso periodo del 2019.

Andando a osservare il fenomeno a livello provinciale, si evince il triste primato della provincia di Sassari che a fine seconda ondata registra un aumento, rispetto al corrispondente periodo dell'anno precedente, del +43,7% di morti cui seguono la provincia di Nuoro (+41,9%) e Oristano (+41,7%).

La diminuzione della mobilità dovuta alle misure di contenimento sanitario del 2020 ha influito sul fenomeno migratorio interno ed esterno. Per quanto riguarda le iscrizioni, rispetto allo stesso periodo del 2019, in Sardegna si riducono del -41,8% (Italia -46,0% e Mezzogiorno -46,6%), più delle cancellazioni la cui variazione è del -34,8% (Italia -40,0% e Mezzogiorno -44,0%). A livello provinciale, sempre al termine della prima ondata, Sassari registra la diminuzione maggiore di iscritti (-47,3%), mentre Oristano quella di cancellati (-40,9%). In questa fase si ha anche il saldo migratorio (iscritti-cancellati) negativo più elevato in Sardegna pari a -1.058, mentre nel corrispondente periodo del 2019 era -653. Durante la fase di transizione (giugno-settembre), con l'allentamento delle misure, si ha una ripresa delle iscrizioni e cancellazioni regionali, rispettivamente del +1,3% e +0,3%, rispetto allo stesso periodo del 2019, in controtendenza rispetto all'Italia (-5,0% e -2,6%) e alle cancellazioni del Mezzogiorno (-5,1%) in cui però aumentano le iscrizioni (+0,8%).

Analizzando i territori regionali, la provincia con la variazione positiva più elevata di iscrizioni rispetto all'anno precedente è quella del Sud Sardegna con il +9,9%, mentre per i cancellati le province di Oristano e di Sassari scontano ancora variazioni negative del -9,3% e del -1,5%. L'incremento delle iscrizioni totali viene confermato anche al termine della seconda ondata (ottobre-dicembre) con il +1,9% rispetto agli stessi mesi del 2019 (Italia -1,6% e Mezzogiorno +3,8%), mentre le cancellazioni registrano una diminuzione del -2,0% (Italia -1,5% e Mezzogiorno -4,1%). Si segnala il movimento migratorio maggiore rispetto al 2019 nella provincia di Oristano con il +11,7% di iscrizioni e il +10,1% di cancellazioni.

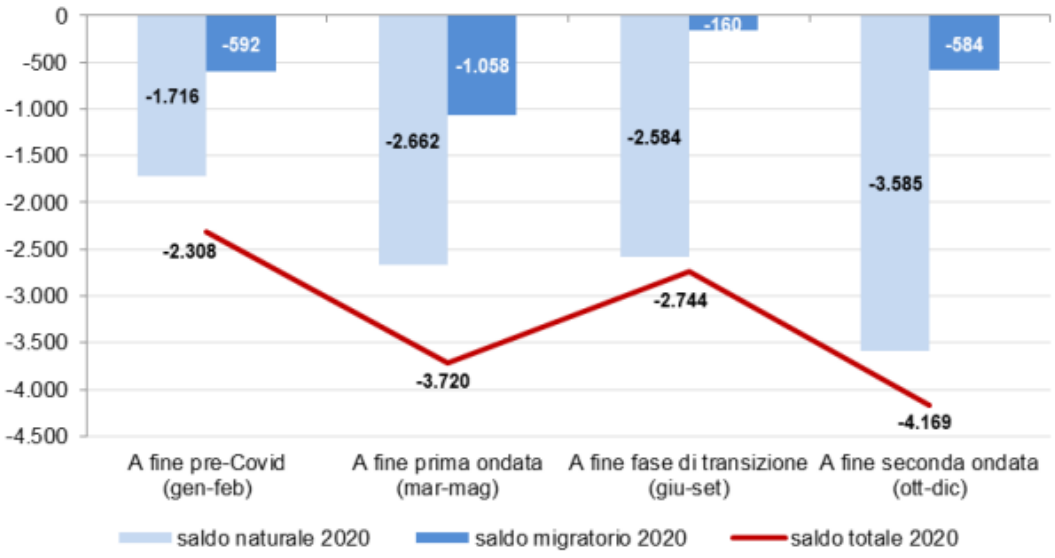


Figura 3-90: Grafico 14 del report Statistiche demografiche – bilancio demografico per ondate di epidemia COVID19. Sardegna Anno 2020

La combinazione tra bassa natalità, contenuta fecondità, allungamento della vita media e conseguente invecchiamento della popolazione, oltre al minore apporto della popolazione straniera (nel 2020 in Sardegna gli stranieri diminuiscono del -5,7% rispetto al 2019), ha rafforzato la tendenza ad una progressiva contrazione della popolazione iniziata nel 2015.

Nell'ultimo lustro la popolazione residente diminuisce in media del -0,8% (Italia -0,5% e Mezzogiorno -0,9%), con un calo più evidente fra il 2019 e il 2020 del -1,3% (Italia -0,7% e Mezzogiorno -1,1%). Le nascite, come già evidenziato, subiscono un drastico calo dal 2010 con una variazione media nell'ultimo decennio del -4,5% (Italia -2,7% e Mezzogiorno -2,8%). Il crollo delle nascite è, in parte, dovuto agli effetti strutturali indotti dalle modificazioni della popolazione femminile in età feconda, convenzionalmente fissata tra 15 e 49 anni. A partire dagli anni duemila l'apporto dell'immigrazione, con l'ingresso di popolazione giovane e con comportamenti riproduttivi differenti, aveva rallentato – anche a seguito dei ricongiungimenti familiari – la denatalità, ma questo controbilanciamento ha perso efficacia a causa dell'aumento dell'età media della popolazione straniera residente e del processo di assimilazione nei comportamenti riproduttivi. L'andamento della mortalità non segue negli anni una tendenza costante. Fra un anno e l'altro possono, infatti, verificarsi diminuzioni o aumenti anche importanti nel numero di decessi causati da eventi eccezionali come, ad esempio, l'azione di virus influenzali in epoca invernale e la pandemia da Covid-19 nel 2020.

3.6.3 Salute pubblica

Per quanto riguarda gli indicatori di mortalità, in Sardegna, secondo i dati ISTAT – HFA Aggiornamento dicembre 2020, la principale causa di morte sono le malattie del sistema circolatorio, seguite dai tumori[17].

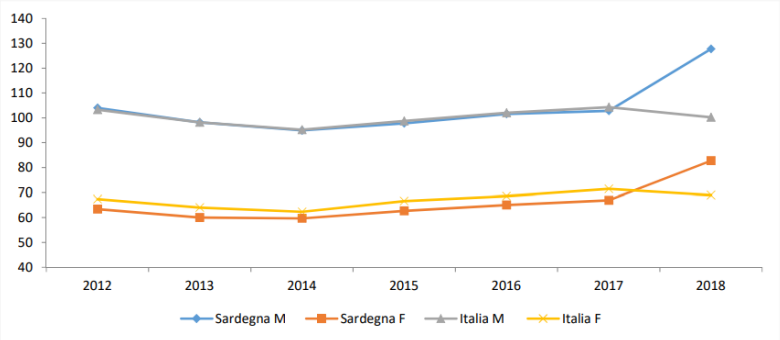


Figura 3-91: Tasso standardizzato di mortalità (per 10.000 abitanti) in Sardegna e in Italia. Anni 2012-2018 (fonte ISTAT HFA)

Ad integrazione dei risultati delle elaborazioni dei dati di mortalità ISTAT si riporta quanto contenuto in merito al profilo di salute della popolazione residente nel comune di Porto Torres nel Rapporto ISTAN 22/13 già menzionato per la caratterizzazione dello stato di contaminazione dell'area del SIN.

Come indicato nel Rapporto ISTAN 22/13, l'area di Porto Torres è stata inclusa in studi epidemiologici geografici su base comunale. Uno studio di coorte occupazionale ha, inoltre, valutato l'incidenza tumorale nei lavoratori del petrolchimico di Porto Torres. Un primo studio su base geografica pubblicato nel 2006 ha prodotto stime di rischio per l'area industriale di Porto Torres effettuando valutazioni per l'insieme dei comuni di Castelsardo, Porto Torres, Sassari, Sennori, Sorso, Stintino (Biggeri et al., 2006). Sono stati analizzati i dati di mortalità derivanti dall'archivio dell'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT) per il periodo 1981- 2001, i dati di ricovero relativi agli anni 2001-2003, e i dati di incidenza tumorale per il periodo 1992-2002. Le analisi sono state condotte utilizzando come riferimento la popolazione regionale

[17] https://www.regione.sardegna.it/documenti/1_38_20210513101810.pdf

Le analisi sono state condotte utilizzando come riferimento la popolazione regionale e aggiustando per livello di deprivazione materiale. Relativamente alla mortalità, lo studio ha mostrato un eccesso per tutte le cause, per le malattie infettive, per quelle dell'apparato digerente, per tutti i tumori, per i tumori del fegato e per quelli del sistema linfoematopoietico e, per il genere femminile, per le malattie respiratorie. Per i ricoveri e ricoverati sono stati osservati eccessi per le malattie infettive, e i tumori del fegato, del polmone, della prostata. L'incidenza tumorale ha mostrato eccessi per tutti i tumori maligni, per quelli del colon, del fegato, del polmone, della prostata, e i tumori della mammella e ovaio.

Uno studio recente [18]ha descritto la mortalità in Sardegna nel periodo 2012-2017 mediante l'utilizzo dei dati di mortalità ISTAT e utilizzando il riferimento regionale nel calcolo degli indicatori epidemiologici Questo studio ha riportato per il SIN di Porto Torres, ossia per l'insieme dei comuni di Porto Torres e Sassari, un eccesso della mortalità generale in entrambi i generi (Russo et al., 2021). Tra le principali cause per le quali sono stati osservati eccessi sono le malattie del sistema respiratorio, le malattie del sistema nervoso e degli organi di senso, in particolare Alzheimer, e le cause mal-definite, nonché un eccesso di mortalità è stato osservato per l'insieme dei tumori per il genere femminile. L'analisi di mortalità per specifiche sedi tumorali ha evidenziato eccessi per altri tumori maligni del tessuto linfoematopoietico negli uomini, ed eccessi per tumori maligni della trachea, bronchi e polmoni, tumori maligni del pancreas e per altri tumori maligni nelle donne.

Inoltre, uno studio[19] di coorte condotto tra i lavoratori del petrolchimico industriale di Porto Torres ha descritto l'incidenza tumorale relativamente agli anni 1990-2006, evidenziando nell'intera coorte un aumento del rischio per l'insieme dei tumori e in particolare per il linfoma non–Hodgkin (Budroni et al., 2010). Lo studio ha, inoltre, evidenziato un aumento del rischio per neoplasie del sistema linfoematopoietico nei lavoratori impiegati nella produzione del cloruro vinile monomero e un aumento del tumore alla vescica nei lavoratori potenzialmente esposti ad asbesto. Fino ad oggi nessuno studio ha descritto i profili di salute della popolazione residente nel Comune di Porto Torres in relazione allo specifico contesto ambientale. Gli studi geografici effettuati hanno riguardato insiemi di comuni e periodi lontani dal presente, a eccezione dell'ultimo studio eseguito in ordine temporale (Russo et al., 2021) che ha riguardato il SIN di Porto Torres e il solo esito della mortalità. Inoltre, tutti gli studi geografici hanno avuto un'impostazione generale, includendo diverse aree nelle analisi e prendendo a riferimento per il calcolo degli indicatori la regione Sardegna, e non una macro-area selezionata ad hoc in quanto riferimento con caratteristiche più simili al contesto locale.

Infine, è stato di recente pubblicato *Salute e Ambiente a Porto Torres. Risultati dello studio epidemiologico descrittivo del profilo di salute della popolazione residente a Porto Torres*[20] dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS, 14/06/22). lo studio epidemiologico effettuato nell'area comunale di Porto Torres per descrivere il profilo di salute della popolazione residente. L'iniziativa prende origine da una convezione che l'ATS Sardegna - ASSL Sassari e l'Assessorato alla Sanità della Regione Sardegna hanno con l'Istituto Superiore di Sanità (ISS)

L'obiettivo dell'indagine epidemiologica è descrivere il profilo di salute della popolazione residente nel comune Porto Torres in termini di mortalità, incidenza tumorale e ospedalizzazione.

Il profilo di salute generale per ciascun esito è rappresentato dai grandi gruppi di cause. Il profilo di mortalità generale analizza: a) la totalità delle cause naturali ed esterne; b) i 5 grandi gruppi di cause considerati in SENTIERI; c) il gruppo di cause del sistema nervoso centrale, vista la sua rilevanza rispetto agli inquinanti prioritari identificati per l'area di Porto Torres. Le cause, i relativi

[18] *La mortalità in Sardegna nel periodo 2012-2017*", Russo et al., 2021

[19] *Cancer incidence among petrochemical workers in the Porto Torres industrial area 1990-2006*" Budroni et al., 2010

[20] https://www.iss.it/-/salute-e-ambiente-a-porto-torres.-risultati-dello-studio-epidemiologico-descrittivo-del-profilo-di-salute-della-popolazione-residente-a-porto-torres.

codici nosologici International Classification Disease (ICD-10) e gli inquinanti prioritari sono riportati in **Tabella 3-25**.

Tabella 3-25: Profilo di mortalità generale: cause inquinanti prioritari e codici ICD-10 (Rapporto ISTSAN 22/13)

Cause di mortalità	Inquinanti prioritari [a]	Codici ICD-10
Tutte le cause naturali ed esterne		A00-T98
Tutti i tumori		C00-D48
Malattie del sistema nervoso centrale	Xileni, Triclorometano, Arsenico, Piombo, Toluene	G00-G99
Malattie del sistema circolatorio	Arsenico, Piombo	I00-I99
Malattie dell'apparato respiratorio	Toluene, Nichel, Vanadio, Xileni, Cadmio, Acrilonitrile	J00-J99
Malattie dell'apparato digerente	Idrocarburi policiclici aromatici, Cromo esavalente	K00-K93
Malattie dell'apparato urinario	Idrocarburi policiclici aromatici, Cadmio, Piombo, Triclorometano	N00-N39

[a] Sono riportate le sole indicazioni di pericolo. Il pericolo dipende dalle caratteristiche intrinseche degli inquinanti, che hanno la "plausibilità" di indurre certi effetti. La possibilità che gli effetti si manifestino nella situazione reale dipende dalla esposizione e dal relativo scenario (entità, durata, via, frequenza).

Il profilo di ospedalizzazione generale, come mostrato in **Tabella 3-26**, include:

a) tutte le cause naturali (escluse, quindi, quelle riguardanti eventi accidentali, gravidanza, parto, puerperio e relative complicanze);

b) i 5 grandi gruppi di cause considerati in SENTIERI;

c) il gruppo di cause del sistema nervoso centrale, vista la sua rilevanza rispetto agli inquinanti prioritari identificati per l'area di Porto Torres.

Tabella 3-26: Profilo di ospedalizzazione: cause inquinanti prioritari e codici ICD9-CM (Rapporto ISTSAN 22/13)

Cause di ricovero	Inquinanti prioritari [a]	Codici ICD-9-CM
Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio)		001-629, 677-799
Malattie del sistema nervoso centrale	Xileni, Triclorometano, Arsenico, Piombo, Toluene	330-349
Malattie del sistema circolatorio	Arsenico, Piombo	390-459
Malattie dell'apparato respiratorio	Toluene, Nichel, Vanadio, Xileni, Cadmio, Acrilonitrile	460-519
Malattie dell'apparato digerente	Idrocarburi policiclici aromatici, Cromo esavalente	520-579
Malattie dell'apparato urinario	Idrocarburi policiclici aromatici, Cadmio, Piombo, Triclorometano	580-599

[a] Sono riportate le sole indicazioni di pericolo. Il pericolo dipende dalle caratteristiche intrinseche degli inquinanti, che hanno la 'plausibilità' di indurre certi effetti.
La possibilità che gli effetti si manifestino nella situazione reale dipende dalla esposizione e dal relativo scenario (entità, durata, via, frequenza)

Il profilo di salute specifico per ogni esito è presentato in due tabelle: la prima riguarda le cause per le quali l'evidenza epidemiologica ha mostrato un eccesso di rischio nelle popolazioni residenti in prossimità di poli petrolchimici o centrali termoelettriche (**Tabella 3-27**); la seconda (**Tabella 3-28**) le cause associate agli inquinanti prioritari identificati per l'area di Porto Torres per le quali non c'è evidenza da studi epidemiologici.

In ogni tabella, per ciascuna causa sono segnalati gli inquinanti prioritari a essa associabili con la specifica del livello di evidenza e, se disponibile, l'informazione sulla/e via/e di esposizioni possibili o probabili. Per ciascuna causa sono inoltre riportati i codici nosologici di riferimento. Le cause tumorali sono rappresentate per gli esiti della mortalità e dell'incidenza oncologica e non per l'ospedalizzazione, in quanto più affidabili e tra loro complementari nel rilevare rispettivamente l'occorrenza e l'eventuale exitus degli eventi tumorali. Per le cause tumorali si riporta all'interno delle parentesi l'evidenza di cancerogenicità IARC (es. sufficiente, limitata), segue in corsivo la notazione sulle vie d'esposizione della popolazione ritenute probabili o possibili.

Tabella 3-27: Profilo di salute specifico della mortalità – cause a priori da evidenze epidemiologiche (Rapporto ISTSAN 22/13)

Cause	Inquinanti prioritari (evidenza per le cause oncologiche; vie di esposizione)	Codici ICD-10
Tumore maligno della trachea, dei bronchi e del polmone	Idrocarburi policiclici aromatici (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*) Arsenico (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Cadmio (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Nichel (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Cromo esavalente (sufficiente, *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Benzene (limitata; *esposizione inalatoria probabile*) Acrilonitrile (limitata; *esposizione inalatoria probabile*)	C33-C34
Leucemia	Benzene (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile*) Diossine e furani (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*)	C91-C95
Malattie respiratorie acute	Nichel (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Vanadio (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Cromo esavalente (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Cadmio (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*)	J00-J06 J10-J18 J20-J22
Tumori del sistema nervoso centrale		C70-C72, D32-D33
Mesotelioma	Amianto*	C45
Melanoma maligno della cute	Idrocarburi policiclici aromatici (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*) Arsenico (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Policlorobifenili diossina-simile (sufficiente; *inalatoria probabile, esposizione orale possibile*)	C43
Tumore maligno della cistifellea		C23-C24
Tumore maligno della vescica	Idrocarburi policiclici aromatici (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*) Arsenico (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*)	C67
Tumore maligno del rene	Arsenico (limitata; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Cadmio (limitata; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*)	C64
Mieloma multiplo e tumori immuno-proliferativi	Benzene (limitata; *esposizione inalatoria probabile*)	C88 C90

* l'Amianto non è stato incluso tra gli inquinanti prioritari del Sito di Porto Torres rispetto ai dati ambientali analizzati. Tuttavia, ne è riconosciuta la presenza e il rischio associato in diversi studi italiani riferiti a impianti petrolchimici

Tabella 3-28: Profilo di salute specifico della mortalità – inquinanti prioritari e organi bersaglio, codici ICD-10 (Rapporto ISTSAN 22/13)

Cause associate ai soli inquinanti prioritari	Inquinanti prioritari (evidenza per le cause oncologiche; vie di esposizione)	Codici ICD-10
Tumore maligno dello stomaco	Cromo esavalente (scarsa; *esposizione orale probabile, esposizione inalatoria probabile*) Piombo (limitata; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*)	C16
Tumore maligno del fegato e dei dotti biliari intraepatici	Cloruro di vinile (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile*)	C22
Tumore maligno delle cavità nasali e paranasali	Cadmio (limitata; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Nichel (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Cromo esavalente (limitata; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*)	C30.0 C31
Tumore maligno della mammella	Diossine e furani (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*) Policlorobifenili diossina-simile (limitata; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*)	C50
Tumore maligno della prostata	Cadmio (limitata; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*)	C61
Tumori maligni del tessuto linfoematopoietico e tessuti correlati	Benzene (sufficiente/limitata, *esposizione inalatoria probabile*) Diossine e furani (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*)	C81-C96
Linfoma non-Hodgkin	Benzene (limitata, *esposizione inalatoria probabile*) Diossine e furani (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*) Policlorobifenili diossina-simile (limitata; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*)	C82-C85 C96
Diabete mellito	Arsenico (*esposizione orale probabile, esposizione inalatoria probabile*)	E10-E14
Epatite	Triclorometano (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*)	K71
Cirrosi	Cloruro di vinile (*esposizione inalatoria probabile*)	K74
Malattie glomerulari e tubulo-interstiziali, insufficienze renali	Cadmio (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Piombo (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Triclorometano (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*)	N00-N06 N10-N12 N14-N15 N17-N19
Insufficienza renale cronica	Cadmio (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Piombo (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Triclorometano (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*)	N18

Le **Tabelle 3-29** e **3-30** riportano le cause del profilo specifico dell'incidenza tumorale. Infine, le **Tabelle 3-31**- e **3-32** riportano le cause d'interesse per l'ospedalizzazione

Tabella 3-29: Profilo di salute specifico incidenza tumorale – a priori da evidenze epidemiologiche - (residenza e occupazione), codici ICD-10 (Rapporto ISTSAN 22/13)

Cause oncologiche/sede	Inquinanti prioritari (evidenza per le cause oncologiche; vie di esposizione)	Codici ICD-10
Trachea, bronchi e polmone	Idrocarburi policiclici aromatici (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*) Arsenico (sufficiente, *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Cadmio (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Nichel (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Cromo esavalente (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Benzene (limitata; *esposizione inalatoria probabile*) Acrilonitrile (limitata; *esposizione inalatoria probabile*)	C34
Leucemie	Benzene (sufficiente, *esposizione inalatoria probabile*) Diossine e furani (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*)	C91-C95
Sistema nervoso centrale		C70-C72
Mesoteliomi totali	Amianto*	C45
Melanoma della pelle	Idrocarburi policiclici aromatici (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*) Arsenico (sufficiente, *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Policlorobifenili diossina-simile (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*)	C43
Cistifellea		C23-C24
Vescica	Idrocarburi policiclici aromatici (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*) Arsenico (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*)	C67 D09.0 D30.3 D41.4
Rene	Arsenico (limitata; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Cadmio (limitata; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*)	C64-C65
Mieloma multiplo	Benzene (limitata; *esposizione inalatoria probabile*)	C88 C90

* L'Amianto non è stato incluso tra gli inquinanti prioritari del Sito di Porto Torres rispetto ai dati ambientali analizzati. Tuttavia, ne è riconosciuta la presenza e il rischio associato in diversi studi italiani riferiti a impianti petrolchimici

Tabella 3-30: Profilo di salute specifico incidenza tumorale – inquinati prioritari, codici ICD-10 (Rapporto ISTSAN 22/13)

Cause oncologiche/ sede	Inquinanti prioritari (evidenza per le cause oncologiche; vie di esposizione)	Codici ICD-10
Stomaco	Cromo esavalente (scarsa; *esposizione orale probabile, esposizione inalatoria probabile*) Piombo (*limitata; esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*)	C16
Fegato e dotti biliari intraepatici	Cloruro di vinile (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile*)	C22
Cavità nasali e paranasali	Cadmio (limitata; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Nichel (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Cromo esavalente (limitata; *esposizione inalatoria probabile, esp orale probabile*)	C30.0 C31
Mammella	Diossine e furani (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*) Policlorobifenili diossina-simile (limitata; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*)	C50
Prostata	Cadmio (limitata; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile)*	C61
Tessuto linfatico, ematopoietico e tessuti correlati	Benzene (sufficiente/limitata; *esposizione inalatoria probabile*) Diossine e furani (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*)	C81-C96
Leucemia mieloblastica acuta	Benzene (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile*) Diossine e furani (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*)	C92.0
Linfoma non-Hodgkin	Benzene (limitata; *esposizione inalatoria probabile*) Diossine e furani (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*) Policlorobifenili diossina-simile (limitata; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*)	C82-C85 C96
Leucemia linfaticitica cronica	Benzene (limitata; *esposizione inalatoria probabile*) Diossine e furani (sufficiente; *esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*)	C91.1

Tabella 3-31: Profilo di salute specifico ospedalizzazione – a priori da evidenze epidemiologiche (residenza e occupazione), inquinati prioritari associati, codici ICD-9CM (Rapporto ISTSAN 22/13)

Causa	Inquinanti prioritari (evidenza per le cause oncologiche; vie di esposizione)	Codici ICD9-CM
Malattie respiratorie acute	Nichel (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Vanadio (*esposizione inalatoria probabile, esp orale probabile*) Cromo esavalente (*esposizione inalatoria probabile, esp orale probabile*) Acrilonitrile (*esposizione inalatoria probabile*)	460-466
Asma	Nichel (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*)	493

Tabella 3-32: Profilo di salute specifico ospedalizzazione – inquinati prioritari, codici ICD-9CM (Rapporto ISTSAN 22/13)

Cause associate ai soli inquinanti prioritari	Inquinanti prioritari (evidenza per le cause oncologiche; vie di esposizione)	Codici ICD9-CM
Diabete mellito	Arsenico (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*)	250
Neuropatie tossiche e infiammatorie non specificate	Piombo (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*)	357.9
Ipertensione	Piombo (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*)	401-405
Bronchite cronica	Nichel (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*)	490-491
Cirrosi e altre malattie croniche del fegato	Cloruro di vinile (*esposizione inalatoria probabile*) Triclorometano (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*)	571.4-571-9
Nefrite, sindrome nefrosica, nefrosi, comprese le insufficienze renali	Cadmio (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Piombo (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Triclorometano (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*)	580-586
Insufficienza renale cronica	Cadmio (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Piombo (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale probabile*) Triclorometano (*esposizione inalatoria probabile, esposizione orale possibile*)	585

Il profilo di salute generale della popolazione residente a Porto Torres mostra rischi simili alla popolazione di riferimento. Per la mortalità (2010-2019) ciò riguarda i diversi grandi gruppi di cause di morte a eccezione dell'eccesso di mortalità per malattie respiratorie nei maschi e del difetto nelle femmine per la mortalità generale, le malattie del sistema nervoso centrale e del sistema circolatorio. L'incidenza oncologica (2006-2015) complessiva dei tumori maligni è in linea con l'atteso nei maschi e in difetto con stima incerta nelle femmine, mentre l'ospedalizzazione (2010-2019) è perlopiù in difetto in entrambi i generi per tutti i grandi gruppi di cause con l'eccezione dei tumori maligni nei maschi ove è presente un eccesso con stima incerta. Nel profilo di salute specifico si osservano eccessi di rischio sia nella mortalità che nell'incidenza oncologica. Nei maschi sono in eccesso il tumore della trachea, bronchi e polmone e i mesoteliomi in entrambi gli esiti, è inoltre in eccesso la mortalità per le leucemie e il diabete, e l'incidenza oncologica per il tumore della vescica. Le leucemie sono in eccesso nei maschi anche per l'incidenza oncologica seppure con stima incerta. Nelle femmine è in eccesso l'incidenza oncologica per il tumore alla cistifellea e il tumore al rene ed è in difetto l'incidenza per il tumore alla tiroide. Per l'ospedalizzazione, invece, le stime sono generalmente in difetto nel profilo di salute specifico, così come nel profilo di salute generale, in particolare per le malattie respiratorie acute e il diabete mellito nei maschi e per l'ipertensione in entrambi i generi. Nelle fasce di età pediatrico-giovanili il numero dei casi osservati di mortalità (2010-2019) e di incidenza tumorale (2006-2015) è basso, come atteso in relazione alla dimensione della popolazione di Porto Torres

per eventi comunque rari in queste fasce di età. La mortalità osservata è tendenzialmente in difetto, seppure con stime incerte, mentre l'incidenza tumorale presenta alcuni eccessi con stime incerte basati su piccoli numeri. Per quanto riguarda l'ospedalizzazione (2010-2019) per tutte le cause naturali si osserva un eccesso nella fascia neonatale ed un difetto nella fascia adolescenziale e giovanile.

Lo studio descrittivo del contesto ambientale e del profilo di salute dei residenti a Porto Torres ha evidenziato i seguenti elementi di particolare nota nell'analisi delle relazioni salute-ambiente:

- andamenti temporali delle potenziali esposizioni, quando valutabili, in generale diminuzione, in particolare dopo il primo decennio degli anni 2000;
- profili di salute per grandi gruppi di cause nella popolazione generale di Porto Torres simili a quelli del territorio di riferimento con l'eccezione di alcuni eccessi di rischio nel genere maschile;
- andamenti temporali della mortalità negli uomini per l'insieme delle patologie tumorali con frequenza maggiore a Porto Torres rispetto al territorio di riferimento, in particolare nel periodo tra la fine degli anni '90 e la fine del primo decennio degli anni 2000;
- mortalità (2010-2019) e incidenza oncologica (2006-2015) con eccessi di rischio negli uomini per alcune patologie associabili a potenziali esposizioni pregresse nel contesto di lavoro nel complesso petrolchimico;
- segnale di attenzione per il potenziale rischio di leucemia in associazione con l'esposizione a benzene.

3.6.4 Inquadramento socioeconomico: attività economiche e turismo

Per quanto riguarda le attività economiche, come mostrato in Figura 3-92: Distribuzione settori industriali e servizi nell'anno 2017 (Fonte: Istat, Frame-SBS territoriale), il comune di Porto Torres si classifica tra i comuni con maggior numero di unità industriali di settori "attivi" (132) e in fascia media per il numero di unità di servizio in settori "attivi" (515). Porto Torres è il quinto comune della Sardegna settentrionale per concentrazione di attività di impresa (fonte ISTAT).

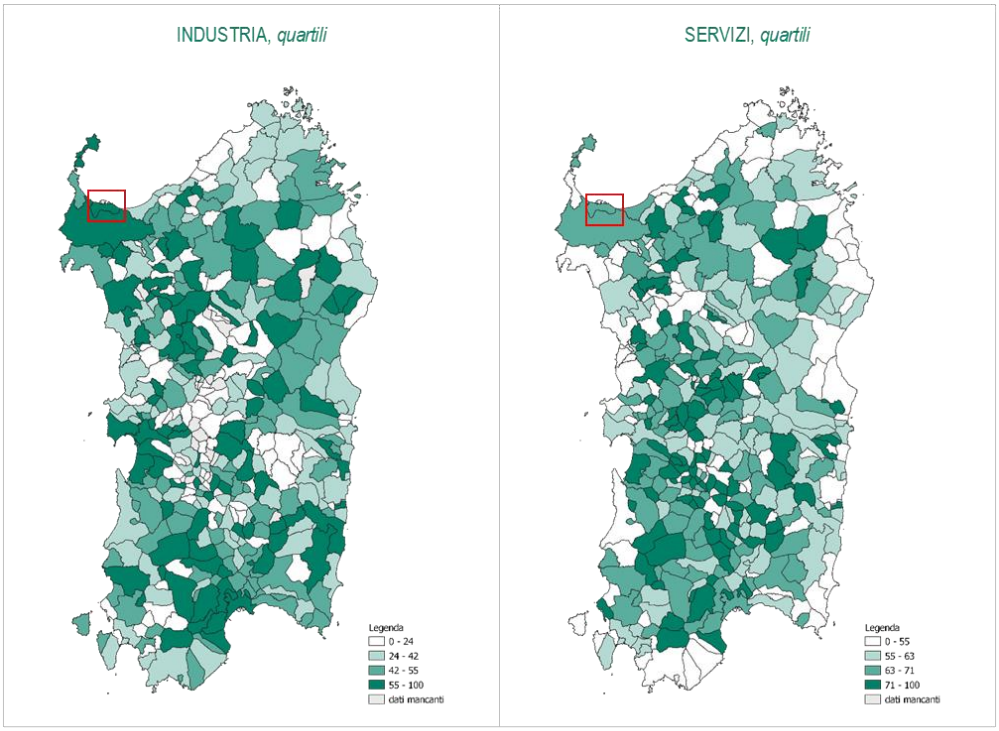


Figura 3-92: Distribuzione settori industriali e servizi nell'anno 2017 (Fonte: Istat, Frame-SBS territoriale)

Dal punto di vista del sistema imprenditoriale proprio del comune di Porto Torres, si evidenzia una larga presenza delle attività commerciali, pari al 26% sulla totalità delle imprese, seguito dai servizi (21%), quindi il settore costruzioni (15%) ed infine agricoltura e pesca (13%) (fonte Consorzio Industriale Provinciale di Sassari [21]).

Figura 3-93: Sistema imprenditoriale Porto Torres (fonte: CIP Sassari)

Per quanto riguarda il turismo, il comune di Porto Torres si classifica al diciannovesimo posto su 92 comuni per presenza turistica nelle proprie strutture ricettive (fonte Consorzio Industriale Provinciale di Sassari[22]). Di particolare importanza è la zona portuale di Porto Torres, in quanto è il secondo scalo della Sardegna per quanto riguarda i passeggeri, e primo per le merci [23]. Il porto è punto cardine d'accesso all'isola dell'Asinara, uno dei tre parchi nazionali della regione Sardegna.

21 https://www.cipsassari.it/analisi-economiche-e-statistiche-porto-torres/).

22 https://www.cipsassari.it/analisi-economiche-e-statistiche-porto-torres/).

23 https://interreg-maritime.eu/documents/782647/1724678/T322_IT.pdf/57c1256b-dbd3-4657-b5af-21ed654899d1

Il porto è un porto "multipurpose" in quanto è composto da due zone ben distinte (**Figura 3-96**): il porto commerciale e turistico, la parte antica del porto, facilmente raggiungibile dalla città e dedicato alle navi passeggeri e merci e al traffico da diporto; il porto industriale (interessato dal progetto oggetto del presente studio), situato fuori città, in cui attraccano traghetti passeggeri e allo sbarco merci, container sabbie e minerali e con accesso proibito alle unità da diporto. Il porto industriale di Porto Torres ha nella zona ovest il molo ASI, terminale lungo 800 m non accessibile e dedicato al traffico di combustibili solidi e liquidi.

Nell'anno 2019, il porto ha registrato l'arrivo di 1.060.577 passeggeri su traghetti e altrettanti veicoli privati e commerciali (fonte CIP Sassari[24]). È reperibile online [25] un'analisi statistica delle partenze e degli arrivi secondo tipologia di nave. Analizzando i dati disponibili, si nota che in media nel mese di novembre 2022 la tipologia di nave più attiva in porto è stata quella da pesca e navi passeggeri. Si riporta in **Figura 3-94** una vista "live" (12 dicembre 2022) sul porto di Porto Torres (fonte Marine Traffic[26]) in cui sono rappresentate le tipologie di navi e la loro posizione all'interno del porto industriale.

24 https://www.cipsassari.it/analisi-economiche-e-statistiche-porto-torres/).
25 https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ports/240?name=PORTO-TORRES&country=Italy
26 https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ports/240?name=PORTO-TORRES&country=Italy

Figura 3-94: Tipologia di navi e posizioni di attracco nel porto industriale di Porto Torres (fonte MarineTraffic)

In **Figura 3-95** è raffigurata la densità di traffico marino da/a porto di Porto Torres, ottenuta grazie a dati AIS (Automatic Identification System).

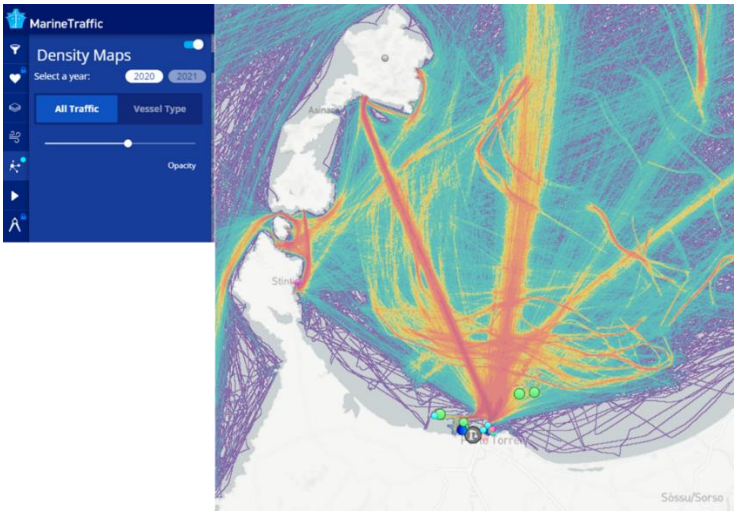


Figura 3-95: Densità traffico marino (tutti i tipi di nave) a/da porto di Porto Torres (fonte: AIS Marine Traffic[27])

In prossimità del porto industriale, Porto Torres conta una zona industriale con più di un centinaio di aziende operative e un personale addetto di .1600 persone. Le attività di trasformazione insediate in quest'area sono ripartite tra raffinerie, chimica e fibre, e sono di stimolo alla creazione di numerose aziende esterne di servizi, assistenza tecnica, produzioni e trasformazioni di materie derivate dalle lavorazioni di base del polo chimico.

[27] https://www.marinetraffic.com/en/ais/home/centerx:8.5/centery:41.0/zoom:11

Figura 3-96: Porto industriale (riquadro rosso a sinistra) e porto commerciale e turistico (riquadro rosso a destra) (fonte : PagineAzzurre)

Attività di acquacoltura, algacoltura e attività ricreative

Riguardo le zone adibite ad acquacoltura e/o algacolture, nella regione Sardegna sono presenti molteplici impianti per l'allevamento di specie ittiche pregiate sia di acqua salata che di acqua dolce e di molluschi. Le attività presenti sia in mare aperto che in vasche a terra, ben si integrano con l'ambiente, nell'ottica di uno sfruttamento produttivo rispettoso del territorio e del paesaggio. Tra i pesci, l'orata e la spigola sono le due più importanti specie marine allevate. La maricoltura riguarda l'allevamento in mare e consiste in pratiche applicate principalmente alla molluschicoltura e alla pescicoltura, per la quale le strutture tipiche sono rappresentate da gabbie galleggianti, sommerse e sommergibili. È stata redatta una carta dei principali allevamenti presenti nella Regione a cura di Laore Sardegna, denominato ''Acquacoltura in Sardegna'', in **Figura 3-97.**

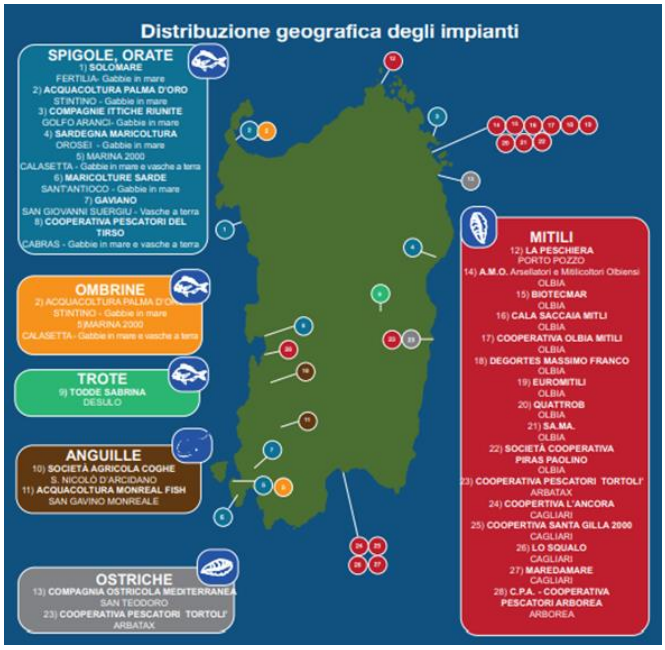


Figura 3-97 : Immagine dei principali allevamenti della Sardegna (Laore)

Non sono presenti allevamenti prossimi alla zona di interesse.

In prossimità delle zone scelte nel porto di Porto Torres non sono presenti attività ricreative.

In **Figura 3-98**, è rappresentata la mappa della densità dell'attività di pesca media nell'anno 2021 nell'intorno del porto di Porto Torres. I colori rappresentano la quantità di ore che una nave da pesca ha passato su una cella di mare di dimensione 1km x 1 km. È possibile notare che la maggior parte delle imbarcazioni da pesca risulta navigare nell'immediata vicinanza del porto (84,94 ore totali di occupazione), quindi si riscontra una media presenza nell'area centrale del golfo.

Si sottolinea che le imbarcazioni da pesca possono navigare nel solo porto commerciale. L'impianto in progetto è posizionato in una zona interdetta alla navigazione, e, in ogni caso il traffico da pesca risulta distante dall'area dell'impianto.

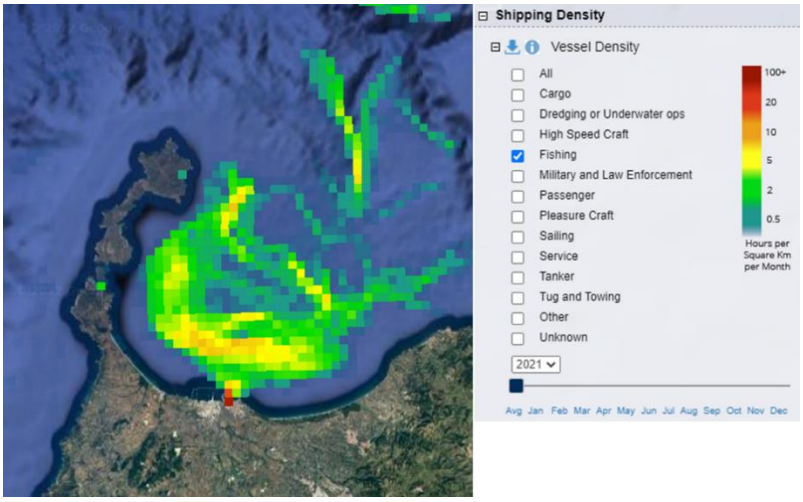


Figura 3-98: Mappa della densità dell'attività di pesca di porto Torres. Fonte: EMODnet Human Activities (Anno 2021)

3.7 Agenti fisici

3.7.1 Rumore

Si rimanda al Capitolo 2 per la zonizzazione acustica dell'area di intervento.

Si precisa che non sono state eseguite campagne fonometriche *ante-operam* sia per la scarsa rilevanza dell'impatto sia a causa della tempistica dettata dalla consultazione pubblica alla quale EP Produzione ha aderito. EP Produzione provvederà ad eseguire le necessarie campagne di monitoraggio *ante-operam*, sia nell'area di interesse on-shore sia off-shore, in fase di progettazione definitiva/esecutiva dell'intervento come proposto nel Piano di Monitoraggio Ambientale (Elaborato REL_005).

3.7.2 Vibrazioni

In generale i recettori potenzialmente interferiti dall'emissione di vibrazioni sono quelli più prossimi (entro alcune decine di metri) alle aree di lavoro. Occorre comunque evidenziare che la stima dello stato vibrazionale è fortemente influenzata da una molteplicità di fattori, tra cui, in primis la dettagliata conoscenza delle caratteristiche geologico/geotecniche del suolo/sottosuolo e delle caratteristiche dei mezzi effettivamente impiegati.

In considerazione della localizzazione della tipologia di progetto, allo stato attuale non sono stati individuati potenziali recettori per l'agente fisico vibrazioni.

3.7.3 Campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici

Attualmente l'area interessata dalla porzione off-shore dell'impianto fotovoltaico, ossia la diga foranea, non risulta caratterizzata dalla presenza di sorgenti significative di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, né è ubicata in prossimità di tali sorgenti.

Per quanto riguarda il tracciato dell'elettrodotto, è noto che soprattutto in corrispondenza del tratto finale di avvicinamento alla centrale termoelettrica di Fiume Santo sono presenti linee a 150 kV e linee a 380 kV.

Inoltre, sempre all'interno dell'area di Centrale, in prossimità del confine sud ovest, è presente la stazione della Rete Elettrica Nazionale (RTN) denominata Fiumesanto Carbo tramite la quale viene ceduta alla RTN l'energia elettrica prodotta dai gruppi di generazione a carbone.

In prossimità del confine sud ovest è presente la stazione elettrica Fiumesanto Olio tramite la quale veniva ceduta alla RTN l'energia elettrica prodotta dai gruppi di generazione elettrica alimentati ad olio combustibile, attualmente dismessi, e alla quale si connetterà l'impianto fotovoltaico in progetto.

Stante la complessità delle sorgenti presenti in area centrale termoelettrica, e non avendo definito le modalità di posa del cavo di connessione dell'impianto fotovoltaico off-shore alla stazione Fiumesanto Olio, si provvederà ad eseguire una campagna di caratterizzazione dell'area di interesse in fase di progettazione definitiva-esecutiva.

4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

4.1 Ragionevoli alternative

Per effettuare una corretta valutazione degli impatti sull'ambiente, sono state considerate alcune ipotesi alternative possibili per il layout di progetto nonché il mantenimento dello stato di fatto; quest'ultimo caso considera gli effetti che ricadrebbero sull'ambiente qualora l'impianto fotovoltaico non venisse realizzato. Con la Direttiva 2014/52/UE è stato introdotto il concetto di *alternative ragionevoli* escludendo di fatto la cosiddetta *alternativa zero*, in quanto verrebbero meno tutte le motivazioni che sottendono alla presentazione di un progetto.

Ad ogni modo la normativa italiana in materia di VIA considera ancora l'ipotesi dell'alternativa zero. Secondo le Linee Guida Nazionali e Norme Tecniche *Valutazione di Impatto Ambientale Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale*, redatte dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) *Ciascuna delle ragionevoli alternative sviluppata all'interno degli areali deve essere analizzata in modo dettagliato e a scala adeguata per ogni tematica ambientale coinvolta, al fine di effettuare il confronto tra i singoli elementi dell'intervento in termini di localizzazione, aspetti tipologico-costruttivi e dimensionali, processo, uso di risorse, scarichi, rifiuti ed emissioni, sia in fase di cantiere sia di esercizio. Per ognuna di esse va individuata l'area di sito e l'area vasta, come definita al § 2 "Principi generali e definizioni". L'analisi deve comprendere anche l'Alternativa "0", cioè la non realizzazione dell'intervento. La scelta della migliore alternativa deve essere valutata sotto il profilo dell'impatto ambientale, relativamente alle singole tematiche ambientali e alle loro interazioni, attraverso metodologie scientifiche ripercorribili che consentano di descrivere e confrontare in termini qualitativi e quantitativi la sostenibilità di ogni alternativa proposta*

Nel **Capitolo 2** è stata analizzata la conformità rispetto a normativa, vincoli e tutele delle due alternative localizzative e di progetto considerate. Gli elaborati grafici di inquadramento e relativi ai vincoli territoriali, riportano le diverse configurazioni che nel caso specifico si riferiscono in particolare alla localizzazione e disposizione degli array di pannelli solari.

Le opzioni e alternative considerate nel seguito sono:

- alternativa zero: ipotesi che prevede il mantenimento dello stato di fatto;
- alternative relative alla localizzazione e al layout del progetto;
- alternative tecnologiche (tipologia di ancoraggi);
- alternative di disposizione dei trasformatori.

Inoltre, in fase di studio di pre-fattibilità sono state escluse le seguenti due alternative di layout:

- moduli fotovoltaici galleggianti connessi tra loro a formare un unico blocco (array) da 40 MWp avente estensione superficiale di circa 40.000 m^2;
- moduli fotovoltaici galleggianti connessi tra loro a formare due blocchi (array) da 20 MWp ciascuno avente estensione superficiale di circa 40.000 m2 (si veda **Figura 4-1**).

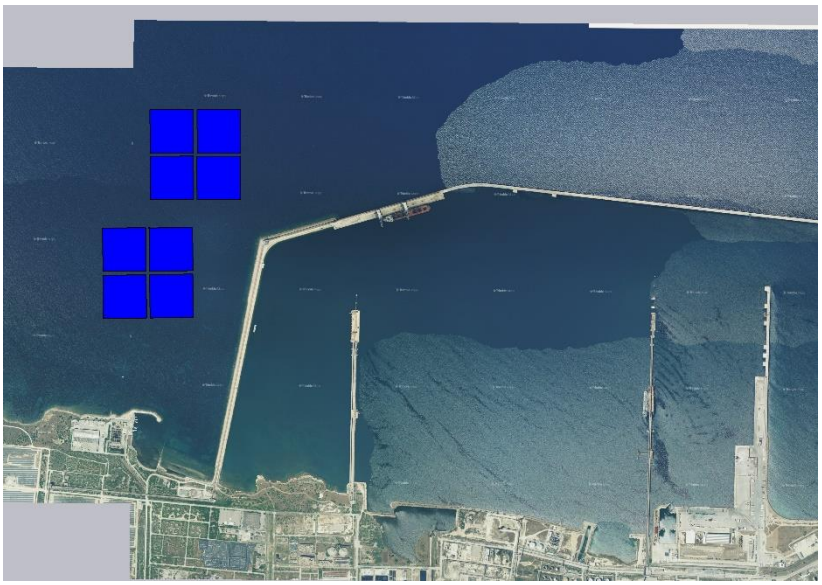


Figura 4-1: Layout di impianto valutato in fase di pre-fattibilità

Le due soluzioni progettuali sono state escluse dal momento che, per entrambe le alternative, date le dimensioni degli array:

- le interferenze tra l'impianto e le attività umane già presenti nell'area (rotte marine, presenza di infrastrutture preesistenti e tubazioni subacquee) risultano non gestibili;
- l'impianto avrebbe creato una zona non trasparente alle radiazioni solari di dimensioni tali da non consentire lo sviluppo sul fondale di specie vegetali e delle comunità bentoniche.

4.1.1 Alternativa zero o ipotesi di non intervento

L'Alternativa zero o di non intervento è l'ipotesi che prevede il mantenimento dello stato di fatto. Il mantenimento dello stato di fatto, se rapportato esclusivamente alle implicazioni del progetto, consentirebbe ovviamente di non determinare alcuna interferenza rispetto agli usi attuali e futuri dello specchio d'acqua individuato, alcun impatto potenziale di tipo visivo o acustico e anche l'impatto potenziale sulle componenti ambientali e in particolare sull'avifauna e sull'ecosistema marino sarebbe nullo.

Tuttavia, come descritto e analizzato nel Capitolo 6, a seguito degli approfondimenti effettuati per la caratterizzazione dello scenario di base emerge che per la maggior parte dei fattori ambientali analizzati l'impatto atteso sia sostanzialmente compatibile con le istanze di protezione dell'ambiente in tutte le sue componenti. Laddove sono ipotizzabili dei rischi le misure di mitigazione proposte non lasciano prevedere impatti residui.

Il ricorso allo sfruttamento delle fonti rinnovabili costituisce una strategia prioritaria per ridurre le emissioni di inquinanti in atmosfera dai processi di produzione di energia elettrica. I benefici ambientali derivanti dall'operazione dell'impianto, quantificabili in termini di mancate emissioni di inquinanti e di risparmio di combustibile, sono facilmente calcolabili moltiplicando la produzione di energia dall'impianto per i fattori di emissione specifici ed i fattori di consumo specifici riscontrati nell'attività di produzione di energia elettrica in Italia. I benefici ambientali attesi dell'impianto in progetto, valutati sulla base della stima di produzione annua di energia elettrica pari a 55.400 MWh/anno e considerando i fattori di emissione del mix energetico nazionale nella sua configurazione al 2020, sono riportati nella tabella sottostante.

Tabella 4-1: Mancate emissioni di inquinanti		
Inquinante	**Fattore di emissione specifico (t/GWh)**	**Mancate emissioni di inquinanti (t/anno)**
CO2	251,26	13.919,804
NOx	0,02536	1,404
PM10	0,00237	0,131

La costruzione dell'impianto fotovoltaico flottante ha degli effetti positivi non solo sul piano ambientale, ma anche sul piano socioeconomico, costituendo un fattore di occupazione diretta sia nella fase di cantiere (per le attività di costruzione e installazione dell'impianto) che nella fase di esercizio dell'impianto (per le attività di gestione e manutenzione). Oltre ai vantaggi occupazionali diretti, la realizzazione dell'intervento proposto costituirà un'importante occasione per la creazione e lo sviluppo di società e ditte che graviteranno attorno dell'impianto (indotto), quali ditte di carpenteria, edili, società di consulenza, società di vigilanza, ecc. Le attività a carico dell'indotto saranno svolte prevalentemente ricorrendo a manodopera locale, per quanto compatibile con i necessari requisiti.

Occorre inoltre sottolineare che il progetto proposto ha un carattere di unicum nel panorama degli interventi legati ad energie rinnovabili dal momento che risponde all'esigenza di contenere il consumo di suolo, in linea con gli obiettivi del PNIEC e del PEARS, e contestualmente minimizzando l'impatto sulla percezione del paesaggio dal momento che l'impianto sarà schermato verso terra dalla diga foranea esistente.

Il progetto risponde infatti alla volontà del Governo Italiano di ricercare soluzioni innovative per la produzione di energia, sia in termini di tecnologie che di strutture e configurazioni impiantistiche, al fine di raggiungere gli obiettivi di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili stabiliti in ambito internazionale ed euro-unitario per il 2030 e il 2050; è proprio in tale quadro che si inserisce l'investimento M2C2-1.3 "Promozione impianti innovativi (incluso off-shore)" del PNRR, il cui obiettivo è supportare l'implementazione di sistemi di produzione di energia rinnovabile offshore in configurazioni innovative, per almeno 200 MW di capacità complessiva installata, cui il proponente ha aderito.

Considerando quanto sopra, si ritiene che l'Alternativa zero non comporti un bilancio ambientale complessivo di segno positivo e che viceversa vanifichi tutti gli aspetti positivi connessi alle opportunità generate dal progetto in esame.

4.1.2 Alternative relative alla localizzazione e al layout

Le due alternative progettuali esaminate nel Capitolo 2 costituiscono varianti del medesimo progetto concettuale che prevede la realizzazione di array di dimensioni contenute (circa 180m x 180m) suddivisi ulteriormente in 4 sub array da 1 MWp cadauno e di estensione superficiale pari a circa 6.400 m^2 (circa 80 m x 80 m).

Nello specifico è stata analizzata la conformità rispetto alla normativa, vincoli e tutele delle seguenti soluzioni progettuali della parte offshore di impianto:

- Alternativa 1 – Installazione al di fuori della diga foranea come mostrato nella **Figura 4-2**;

Figura 4-2: Alternativa 1 – Installazione al di fuori della diga foranea (ortofoto)

- Alternativa 2 – Installazione all'interno della diga foranea mostrata nella **Figura 4-3**.

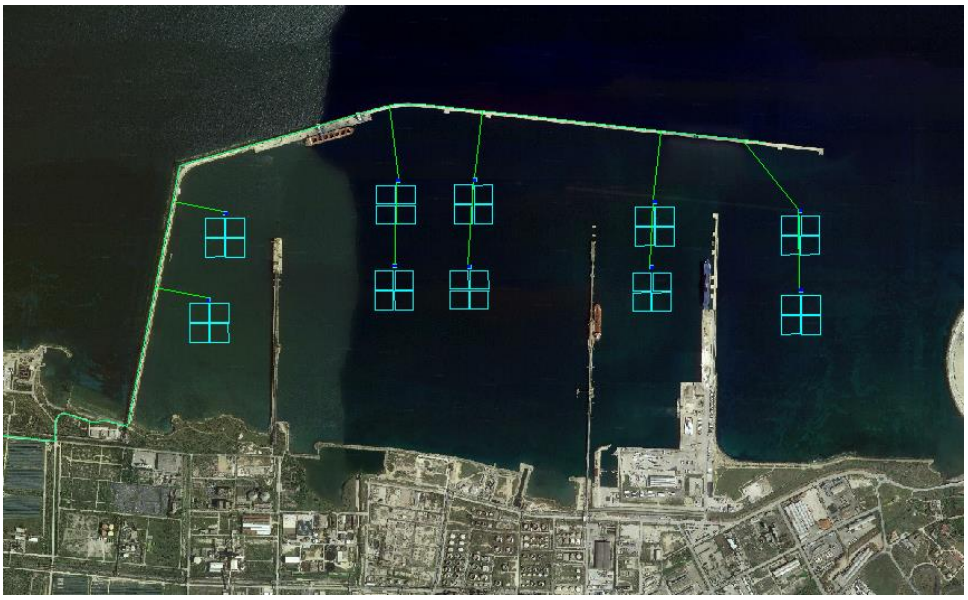


Figura 4-3: Alternativa 2 – Installazione all'interno della diga foranea (ortofoto)

Il tracciato dell'elettrodotto di collegamento alla sottostazione elettrica FS Olio a 150 kV ubicata in località Cabu Aspru è il medesimo per entrambe le alternative progettuali.

Le due alterative di layout/localizzazione di impianto hanno i medesimi benefici ambientali e sociali; inoltre, come illustrato al Capitolo 2, l'analisi vincolistica sviluppata ha mostrato che entrambi i layout/localizzazioni dell'impianto sono conformi ai dettami normativi e vincolistici vigenti sul territorio di interesse.

Tuttavia, per l'alternativa 2 si registrano maggiori interferenze con le attività antropiche all'interno del porto industriale (pesca, navigazione) di difficile se non critica gestione; ciò ha portato alla scelta dell'alternativa 1.

4.1.3 Alternative tecnologiche (tipologia di ancoraggi)

Le strutture su cui poggiano i pannelli fotovoltaici sono studiate per garantire che il pannello possa liberamente subire la spinta idrostatica verso l'alto (spinta di galleggiamento) al fine di evitare la sommersione del dispositivo causate dalle oscillazioni del moto ondoso; per evitare, invece, gli effetti di trascinamento di onde e correnti marine è necessario vincolare al fondale le strutture tramite ancoraggi.

Nel seguito sono illustrate le due soluzioni alternative di fondazione ritenute applicabili al progetto in oggetto. La tipologia e le caratteristiche degli ancoraggi e fondazioni identificate come ottimali al termine della presente valutazione dovrà essere confermata nella successiva fase progettuale sulla base dei risultati di caratterizzazione geotecnica dell'area di interesse.

Ancoraggio tramite palificazione

L'ancoraggio tramite palificazione consiste, come mostrato in **Figura 4-4**, nella installazione di pali battuti in testa disposti perimetralmente ai singoli array; i pali sono, quindi, collegati alle strutture galleggianti tramite guide prismatiche.

Questa soluzione permette di ridurre al minimo la movimentazione dei sedimenti sia in fase di installazione sia durante la vita operativa dell'impianto. Si ritiene che tale soluzione sia particolarmente preferibile dal momento che l'impianto sarà installato all'interno del SIN di Porto Torres e che tale soluzione riduce il rischio di interferenza con le matrici ambientali potenzialmente contaminate.

I pali saranno dimensionati per evitare l'effetto di trascinamento dell'onda e delle correnti marine ma non daranno alcun contributo di spinta verticale.

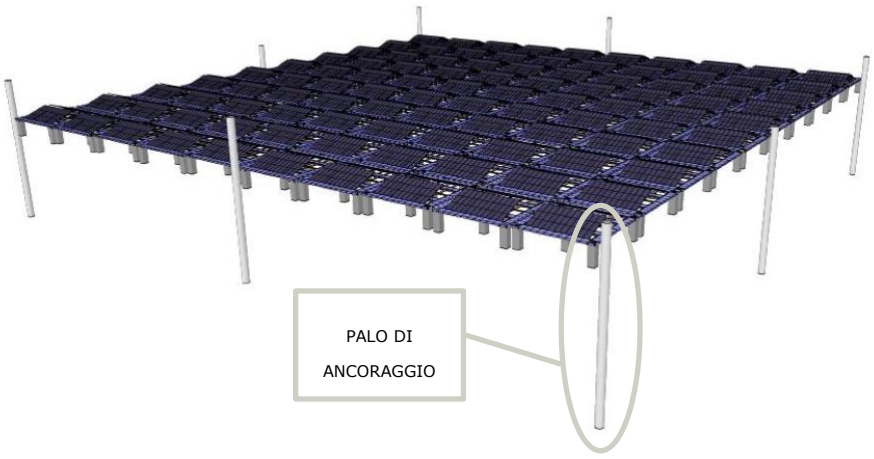


Figura 4-4: Ancoraggio tramite palificazione

Ancoraggio tramite catenarie

In alternativa alla palificazione si può ricorrere alla posa di corpi morti (e.g. blocchi in cls), adeguatamente dimensionati, che possono essere collegati alle strutture galleggianti tramite catenarie come mostrato nelle Figure sottostanti.

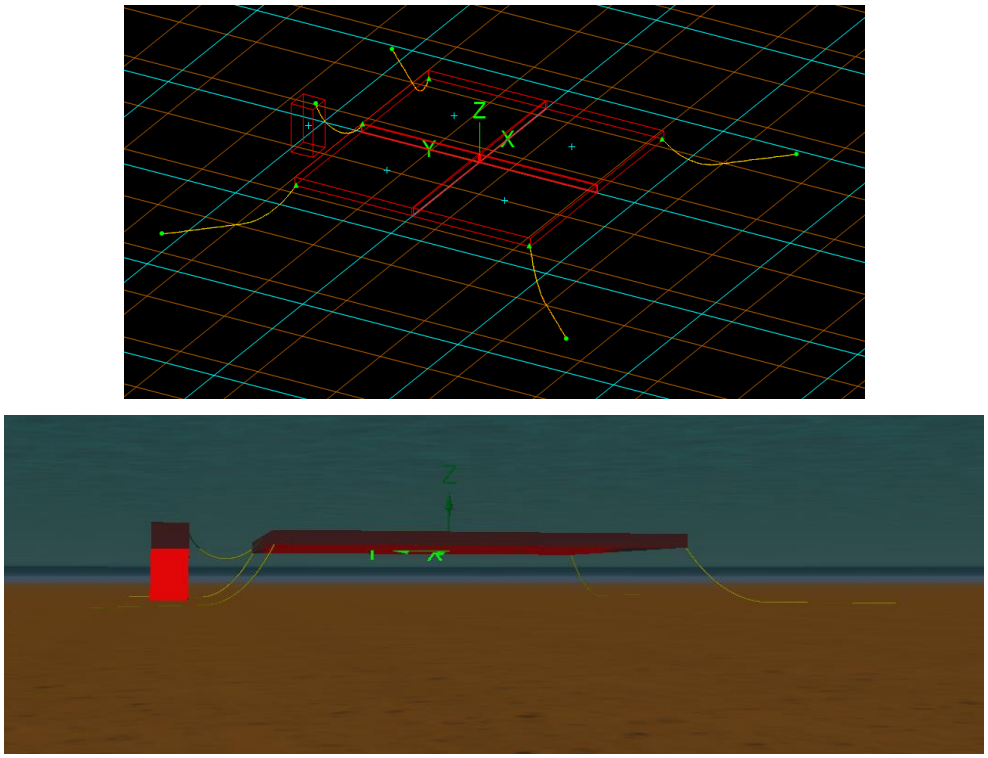


Figura 4-5: Ancoraggio tramite catenarie e corpi morti

Per evitare movimentazione di sedimenti a causa dello sfregamento delle catenarie col fondale in fase di esercizio, è possibile provvedere al sovradimensionamento dei corpi morti e dei sistemi galleggianti al fine di garantire la corretta tensione le catene (*taut mooring*) evitando che sfiorino il fondale (vedi **Figura 4-6**).

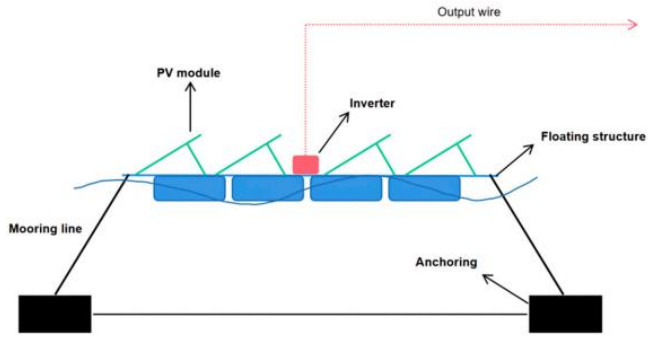


Figura 4-6: Ancoraggio tramite catenarie tensionate

Considerazioni ambientali sui sistemi di ancoraggio

La tipologia e le caratteristiche di ancoraggio al fondale sono gli elementi più critici in termini di potenziali impatti sulla vegetazione del fondale e sulla biocenosi e, pertanto, giocano un ruolo fondamentale nella scelta della soluzione tecnica preferibile al fine della minimizzazione degli impatti complessivi dell'impianto fotovoltaico.

Nello specifico, l'ancoraggio tramite palificazione genera minori impatti sia sulla vegetazione del fondale che sulle biocenosi presenti mentre l'ancoraggio tramite corpi morti e catenarie, oltre ad occupare una superficie maggiore di fondale rispetto a quella occupata dai pali, potrebbe continui arrecare disturbo alla flora ed alla fauna acquatica per via delle oscillazioni e dello sfregamento delle catenarie.

La soluzione dell'ancoraggio tramite palificazione risulta quindi la migliore rispetto alle altre due soluzioni da un punto di vista ambientale.

Confrontando la soluzione tramite palificazione con la soluzione corpi morti con catenarie, il vantaggio si ha sia per la minor quantità di fondale sottratto agli habitat preesistenti sia in relazione alla durata dell'impatto. Seppure infatti la palificazione possa generare, per via dell'infissione, una risospensione di materiale paragonabile alla posa dei corpi morti, la sua azione è temporanea e non si estende alla fase d'esercizio come invece per il caso delle catenarie (solitamente il tratto orizzontale di quest'ultime è tra le 5 e le 20 volte superiore al tratto verticale).

In relazione alla soluzione "taut mooring" la soluzione con palificazioni ha un minor consumo di suolo relegato alla sola dimensione del palo, molto minore rispetto alla dimensione dei corpi morti. In fase d'esecuzione dei lavori, la differenza tra le quantità di materiale risospeso non è quantificabile ma è possibile impiegare tecniche di mitigazione (e.g. tramite panne, bubble curtain, ecc.) per controllare la dispersione al largo.

4.1.4 Alternative di disposizione dei trasformatori

Per l'alternativa 1 di layout/localizzazione selezionata si ritengono fattibili le due seguenti configurazioni che differiscono con riferimento al posizionamento dei trasformatori e dei relativi cabinati che li contengono:

- Alternativa 1a -> trasformatori e dei relativi cabinati installati sulla banchina;
- Alternativa 1b -> trasformatori e dei relativi cabinati installati in mare su fondazione fissa (mono-pilone o jacket).

Si riporta nel seguito un dettaglio delle due soluzioni.

Alternativa 1a – Installazione fuori dalla diga foranea con trasformatori in banchina

Questa configurazione sfrutta al massimo la vicinanza dell'impianto alla diga foranea poiché permette di minimizzare le lunghezze dei cavi di collegamento tra i pannelli e i trasformatori che sono installati, assieme ai loro cabinati, sulla banchina stessa. Entrando nel dettaglio, mentre gli inverter potranno essere integrati nella struttura galleggiante, i trasformatori e relative apparecchiature elettriche verranno alloggiati in 2 cabinati da 12,20 m (40 piedi) per ogni blocco di pannelli da 4 MWp.

Si riportano di seguito l'ortofoto (**Figura 4-7**) e lo schema di posizionamento dei cabinati (

Figura 4-8) per l'Alternativa 1a.

Figura 4-7: Alternativa 1a – Installazione al di fuori della diga foranea con trasformatori in banchina (ortofoto)

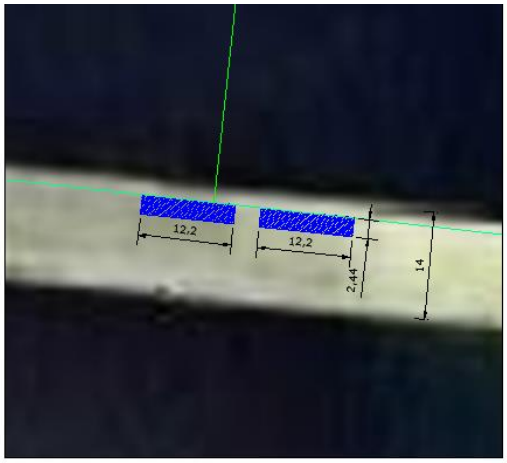


Figura 4-8: Dettaglio dell'installazione dei cabinati per trasformatori BT/MT su banchina

Alternativa 1b – Installazione fuori diga foranea con trasformatori accanto ai blocchi flottanti

Come accennato, si è valutata anche una soluzione b che prevede l'installazione dei trasformatori su strutture mono-palo o su jacket (piattaforme reticolari) di piccole dimensioni come riportato nelle Figure successive.

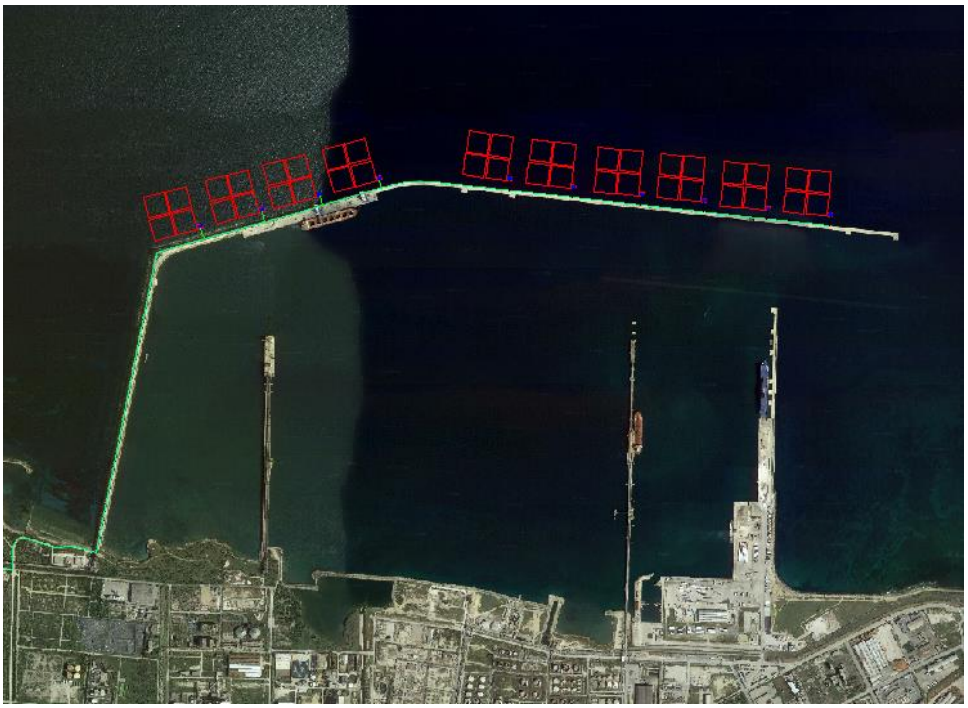


Figura 4-9: Alternativa 1b – Installazione fuori dalla diga foranea con trasformatori installati in mare (ortofoto)

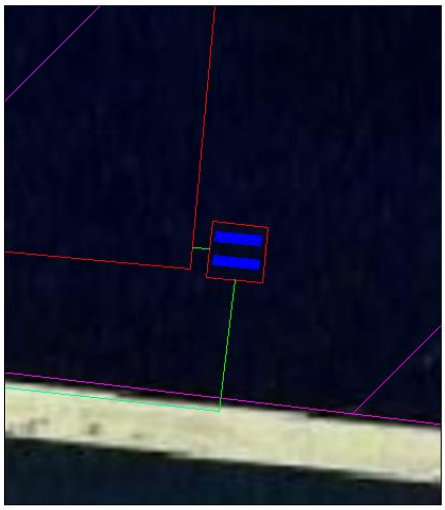


Figura 4-10: Dettaglio della installazione dei cabinati per trasformatori BT/MT su monopiloni/jacket infissi a mare

Il numero di cabinati previsti in progetto per ogni isola da 4 MW è analogo all'alternativa precedente (2 cabinati da 12,20 m ciascuno).

Figura 4-11: Esempio di monopali per cabine contenenti trasformatori BT/MT

Al momento non è prevista l'installazione dei trasformatori su strutture galleggianti a causa delle oscillazioni eccessive che potrebbero danneggiare le apparecchiature elettriche. Si è optato, pertanto, per l'alternativa 1° anche in considerazione del fatto che tale opzione non comporta ulteriori, per quanto limitate, interferenze con il fondale.

Il progetto prevede l'installazione offshore di blocchi (array) di pannelli fotovoltaici aventi una potenza unitaria pari a circa 4.000 MWp cadauno per potenza totale pari a circa 40.000 kWp. Ogni blocco (array) di pannelli è suddiviso in 4 sub array da 1 MWp cadauno. L'impianto sarà ubicato a largo della costa nord-occidentale della Sardegna nella zona antistante il porto industriale di Porto Torres.

L'area di occupazione della survey è di circa 150 ettari e risulta delimitata da 6 punti con coordinate riportate nella tabella sotto:

Tabella 4-2: Coordinate dell'area di progetto a mare

Coordinate WGS84 UTM 32N		
ID PUNTO	**EST**	**NORD**
1	445045.69	4522787.62
2	446282.98	4522629.39
3	448138.60	4522408.84
4	448138.60	4522908.84
5	446282.98	4523129.39
6	445045.69	4522287.62

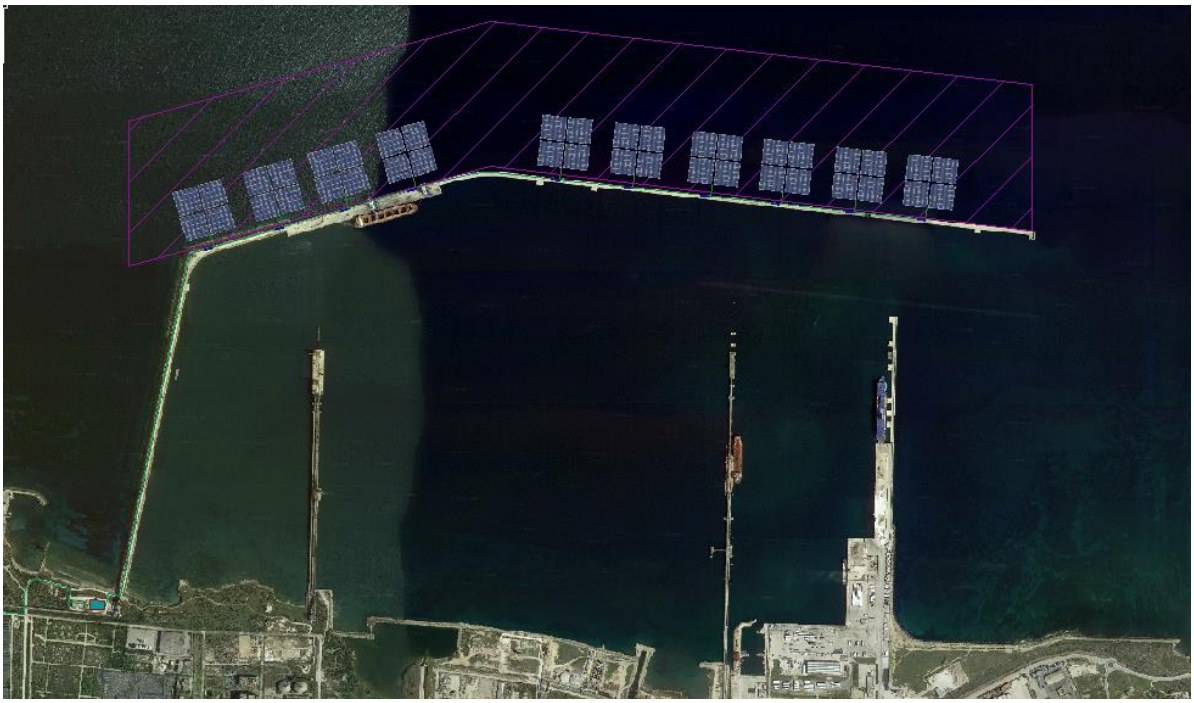


Figura 4-12: Area di progetto a mare

L'area occupata dai pannelli fotovoltaici è invece di circa 30ha.

Le profondità dell'area variano fino a raggiungere un massimo di 26 m. La tecnologia utilizzata per i pannelli sarà quella di fondazione galleggiante. Detta tecnologia permette di realizzare impianti su superfici marine e interne, con impatti ambientali trascurabili.

4.2 Descrizione tecnica degli elementi costituenti il progetto

4.2.1 Parte a mare

La parte a mare dell'impianto si compone dei seguenti macro-elementi.

- pannelli fotovoltaici del tipo monofacciale;
- inverter di conversione cc/ca;
- fondazione galleggiante;
- ancoraggi (pali o zavorre);
- cablaggi elettrici;
- risers per uscita cavidotti e collegamento dei cavi tra terra e mare;
- protezione cavidotti sul fondo del mare tramite materassi in cls.

Pannello fotovoltaico

In fase di progettazione preliminare si è previsto di installare pannelli fotovoltaici monofacciali che garantiscono una potenza di picco per singolo pannello pari a 435W. Tale assunzione dovrà essere confermata e verificata in fase di progettazione esecutiva/definitiva.

Ogni pannello è composto da una struttura a singola faccia, del tipo riportato di seguito.

- celle solari in silicio monocristallino;
- 1 lastra di vetro temperato con il compito di intrappolare le celle solari;

- un telaio in materiale metallico (ex alluminio o acciaio) o altro materiale resistente alla corrosione per sostenere i suddetti strati;
- Silicone sigillante ai bordi del pannello per fissare gli strati al telaio.

Figura 4-13: Esempio di pannelli fotovoltaici su piattaforma galleggianti

Di seguito si riportano a titolo puramente indicativo alcune caratteristiche meccaniche ed elettriche di un pannello solare potenzialmente utilizzabile, facendo riferimento al tipo LR4-72HIH 435M prodotto dalla Longi Solar (il costruttore dei pannelli sarà selezionato in fase di progettazione esecutiva).

Tabella 4-3: Caratteristiche meccaniche ed elettriche pannello fotovoltaico Longi Solar

Numero di celle monocristalline (n.)	144 (6x24)
Dimensioni principali del modulo (mm)	2.094x1.038x35
Peso del modulo (kg)	23,5
Spessore lastra di vetro (mm)	3,2
Spessore telaio (mm)	35
Massima potenza di picco (W)	435
Tensione VMPP (V)	40,9
Corrente IMPP (A)	10,64
Tensione a vuoto VOC (V)	48,7
Corrente di corto circuito ISC (A)	10,64
Efficienza (%)	20,0

Il modello di pannello verrà confermato durante la fase esecutiva del progetto. Il costruttore e il modello finale di pannello verranno selezionati durante la fase esecutiva del progetto.

Inverter di conversione cc/ca

Per ogni sottocampo sono previsti 36 inverter per la conversione da corrente continua ad alternata. Ogni inverter riceve in input la corrente da 66 pannelli in CC, restituendo come output un cavo in CA ad una tensione di ~ 0.4 kV.

A seguire si riportano a titolo puramente indicativo alcune caratteristiche di un generico inverter che potrebbe essere utilizzato, facendo riferimento al tipo Sunny Tripower 25000TL-30 prodotto dalla SMA. Il costruttore e il modello finale degli inverter verranno selezionati durante la fase esecutiva del progetto.

Figura 4-14: Inverter

Tabella 4-4: Caratteristiche principali inverter

Ingombro e Peso	
Dimensioni (mm)	661 x 682 x 264
Peso (kg)	61
Caratteristiche Input in CC	
Massima tensione in ingresso (kV)	1
Range operativo di tensioni (kV)	0,39-0.8
Massima corrente per MPPT (A)	33
Caratteristiche Output In CA	
Potenza attiva nominale (kW)	25
Tensione nominale (kV)	0,4
Massima corrente (A)	36,2

Fondazione galleggiante

Il sistema di sostegno è deputato a supportare i pannelli fotovoltaici, in maniera tale da gestire senza criticità i carichi dinamici dovuti ai fenomeni meteomarini. Per il presente progetto è previsto l'utilizzo di una struttura galleggiante, connessa tramite connessioni snodabili agli elementi adiacenti, capace di fornire una spinta di galleggiamento tale da mantenere la struttura sopraelevata rispetto al livello del mare, evitando l'ingresso diretto dell'acqua nelle condizioni di agitazione ondosa.

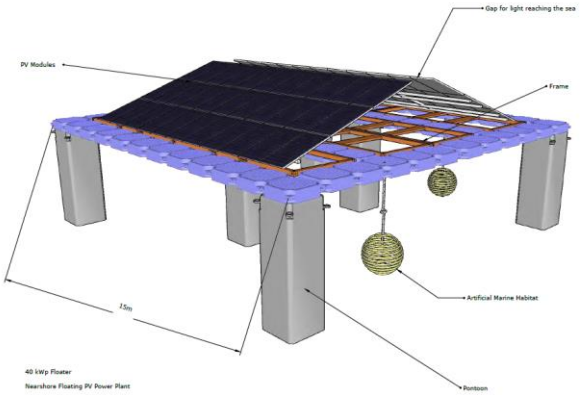
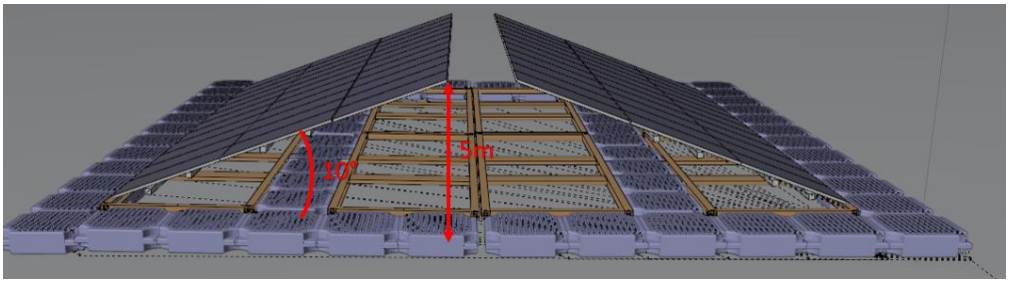


Figura 4-15: Dettaglio del sistema di sostegno



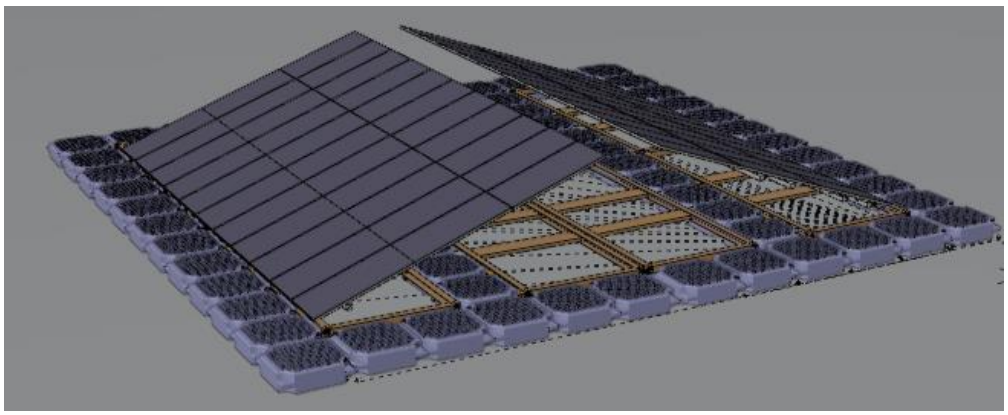


Figura 4-16: Dettaglio inclinazione pannelli

Pali di fondazione

In questa sezione sono illustrati i criteri generali per il dimensionamento preliminare dei pali previsti a supporto degli array che saranno sottoposti a carico orizzontale; la presente sezione è stata sviluppata sulla base di dati geotecnici di letteratura (non essendo disponibili dati di letteratura di dettaglio della zona).

Per definire il carico massimo orizzontale agente su un singolo palo, viene utilizzata la seguente suddivisone:

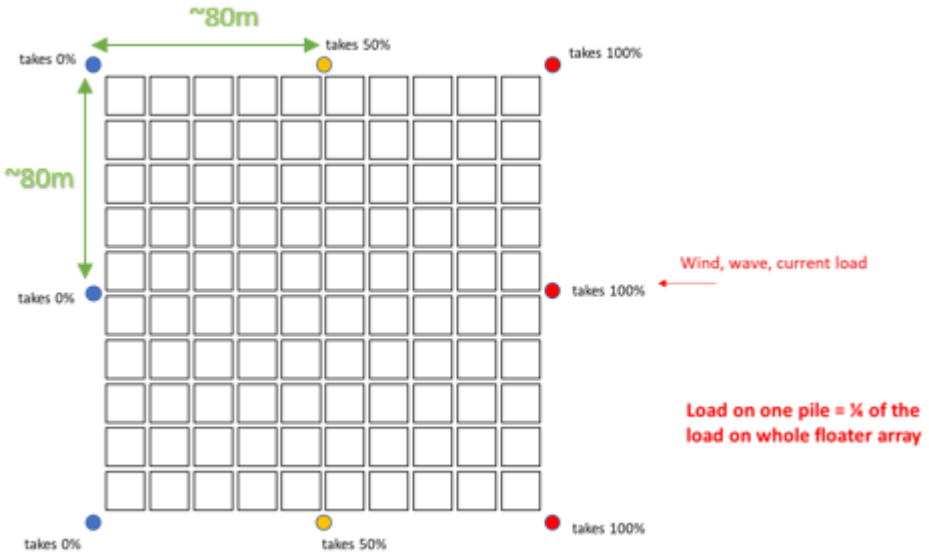


Figura 4-17: Matrice di suddivisione dei carichi su pali

La luce tra ogni palo di fondazione è di circa 80 m.

Sulla base di questa ipotesi, il carico orizzontale massimo su un palo ammonta a circa 4.800 kN. Si presume che il carico venga applicato all'estremità superiore della pila ossia 3,0 m sopra la linea di galleggiamento.

La progettazione del palo è stata eseguita in fase preliminare per una posizione profonda (deep) e una poco profonda (shallow) del livello marino (**Figura 4-18**) ossia per le seguenti profondità:

- Deep location: 23 m;
- Shallow location: 14 m.

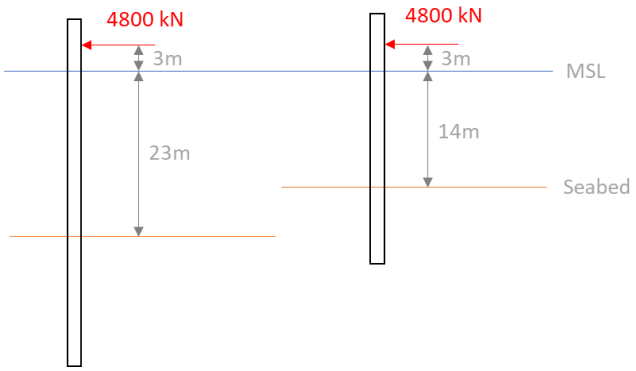


Figura 4-18: Profondità e carico applicato alla testa del palo

Le ipotesi per le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione considerato sia per la "deep" che per la "shallow" location è schematizzato nella figura sottostante.

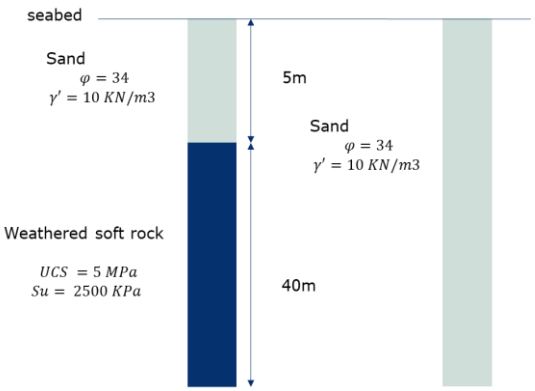


Figura 4-19: Caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione assunte per il calcolo della capacità del palo

Le seguenti geometrie sono selezionate per i pali in diverse posizioni e diversi scenari. La lunghezza totale del palo include la lunghezza interrata L, la sezione attraverso la profondità dell'acqua e la sezione superiore del palo sopra la superficie dell'acqua assunta come 5,0 m.

Tabella 4-5: Geometrie dei pali di ancoraggio

Zona	Condizioni suolo	Profondità (m)	Diametro (m)	L Lunghezza di interramento (m)	Lunghezza totale del palo (m)	Spessore (mm)	Peso di 1 palo (t)
Deep	Sabbia	23,0	3,50	17,0	45,0	70	266
Deep	Roccia soffice	23,0	3,20	10,0	38,0	70	205
Shallow	Sabbia	14,0	3,00	15,0	34,0	60	148
Shallow	Roccia soffice	14,0	2,80	10,0	29,0	60	118

Cavi elettrici

I cavi elettrici per la parte a mare dell'impianto sono deputati in generale alla connessione in serie dei pannelli fotovoltaici con i moduli di conversione e trasformazione ed alla connessione della parte a mare con quella a terra dell'impianto. Per quanto detto si prevede si prevede in via preliminare l'utilizzo di 3 tipologie di cavo, riportate nell'elenco a seguire.

- cavo di stringa di input inverter in cc tipo h1z2z2-k eca 1800 v c.c. - 1200 v c.a. (cavo unipolare flessibile stagnato per collegamenti di impianti fotovoltaici. isolamento e guaina realizzati con mescola elastomerica senza alogeni non propagante la fiamma.)
- cavo di output inverter in ca tipo idoneo per posa offshore
- cavo di sottocampo in ca tipo fg16(o)m16 0.6/1kv;
- cavo di campo in ca in mt tipo rg26h1m16-18/30 kv.

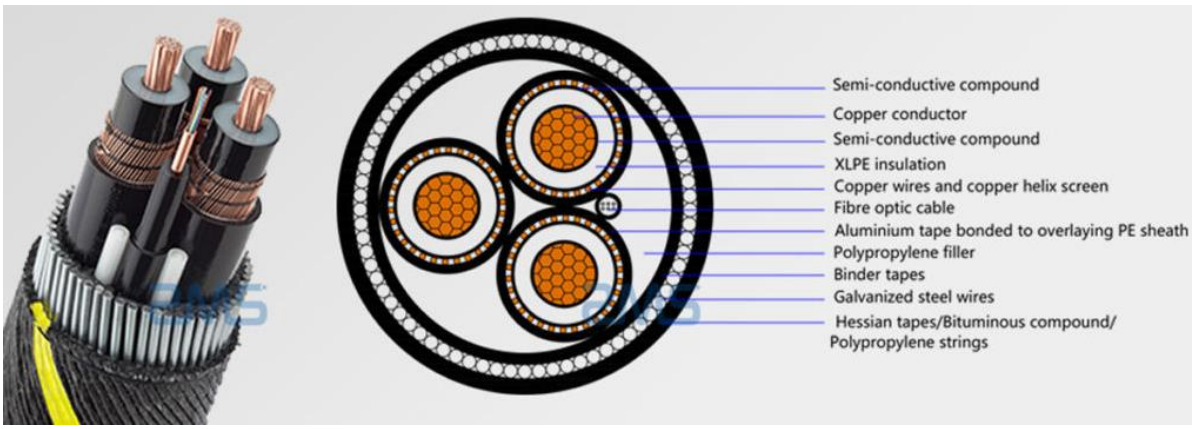


Figura 4-20: Sezione tipo di cavo elettrico offshore

Risers

Il cavo uscente dal sistema di pannelli fotovoltaici scende sul fondale tramite un sistema riser per poi risalire lato pontile fino a raggiungere la cabina di trasformazione BT/MT alla stessa maniera.

Questo permetterà di mitigare gli effetti a fatica e le azioni del mare (onda e corrente) agenti sul cavo.

Il cavo sul fondo verrà stabilizzato e protetto tramite materassi in calcestruzzo o sistemi di protezione equivalente.

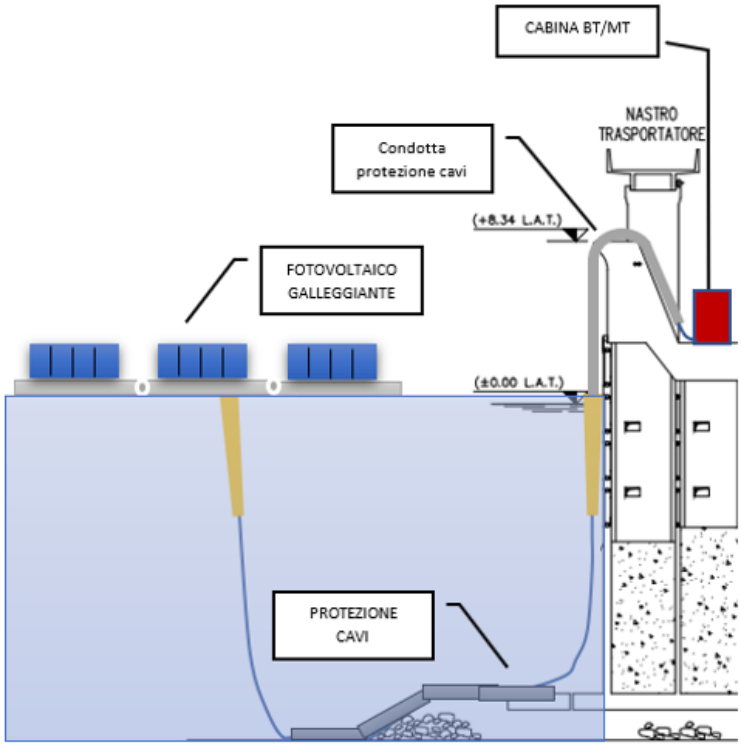


Figura 4-21: Sezione tipo connessione array cabina BT/MT

Lo schema di posa dei cavi è del tutto indicativo e sarà finalizzato in fase di progettazione esecutiva.

4.2.2 Parte a terra

La parte a terra dell'impianto si compone dei seguenti macro-elementi.

- quadri elettrici bt tipo power center;

- trasformatore elevatore bt/mt (0.4/30 kv);
- cavidotto terrestre a 30 kv tipo rg26h1m16-18/30 kv;
- stazione di trasformazione mt/at;
- cavidotto terrestre a 150 kv;
- allaccio alla stazione utente esistente.

Modulo di trasformazione (power station)

All'uscita degli inverters i cavi convergono verso i moduli di trasformazione da bassa a media tensione. Tale modulo, è costituito da un trasformatore elevatore che garantisce un aumento della tensione di esercizio da 0.4 kV a 30 kV. In totale, per l'intero impianto sono previsti 20 moduli di trasformazione, ovvero 1 ogni due sottocampi.

Tra i vari componenti ausiliari, il modulo potrà prevedere la presenza di:

- quadro power center in=4000a, ip42, forma di segregazione 4b;
- cavi di collegamento tipo fg16m16 0.6/1 kv;
- rifasamento fisso q=30kvar a servizio del trasformatore
- cavi mt tipo rg26h1m16-18/30 kv complete di terminali;
- un sistema di controllo;
- ups;
- un sistema antintrusione;
- un sistema di rilevazione incendi e accessori per lo spegnimento manuale;
- impianto luce e forza motrice del locale;
- climatizzatori e ventilazione forzata per i trasformatori.

Di seguito (**Tabella 4-6**) si riportano le caratteristiche tecniche del trasformatore proposto. Per maggiori dettagli si rimanda alla successiva fase di progetto.

Il trasformatore sarà in classe F in resina ECO-P in accordo a FASE 2 UE N.548/2014 in vigore dal 1° Luglio 2021, e sarà conforme alla norma IEC 60076-11.

Tabella 4-6: Caratteristiche tecniche del trasformatore

Informazioni Generiche		
Potenza nominale	kVA	2500
Servizio		Distribuzione
Raffreddamento		AN
Fn	Hz	50
Tensione primaria a vuoto	kV	30
Regolazione primario	%	±2+2,5%
Tensione secondaria a vuoto	V	400
Gruppo vettoriale		Dyn11
Caratteristiche isolamento e avvolgimenti		
Tipo avvolgimento I°/II°		Inglobato/Impregnato
Classe d'isolamento I°/II°		F/F
Materiale avvolgimento I°/II°		AI/AI
Classe (ambientale, climatica, fuoco)		E2-C2-F1
Livello scariche parziali	pC	<10
Dati ambientali		
Max temperatura ambiente di progetto	°C	40
Sovratemperatura I°/II°	°C	100/100
Alitutdine di installazione	m	<1000
Installazione		Interna
Grado di protezione trasformatore		IP00
Livello pressione acustica a 1m	dB(A)	58
Perdite		
Po a 1 Vn	W	2790
Pcc a 75°C e Sn	W	17000
Pcc a 120°C e Sn	W	19000
Vcc a 75°C e Sn	%	8
Dimensioni e peso		
Dimensioni (LxWxH)	cm	230x127x241
Peso	kg	6200

Sarà comprensivo di:

- Accessori standard: prese di regolazione MT a mezzo barretta di commutazione da manovrare fuori tensione; n.2 terminali di messa a terra; golfari di sollevamento; ganci traino; n° 1 targa dati e n° 4 ruote orientabili;
- Accessori speciali: n.3 sonde PT100 su avvolgimenti BT cablate in cassetta IP54; centralina termometrica digitale SEA CCT-440 per sonda PT100;
- Prove di routine in accordo alla IEC 60076 con rilascio di certificato.

Cavidotto terrestre a 30kV

Sono previste n° 3 linee in arrivo dalle power station e nello specifico:

- sottocampo "floating 1" (n°3 lotti da 4 MWP= 12MWp)
- sottocampo "floating 2" (n°3 lotti da 4 MWP= 12MWp)
- sottocampo "floating 3" (n°4 lotti da 4 MWP= 16MWp)

Saranno inoltre posate delle linee di "by-pass" tra le stazioni PS 3A-3B e le PS4A-4B e tra le PS 6A-6B e le PS7A-7B normalmente aperte. Questo garantirà un'idonea ridondanza in caso di guasto o manutenzione su ognuna delle tre linee (vedi immagine sotto riportata).

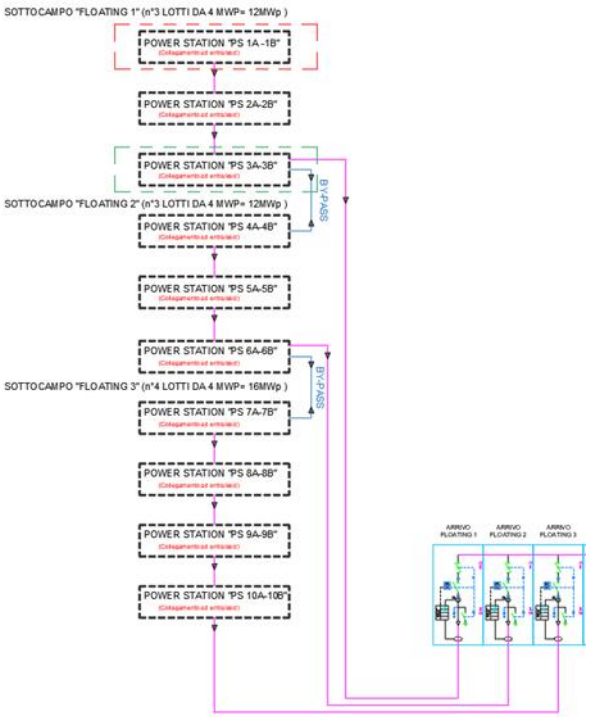


Figura 4-22: Schema di collegamento tra le stazioni

Il cavo utilizzato è previsto del tipo RG26H1M16-18/30 KV ovvero cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G26, a spessore ridotto, con temperatura massima di esercizio di 105°C. Il cavo presenta un'elevata temperatura di esercizio e ne consente l'impiego con un sovraccarico del 10% circa in esercizio continuo e/o maggiori margini in situazioni critiche rispetto ai cavi tradizionali. Nello specifico le caratteristiche preliminarmente individuate per il cavo sono:

- Conduttore: rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2;
- Strato semiconduttore: estruso;
- Isolamento (spessore ridotto): gomma, qualità G26 senza piombo (HD 620 DIH 2);

- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo;
- Schermo: fili di rame rosso, con nastro di rame in controspirale;
- Guaina: termoplastica LS0H, qualità M16;
- Colore: rosso LS0H = Low Smoke Zero Halogen.

Il cavo sarà dimensionato per alimentare sia le power station nel servizio ordinario che in emergenza con la linea di by-pass chiusa (alimentazione di n°7 power station al massimo).

Le correnti massime previste sono di circa 531,8°, la caduta di tensione prevista sarà inferiore all'1,5%.

Cabina di trasformazione MT/AT

La cabina elettrica di trasformazione onshore, situata alla radice del molo, rappresenta il punto di approdo dei 3 cavi di campo a 33 Kv provenienti dai nodi di giunzione. Nella cabina di trasformazione avviene un'elevazione della tensione di esercizio da 33 kV (MT) a 150 kV (AT), per poter immettere l'energia prodotta nella Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

Le installazioni e le apparecchiature elettriche previste comprendono, a titolo indicativo e non esaustivo gli elementi riportati nel seguente elenco:

- Trasformatore MT/AT da 33 a 150 kV;
- Terminale cavi a 150 kV e apparecchiature di protezione 150 kV;
- Trasformatore MT/AT;
- Montanti linea 150 kV;
- Stalli AT e MT;
- Interruttore MT;
- Scaricatori AT e MT;
- Chioschi per apparecchiature elettriche.

Cavidotto terrestre a 150kV

Il cavidotto terrestre a 150 kV corre tra la cabina di trasformazione e la cabina di misura e consegna onshore quasi totalmente al di sotto della sede stradale per una lunghezza di circa 6.8 km.

La modalità di posa prevista è quella in apposita trincea scavata al di sotto del terreno o della sede stradale con profondità massima comprese tra 1,5 e 1,7 m, all'interno della quale verrà alloggiata la terna di cavi unipolari elettrici ed i cavi di segnale in fibra ottica. Per la terna di cavi unipolari si prevede una disposizione compatta a trifoglio, ottimale nel ridurre le azioni dei campi elettromagnetici indotti. Rimandando alle successive fasi di progetto per un maggior dettaglio, si precisa tuttavia che la sede stradale interessata dalle operazioni di scavo sarà efficacemente ripristinata.

Per quanto riguarda la struttura del singolo cavo unipolare, questa è riportata nel seguente elenco:

- Conduttore elettrico (in rame o alluminio);
- Isolamento elettrico;
- Guaina del conduttore;
- Schermo metallico;

- Guaina esterna.

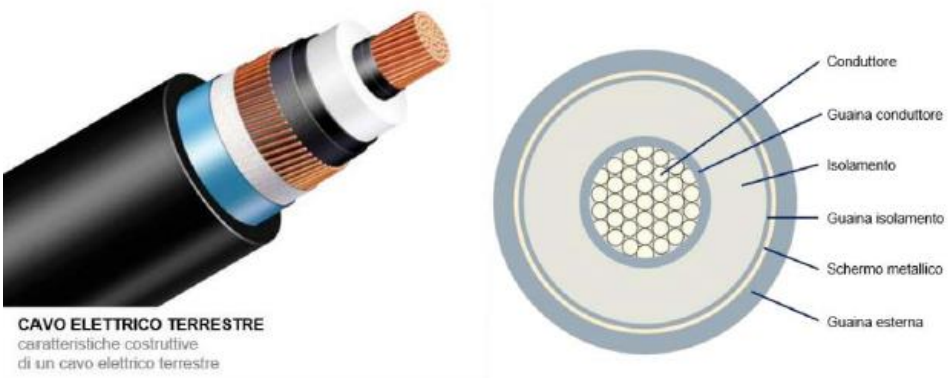


Figura 4-23: Struttura tipica di un cavo unipolare a 150kV

L'elettrodotto sarà costituito da una terna composta di tre cavi unipolari realizzati con conduttore in alluminio, isolante in XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene. Ciascun conduttore di energia avrà una sezione di almeno 95 mm^2.

Il percorso dei cavidotti è di seguito mostrato.

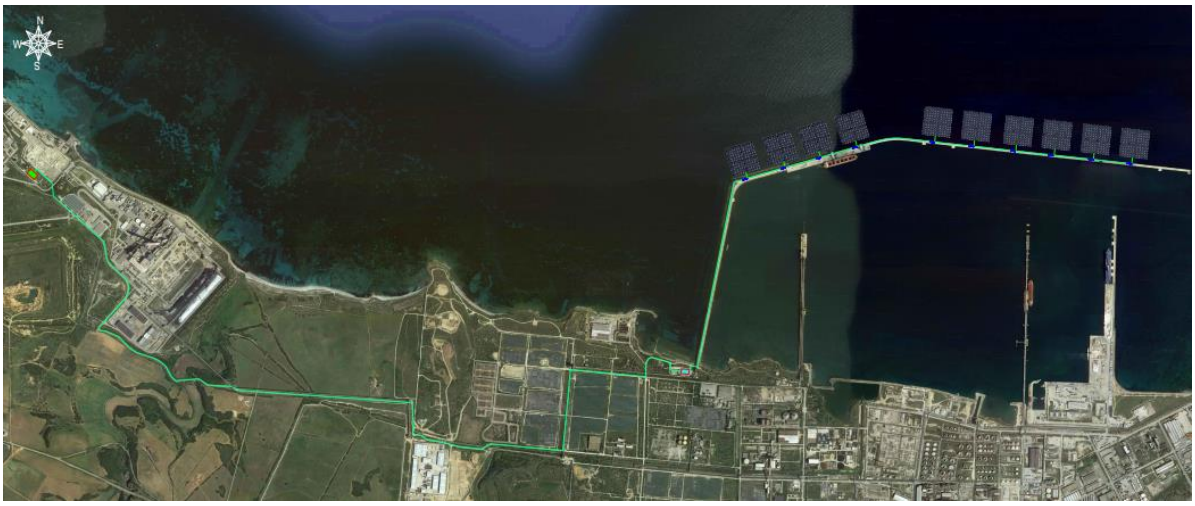


Figura 4-24: Percorso cavidotti 30kV e 150kV

Le seguenti alternative progettuali sono state considerate per l'instradamento dei cavi:

- cavidotti MT 30 kV (da cabine MT in banchina a stazione MT/AT)

1. Passaggio cavidotti su canaletta posata sui supporti dell'oleodotto esistente;
2. Passaggio su banchina tramite realizzazione di cunicolo per alloggiamento cavi;

- cavidotto AT 150 kV:

1. Passaggio cavidotto interamente interrato in trincea come mostrato in **Figura 4-24**;
2. Passaggio cavidotto su canaletta posata sui supporti dell'oleodotto esistente fino al punto in cui l'oleodotto diverge dal carbonodotto esistente e, quindi, passaggio interrato in trincea.

Cabina di misure e consegna

La connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale è prevista nella già esistente stazione AT FS Olio a 150 kV ubicata in località Cabu Aspru, nel comune di Sassari, all'interno del perimetro della

centrale termoelettrica gestita dalla Fiume Santo S.p.A. All'interno di tale stazione vi sono infatti dei montanti utili predisposti per connessioni future.

La sottostazione FS Olio è connessa con due linee a 150 kV alla stazione AT 150/380 kV denominata "Fiume Santo" della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) gestita da TERNA.

4.3 Modalità di installazione e connessione dell'impianto offshore

In questa sezione si vuole identificare e analizzare le diverse fasi necessarie per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico di tipo flottante e di tutte le opere ad esso annesse, quali cavidotto di collegamento per l'immissione dell'energia nella Rete Nazionale.

Il tempo di costruzione a partire dall'ottenimento dell'autorizzazione unica è stimato in 30 mesi.

4.3.1 Fasi di lavorazione

Allo stato attuale della progettazione l'installazione del parco fotovoltaico prevede le seguenti fasi:

Allo stato attuale della progettazione l'installazione del parco fotovoltaico prevede le seguenti attività:

- Survey G&G (a mare) e ingegneria di dettaglio;
- Rilievi strumentali e tracciamenti (a terra);
- Preparazione viabilità e accessi;
- Preparazione aree stoccaggio e cantiere;
- Acquisto e consegna materiali in aree stock e cantiere;
- Installazione pali e sistemi d'ancoraggio;
- Assemblaggio zattere, strutture, moduli e inverter;
- Trasporto zattere e varo nell'area di installazione;
- Posa in opera transformers;
- Posa cavi BT/Segnali e cablaggi;
- Posa in opera trasformatore BT/MT su edificio esistente;
- Scavi, posa e rinterri elettrodotti;
- Posa cavi MT e AT;
- Adeguamento stazione utenza per allaccio impianto;
- Ripristino delle aree;
- Allaccio alla rete, messa in esercizio e collaudo.

Survey geofisica e geotecnica e di ingegneria di dettaglio

Prima di iniziare le installazioni a mare saranno completate le attività di survey geofisica e geotecnica tramite indagini SBP, SSS e campionamenti del fondale marino delle aree di installazione dei pali e degli ancoraggi.

Rilievi strumentali e tracciamenti

Saranno rilevate in campo le quote di riferimento piano-altimetriche e topografiche al fine di predisporre il progetto esecutivo; una delimitazione in rete plastificata a maglia larga sarà installata lungo tutti i perimetri delle aree a terra interessate dall'intervento. Le zone interessate saranno quelle all'interno dell'area di impianto di produzione, area di cantiere e dell'elettrodotto

di connessione. Per quest'ultimo verranno di volta in volta aperti delle fasce di lavoro atte a identificare la striscia di intervento e la cui larghezza dovrà garantire la buona esecuzione delle opere il transito dei mezzi di servizio.

Preparazione viabilità ed accessi

Nella definizione del lay-out dell'impianto e della viabilità per il raggiungimento ed il collegamento delle aree di servizio temporanee, si utilizzeranno i tracciati stradali già esistenti (strade pubbliche, ecc.), provvedendo, dove necessario, alla sistemazione di questi per il transito dei mezzi ed integrandoli, in minima parte, con nuove brevi piste di raccordo ove necessario. La sistemazione delle piste sarà realizzata in modo da avere lunghezze e pendenze delle livellette tali da seguire, per quanto possibile, la morfologia propria del terreno minimizzando opere di scavo o riporto. Contemporaneamente alla sistemazione dei tracciati stradali saranno effettuati gli scavi per l'alloggiamento dei cavidotti ove previsti.

Figura 4-25: Viabilità esistente nei pressi dell'area cantiere

Figura 4-26: Viabilità esistente nei pressi dell'area cantiere

Preparazione aree stoccaggio e cantiere

Contestualmente alla preparazione della viabilità, si procederà alla preparazione delle zone di stoccaggio. Le zone interessate saranno quelle all'interno dell'area di cantiere, dei transformatori e del cavidotto. Tramite operazioni di livellamento e/o spianamento con successivo imbrecciamento dell'area con rullatura si prepara il terreno al fine di avere un fondo compatto e consistente capace di sopportare il traffico veicolare e le manovre necessarie da compiere entro tali aree; Nelle aree di stoccaggio verranno installati anche i box di servizio al cantiere. Per quanto attiene alle aree di stoccaggio lungo il tragitto del cavidotto, saranno predisposte delle zone di deposito delle bobine dei cavi con passo tipico 500-800 m definite in fase di progettazione esecutiva in accordo con i Comuni e i vari enti interessati.

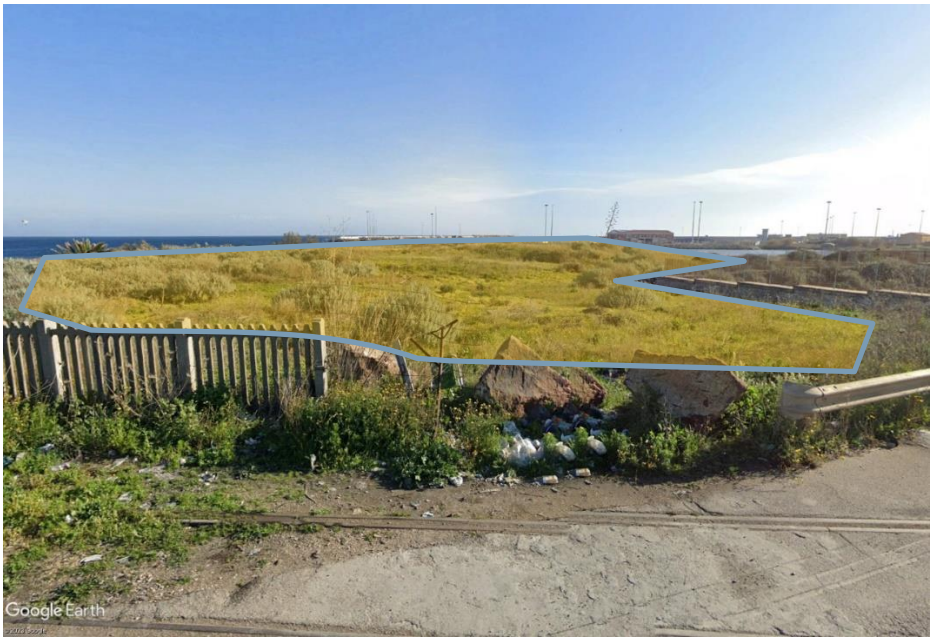


Figura 4-27: Area stoccaggio e cantiere per il varo dei pannelli

Per quanto riguarda le opere di infrastrutture temporanee di cantiere, i mezzi interessati si possono così riassumere:

- camion gru;
- pala meccanica;
- escavatori;
- bobcat;
- manitou;
- camioncini;
- rulli compattatori;
- autobetoniere (all'occorrenza);
- rimorchiatori marini.

Inoltre, saranno necessari:

- servizi per sottocantiere;
- servizi sanitari chimici;
- box spogliatoio/doccia;

- box primo soccorso;
- box ristoro per distribuzione acqua potabile;
- box ufficio.

Figura 4-28: Esempio di box spogliatoio e box doccia

Acquisto e consegna materiali in aree stoccaggio e cantiere

La fase di approvvigionamento, consegna e distribuzione dei materiali e dei componenti dentro le aree del cantiere, riveste una fase di notevole importanza per la realizzazione del progetto. Tenendo presente che dovranno giungere in cantiere circa 95.000 moduli fotovoltaici, 200 strutture per zattere con relativi telai capaci di accogliere circa 400 moduli ciascuna, cavidotti di vario diametro, 20 power station (BT/MT) completamente cablate con trasformatori BT/MT a bordo, 1.440 inverter, materiali e componenti per realizzare la parte impiantistica da inserire all'interno di strutture esistenti per la trasformazione MT/AT e lo stesso per la stazione di consegna in Alta Tensione (esistente) da collegare verso la RTN, è stata prevista una area di cantiere a terra dove avverrà l'assemblaggio dei pannelli e il varo e un'area di deposito dei materiali a questa attigua.

Installazione pali e sistemi d'ancoraggio

Prima del posizionamento delle strutture galleggianti di sostegno e dei moduli di pannelli, risulta necessaria la posa dei sistemi di ancoraggio e di ormeggio. I pali di ancoraggio sono trasportati ed installati mediante l'utilizzo di appositi mezzi navali per seguire le operazioni di infissione dei pali nel fondale. Le linee di ormeggio sono connesse agli ancoraggi e posate sul fondale marino nell'attesa della connessione alle strutture galleggiante.

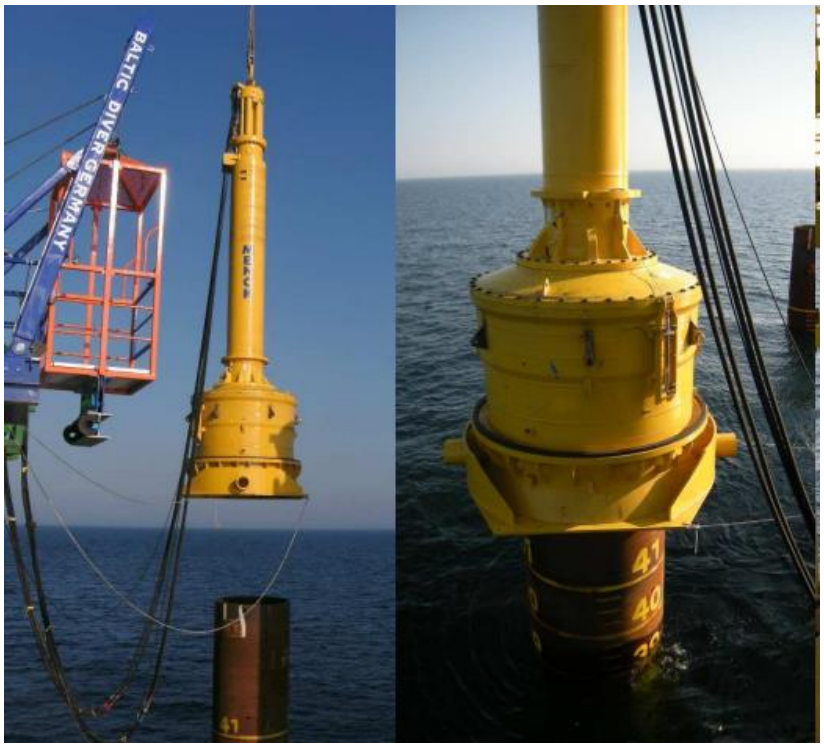


Figura 4-29: Esempio di battitura pali a mare (fonte Menk)

Assemblaggio zattere, strutture, moduli, inverter

In questa fase si assemblano le zattere atte a sostenere l'impianto completo di moduli e inverter. Le parti che compongono le strutture galleggianti sono prefabbricate secondo specifica e, dopo l'applicazione delle eventuali vernici di protezione, sono trasportate sino ad un'area individuata appositamente per le operazioni di assemblaggio. In generale, le operazioni di assemblaggio hanno inizio in seguito alla posa dei moduli che compongono la struttura galleggiante. Tali parti, opportunamente sollevate e posizionate mediante l'ausilio di apposite gru, sono connesse tra loro. La struttura viene posizionata su appositi rulli che permetteranno di far scivolare la zattera assiemata in acqua. Completata la struttura, è possibile procedere all'installazione dei pannelli fotovoltaici e inverters. L'assemblaggio avverrà secondo le specifiche indicazioni del produttore utilizzando tecnici specializzati.

Trasporto zattere e varo nell'area di installazione

Terminato l'assemblaggio, la struttura viene fatta scivolare attraverso appositi rulli in mare, dove poi verrà trasportata fino al sito dell'impianto ed ormeggiata tramite natanti.

Figura 4-30: Varo dei moduli fotovoltaici (Fonte:BayWa r.e.)

Di seguito si riporta una ortofoto che raffigura l'organizzazione dell'area di varo.

Figura 4-31: Area cantiere a terra e varo dei moduli fotovoltaici

Posa in opera transformatori (BT/MT)

In questa fase i trasformatori e relative apparecchiature elettriche verranno alloggiati su cabinati, preliminarmente stimati di dimensione pari a 2 container da 40 piedi per ogni blocco di pannelli da 4 MWp, che verranno posizionati preferibilmente sulla banchina per minimizzare le installazioni a mare. In totale verranno installati all'interno dei 20 container 40 trasformatori per l'innalzamento della tensione da 400V a 30kV.

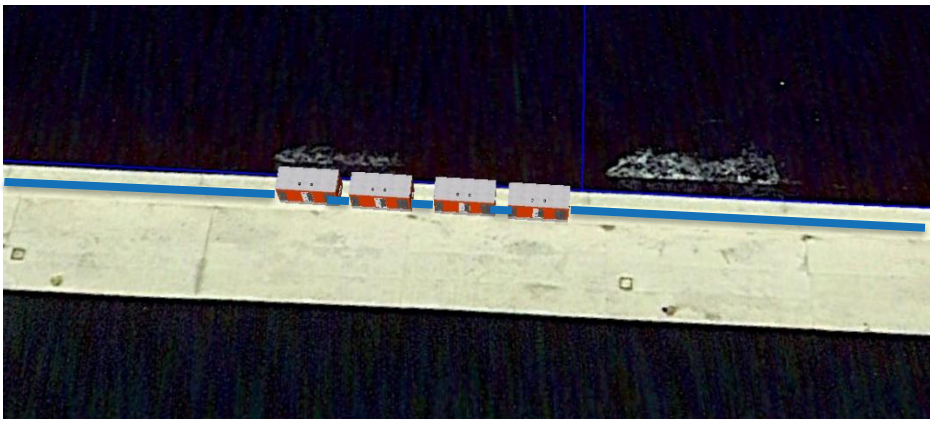


Figura 4-32: Cabinati per trasformatori BT/MT su banchina

Tutti i prefabbricati non hanno bisogno di fondazioni in quanto sono già provvisti di una vasca di fondazione propria.

Posa cavi BT/Segnali e cablaggi a mare

In questa fase di lavoro, gli operatori elettricisti esperti andranno a realizzare il collegamento tra i pannelli e il relativo inverter e tra quest'ultimo e i trasformatori installati in precedenza, nonché tutti i collegamenti di terra previsti. Tale operazione sarà coordinata con l'avanzamento delle attività propedeutiche quali i montaggi dei moduli e degli inverter. Inoltre saranno posati tutti gli altri cavi necessari al funzionamento dei servizi ausiliari quali ad esempio i sensori di misura di irraggiamento, temperatura, il sistema di monitoraggio, i sistemi di telecomunicazioni, video, illuminazione e, ove necessario, sistemi antincendio. Il collegamento tra i cavi e i trasformatori avviene tramite risers.

Posa in opera trasformatore su locale esistente

Per quanto riguarda l'alloggio del trasformatore per l'innalzamento della tensione da 30kV a 150kV, verrà utilizzato un locale esistente in prossimità della radice molo.

Nel locale di trasformazione avviene un'elevazione della tensione di esercizio da 30 kV (MT) a 150 kV (AT), per poter immettere l'energia prodotta nella Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

Le apparecchiature elettriche da installare all'interno del locale esistente comprendono, a titolo indicativo e non esaustivo gli elementi riportati nel seguente elenco.

- Trasformatore MT/AT da 30 a 150 kV;
- Terminale cavi a 150 kV e apparecchiature di protezione 150 kV;
- Trasformatore MT/AT;
- Montanti linea 150 kV;
- Stalli AT e MT;
- Interruttore MT;
- Scaricatori AT e MT;
- Chioschi per apparecchiature elettriche.

Scavi elettrodotto AT

Le attività di scavo-posa-ripristini dell'elettrodotto AT, già iniziate appena terminate le operazioni di preparazione delle aree e ricevuti i primi materiali, potranno proseguire in parallelo all'attività di installazione delle zattere. Coinvolgerà più squadre in parallelo operanti nelle diverse zone.

Operatori specializzati, attraverso l'uso di appropriate macchine operatrici (escavatori, Bobcat, pale meccaniche), provvederanno allo scavo delle trincee per la posa delle condotte in cui saranno posti i cavi di alta tensione.

Le trincee avranno profondità di 120 cm (dall'estradosso). Tale lavorazione interesserà solo fasce limitate di terreno, in prossimità della viabilità principale sia interna che esterna all'impianto. In questa fase verranno predisposti anche le vie cavo per i servizi ausiliari quali:

- trasmissione dati: fibra ottica campo fotovoltaico;
- segnali: sensori meteo;
- impianto allarme e videosorveglianza: barriere e sensori e telecamere;
- impianto illuminazione.

Saranno impiegati tubi spiralati in PE o PVC con interno liscio che dovranno essere dotati di apposita certificazione sia sul tipo di materiale che sui metodi di impiego.

Per gli scavi che andranno a interessare sedi stradali, occorrerà garantire la viabilità provvisoria, pedonale e carrabile anche mediante idonee passerelle metalliche che dovranno essere rimosse solo a rinterro avvenuto. Le operazioni di scavo e posa dei cavi richiedono l'apertura di un'area di passaggio, denominata "fascia di lavoro".

Questa fascia dovrà essere la più continua possibile ed avere una larghezza tale da consentire la buona esecuzione dei lavori ed il transito dei mezzi di servizio.

Posa elettrodotti MT ed AT

In questa fase si lavorerà sul collegamento tra tutti i trasformatori in banchina e la stazione di trasformazione MT/AT, attraverso l'elettrodotto MT di lunghezza pari a 3.8km.

Parallelamente si lavorerà sul collegamento tra la stazione di trasformazione MT/AT con la stazione AT esistente per una lunghezza di 6 km.

La fase di lavoro comprende la posa dei cavi elettrici e delle linee di comunicazioni in fibra.

La posa del cavidotto terrestre avverrà a tratte.

Figura 4-33: Esempio di scavo per interramento cavo (Hornsea Project One) in campagna.

Figura 4-34: Esempio di scavo per interramento su asfalto

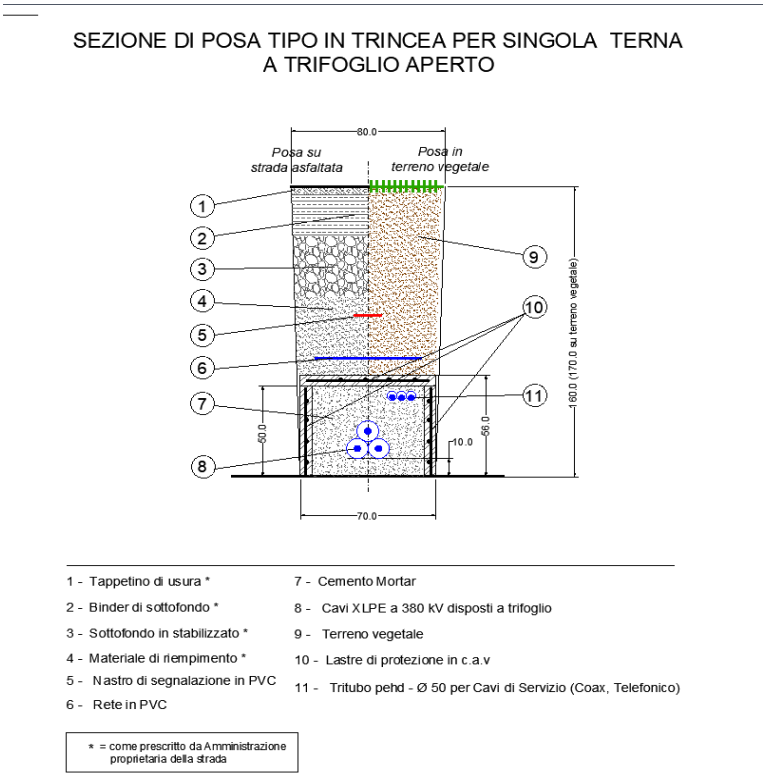


Figura 4-35: tipico della sezione di posa per singola terna di cavi

Nel caso dell'impossibilità d'eseguire lo scavo a cielo aperto o per impedimenti nel mantenere la trincea aperta per lunghi periodi, ad esempio in corrispondenza di strade di grande afflusso, svincoli, attraversamenti di canali, ferrovia o di altro servizio di cui non è consenta l'interruzione, i cavidotti potranno essere installate con sistemi trenchless quali perforazione teleguidata , che non comporta alcun tipo di interferenza con le strutture superiori esistenti, poiché saranno attraversate in sottopasso.

Tali attraversamenti prevedono di installare il cavo all'interno di tubazione di protezione.

La Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) o Teleguidata o Directional Drilling (opere trenchless) è una tecnica prevede una perforazione eseguita mediante una portasonda teleguidata ancorata a delle aste metalliche. L'avanzamento avviene per la spinta esercitata a forti pressioni di acqua o miscele di acqua e polimeri totalmente biodegradabili; per effetto della

spinta il terreno è compresso lungo le pareti del foro. L'acqua è utilizzata anche per raffreddare l'utensile. Questo sistema non comporta alcuno scavo preliminare, ma richiede solo di effettuare eventualmente delle buche di partenza e di arrivo; non comporta quindi, l'esecuzione di demolizioni e ripristini.

Le fasi principali del processo della TOC sono le seguenti:

- delimitazione delle aree di cantiere;
- realizzazione del foro pilota;
- alesatura del foro pilota e contemporanea posa dell'infrastruttura (tubazione).

Da una postazione di partenza (**Figura 4-36**) in cui viene posizionata l'unità di perforazione, attraverso un piccolo scavo di invito viene trivellato un foro pilota di piccolo diametro, lungo il profilo di progetto che prevede il passaggio lungo il tratto indicato raggiungendo la superficie al lato opposto dell'unità di perforazione. Il controllo della posizione della testa di perforazione, giuntata alla macchina attraverso aste metalliche che permettono piccole curvature, è assicurato da un sistema di sensori posti sulla testa stessa. Una volta eseguito il foro pilota viene collegato alle aste un alesatore di diametro leggermente superiore al diametro della tubazione che deve essere trascinata all'interno del foro definitivo. Tale operazione viene effettuata servendosi della rotazione delle aste sull'alesatore, e della forza di tiro della macchina per trascinare all'interno del foro un tubo generalmente in PE di idoneo spessore. Le operazioni di trivellazione e di tiro sono agevolate dall'uso di fanghi o miscele acqua-polimeri totalmente biodegradabili, utilizzati attraverso pompe e contenitori appositi che ne impediscono la dispersione nell'ambiente. Con tale sistema è possibile installare condutture al di sotto di grandi vie, di corsi d'acqua, canali marittimi, vie di comunicazione quali autostrade e ferrovie (sia in senso longitudinale che trasversale), edifici industriali, abitazioni, parchi naturali etc.

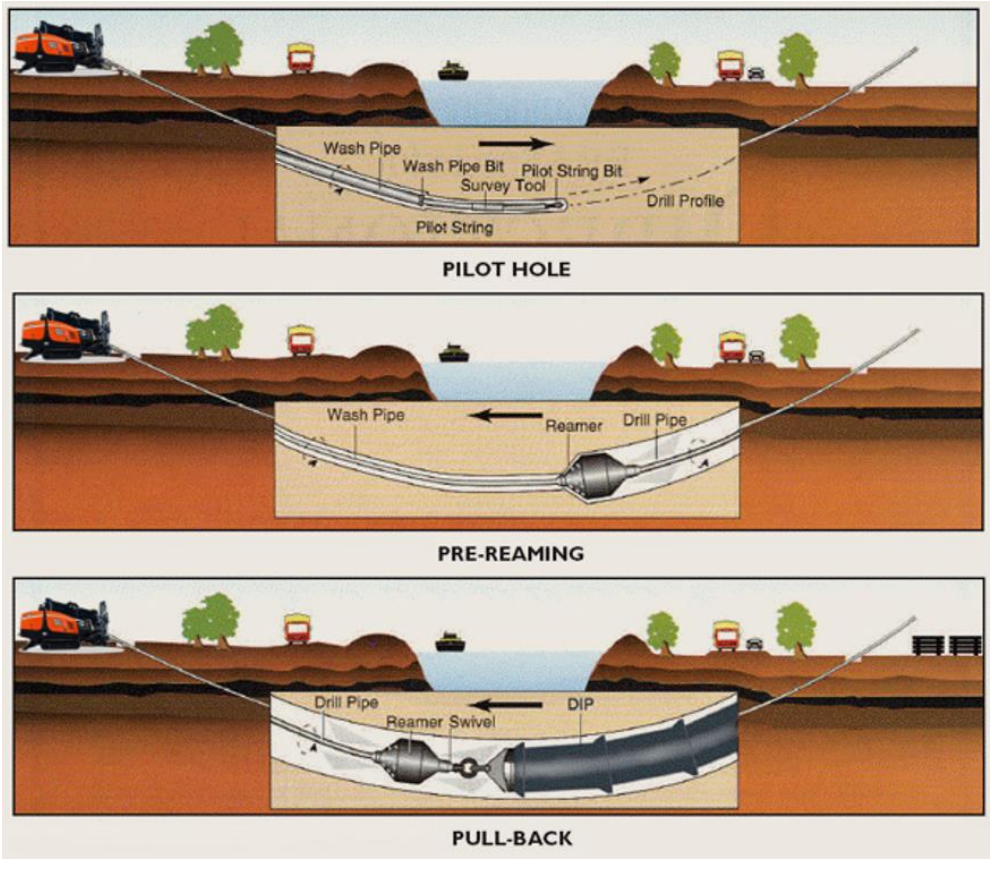


Figura 4-36: Sequenza tipica di realizzazione di Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)

La modalità esecutiva dell'attraversamento del Fiume Santo sarà definita in fase di progettazione definitiva/esecutiva.

Adeguamento stazione utenza per allaccio impianto

In questa fase saranno realizzate le opere necessarie al collegamento dei cavi AT agli stalli dell'esistente stazione Fiume Santo Olio a 150 kV, inclusi gli apparati di misura e protezione, i sezionatori e gli interruttori.

Ripristino delle aree

Rappresenta la fase conclusiva dell'installazione dell'impianto. Terminati i lavori, si procederà alla dismissione delle opere di cantiere, avendo terminato le lavorazioni per la realizzazione del parco fotovoltaico e delle relative opere ad esso connesse quali ad esempio i servizi ausiliari e le opere per la connessione alla RTN. Contemporaneamente verranno realizzati i ripristini, se previsti, quali ad esempio il re-impianto di eventuali alberature rimosse, la semina di piante erbacee tappezzanti, ecc. Saranno smantellate tutte le opere provvisionali, i servizi di cantiere, i box e le recinzioni. Si registrerà un aumento del carico stradale dovuto ai veicoli deputati al carico e trasporto dei vari materiali e delle varie attrezzature ancorché di breve durata temporale e su strade che non presentano alcuna criticità.

Eventuali materiali di risulta ovvero terre da scavo non riutilizzate nelle operazioni di rinterri e ripristini, saranno rimosse, caricate e trasportate per lo smaltimento del materiale presso impianti di recupero e riciclaggio ai sensi di legge (D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 e ss.mm.ii.).

Allaccio alla RTN (Rete Elettrica Nazionale) e messa in esercizio

In questa fase si procederà con la messa in esercizio (commissioning) dell'impianto e con le prove e i collaudi necessari a provare la buona esecuzione dell'opera.

4.3.2 Cronoprogramma

Il tempo di costruzione e realizzazione dell'impianto (inclusa ingegneria di dettaglio, survey e acquisto e fornitura di materiali) fino alla sua messa in servizio è stimato in 30 mesi a partire da ottenimento di Autorizzazione unica. Qui di seguito viene rappresentato il cronoprogramma di riferimento per le attività.

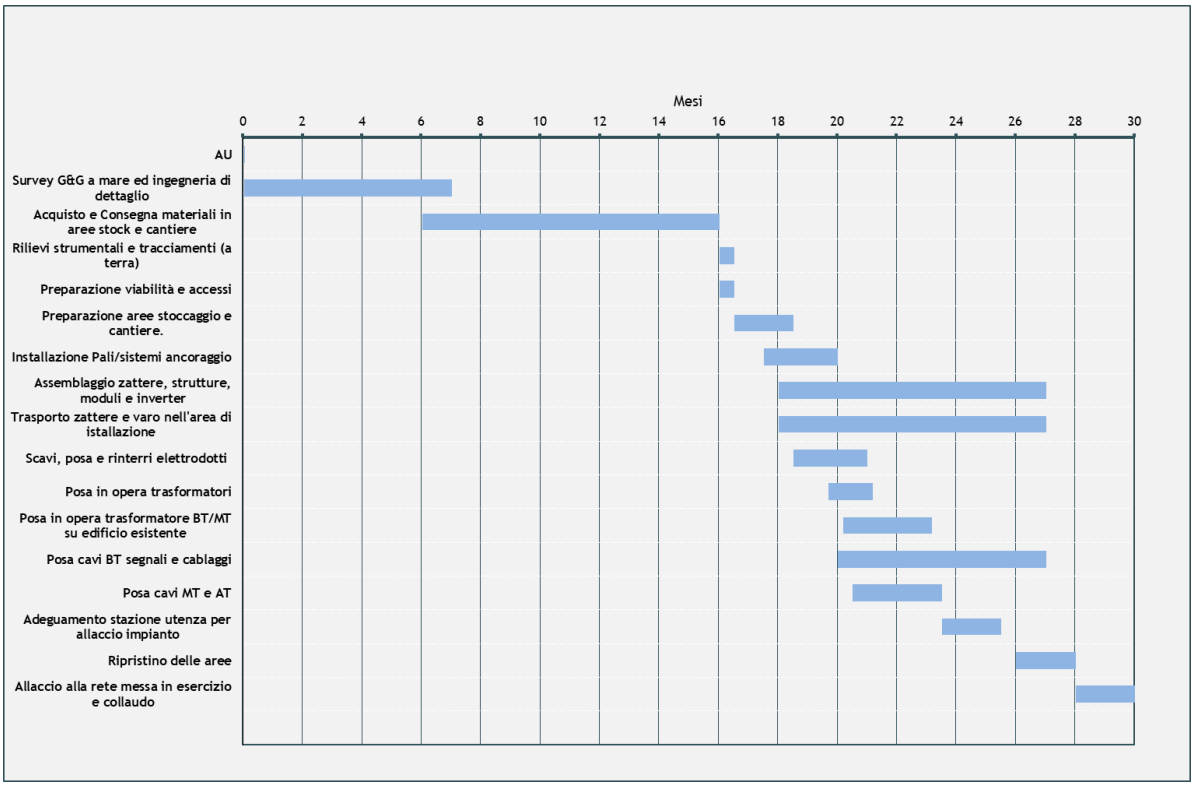


Figura 4-37: Cronoprogramma

4.4 Manutenzione dell'impianto

L'impianto fotovoltaico richiede un supporto logistico per le operazioni di manutenzione durante tutto il periodo operativo.

Per le operazioni di manutenzione ordinaria le infrastrutture necessarie sono costituite da:

- locale tecnico per lo stoccaggio, movimentazione pezzi di ricambio, raccolta dei rifiuti e operazioni amministrative
- un'area di banchina per il carico e scarico dei mezzi navali;
- mezzi navali (generalmente gommoni) per il trasporto dei componenti e degli operatori

La manutenzione preventiva è pianificata e condotta secondo le specifiche dei fornitori dei componenti dell'impianto e si concretizza in verifiche mensili.

Le strutture galleggianti, le linee di ormeggio e le ancore sono soggette ad ispezioni e operazioni di manutenzione per garantire l'integrità strutturale e le buone condizioni delle varie componenti e il corretto funzionamento dei sistemi installati.

La manutenzione correttiva eccezionale considera la sostituzione dei componenti principali e può interessare i pannelli fotovoltaici, le linee di ormeggio (rottura). Si tratta di operazioni non pianificate che richiedono l'implementazione di una minima logistica portuale.

L'accessibilità al sistema avverrà tramite un boat landing. Un esempio è mostrato nella figura sottostante.

Figura 4-38: Esempio di Boat Landing (riferimento Offshore wind Kinkardine)

4.5 Piano di dismissione

La vita utile dell'impianto è prevista essere pari a circa 30 anni, al termine dei quali, nel caso non ricorrano le condizioni per un revamping, ovvero di aggiornamento tecnologico dell'impianto stesso, si provvederà alla sua dismissione e al ripristino dei luoghi.

Al termine di questa fase, dove è previsto lo smantellamento dei moduli e di tutte le infrastrutture correlate, il recupero del sito sarà totale e l'area interessata potrà essere completamente recuperata alla destinazione d'uso iniziale.

La sequenza delle operazioni di smantellamento delle varie infrastrutture dipenderà dai metodi e dalle tecniche di installazione disponibili ed utilizzabili al momento e vi saranno alcune similitudini, con sequenza invertita, alle operazioni di installazione.

Le operazioni di disattivazione possono essere suddivise a seconda che queste siano condotte in mare o a terra.

Per le operazioni in mare si prevede:

- ispezioni infrastrutturali (strutture galleggianti o fisse di sostegno, cavi di ormeggio);
- disconnessione dei cavi di potenza tra i moduli di pannelli e dei cavi di campo e sottocampo;
- recupero dei cavi;
- disconnessione di linee di ormeggio e loro recupero;
- dismissione pali di ancoraggio.

Per le operazioni a terra e portuali si prevede:

- smontaggio dei pannelli fotovoltaici dai supporti;
- scarico e deposito a terra dei componenti;
- stoccaggio delle strutture di sostegno e smantellamento.

La soluzione di dismissione standard considera lo smantellamento delle componenti a cui segue il riciclo e/o lo smaltimento dei rifiuti.

I diversi materiali se non riutilizzati, verranno separati e compattati al fine di ridurre i volumi e consentire un più facile trasporto ai centri di trattamento e recupero. Sarà dunque stabilito un trattamento specifico a seconda della natura dei materiali:

- gli ancoraggi, i loro accessori e la maggior parte delle attrezzature della struttura galleggiante, composte principalmente da acciaio e materiali compositi, saranno riciclati dall'industria dell'acciaio e da aziende specializzate;
- le componenti elettriche, se non potranno essere riutilizzate, saranno smantellate e riciclate ai sensi della direttiva europea (WEEE - Waste of Electrical and Electronic Equipment);
- particolare attenzione sarà dedicata allo smantellamento delle apparecchiature elettriche (trasformatori) che utilizzano lubrificanti e olio per prevenire sversamenti accidentali. Eventuali residui di olio o lubrificante saranno rimossi secondo le procedure appropriate.

5. INTERAZIONE OPERA AMBIENTE

5.1 Approccio metodologico

Le valutazioni sviluppate nel seguito riguardo la significatività degli impatti sono state elaborate considerando quali elementi fondamentali la sensibilità dei recettori potenzialmente interferiti e la magnitudo dell'impatto.

Nello specifico, la sensibilità dei recettori è determinata dalla combinazione delle seguenti due componenti:

- la vulnerabilità della risorsa/recettore; e
- l'importanza data alla stessa dagli stakeholders o dagli strumenti di pianificazione.

La vulnerabilità è intesa come la resilienza della risorsa/recettore al cambiamento causato dal progetto rispetto allo stato *ante-operam*. In particolare, essa è valutata considerando la disponibilità di una risorsa/recettore alternativo e la capacità della risorsa/recettore di adattarsi alla nuova condizione.

L'importanza della risorsa/recettore, invece, è valutata sulla base del suo valore dal punto di vista ecologico, socio-culturale ed economico. Rientra in questa analisi anche la valutazione dello stato di conservazione della risorsa nella fase *ante-operam*, in base a quanto riportato nel **Capitolo 3**.

La vulnerabilità e l'importanza nel seguito verranno quantificate sulla base delle seguenti tre classi: bassa, media o alta. Il valore della sensibilità è, poi, assegnato secondo lo schema riportato nella seguente tabella.

Tabella 5-1: Classi di sensibilità per le risorse/recettori

		Importanza		
		Bassa	**Media**	**Alta**
Vulnerabilità	**Bassa**	Bassa	Bassa	Media
	Media	Bassa	Media	Alta
	Alta	Media	Alta	Alta

La magnitudo dell'impatto è l'elemento attraverso il quale viene quantificato il cambiamento causato dall'interferenza del progetto sullo stato *ante-operam* del fattore ambientale/sociale considerato. La magnitudo è espressa come combinazione dei seguenti criteri:

- entità dell'impatto tramite la quale è possibile misurare il cambiamento di stato della componente (fattori ambientali/agenti fisici) / recettore dalla condizione *ante-operam* (alterazione o impatto). In funzione della componente considerata (in special modo per le componenti abiotiche, come atmosfera, rumore, acqua, suoli/sedimenti) è possibile fare riferimento a grandezze standard definite dalla normativa vigente o da valori indicati in linee guida tecniche e scientifiche;
- estensione dell'impatto - fornisce un'indicazione dell'estensione spaziale del cambiamento (impatto/alterazione) sul fattore ambientale o agente fisico/recettore;

- durata dell'impatto - fornisce un'indicazione della durata dell'azione di progetto che induce il cambiamento (impatto/alterazione) sul fattore ambientale o agente fisico/recettore;
- frequenza dell'impatto - periodicità con cui si verifica l'azione di progetto che induce il cambiamento (impatto/alterazione) sul fattore ambientale o agente fisico/recettore all'interno del periodo di durata di cui al punto precedente;
- reversibilità dell'impatto - definisce la capacità, o meno, del fattore ambientale/agente fisico/recettore di ritornare allo stato *ante-operam* una volta che non sussista più il fattore causale di impatto;
- segno dell'impatto in termini di benefici o effetti negativi.

Per ogni impatto potenziale deve essere stimato il valore della magnitudo sulla base delle definizioni riportate nella seguente tabella. Per poter quantificare numericamente la magnitudo sono stati assegnati dei punteggi numerici alle diverse classi identificate.

Tabella 5-2: Criteri per la definizione della magnitudo dell'impatto

Criterio	Classe	Valore	Definizione
Entità	Lieve	1	Il cambiamento nella risorsa/recettore è difficilmente misurabile o non viene percepito. In presenza di standard di riferimento, gli indicatori sono molto inferiori ad esso.
	Bassa	2	Il cambiamento nella risorsa/recettore viene percepito e può essere misurato. In presenza di standard di riferimento, gli indicatori sono inferiori ad esso.
	Media	3	Il cambiamento nella risorsa/recettore è evidente In presenza di standard di riferimento, gli indicatori sono poco inferiori ad esso.
	Alta	4	Il cambiamento nella risorsa/recettore è molto evidente In presenza di standard di riferimento, gli indicatori sono superiori ad esso.
Estensione	Locale	1	L'impatto interessa solo le risorse/recettori poste presso il sito di intervento o nelle immediate vicinanze (<1 km).
	Poco esteso	2	L'impatto interessa solo le risorse/recettori poste in un'area poco distante dal sito (1-5 km).
	Esteso	3	L'impatto interessa solo le risorse/recettori poste in un'area distante dal sito (5-10 km).
	Molto esteso	4	L'impatto interessa solo le risorse/recettori poste in un'area molto distante dal sito (<10 km).
Durata	Temporaneo	1	L'interferenza ha una durata di alcuni giorni.
	Breve	2	L'interferenza ha una durata limitata (massimo 6 mesi).
	Medio	3	L'interferenza ha una durata limitata ma più lunga (fino ai 3 anni).

Tabella 5-2: Criteri per la definizione della magnitudo dell'impatto			
	Lungo	4	L'interferenza continuerà su un periodo più lungo. Sono incluse quelle attività intermittenti e ripetute (per esempio manutenzioni annuali).
Frequenza	Occasionale	1	L'interferenza avviene solo occasionalmente con frequenza irregolare e bassa.
	Poco frequente	2	L'interferenza avviene in maniera discontinua, regolarmente con frequenza bassa.
	Periodica	3	L'interferenza avviene in maniera discontinua, regolarmente con frequenza media.
	Costante	4	L'interferenza avviene in maniera continua e regolare.
Reversibilità	Immediatamente reversibile	1	Il ripristino delle condizioni iniziali è pressoché immediato.
	Reversibile nel breve termine	2	Il ripristino delle condizioni iniziali è possibile nel breve termine.
	Reversibile nel medio termine	3	Il ripristino delle condizioni iniziali è possibile nel medio termine.
	Non reversibile	4	Il ripristino delle condizioni iniziali è possibile nel lungo termine o non è possibile.
Segno	Postivo	+	L'impatto comporta benefici sulla componente ambientale
	Negativo	-	L'impatto ha effetti negativi sulla componente ambientale

La magnitudo del singolo impatto è espressa, poi, come sommatoria dei punteggi ottenuti per ciascun criterio a cui è associato un livello qualitativo mostrato nella tabella seguente.

Tabella 5-3: Livello di magnitudo dell'impatto	
Valore della sommatoria	**Classe di magnitudo**
5-8	Trascurabile
9-12	Bassa
13-16	Media
17-20	Alta

Nell'ultimo step si considerano le classi di sensibilità della risorsa/recettore e la magnitudo dell'impatto e, tramite la matrice riportata nella seguente tabella, si identifica una classe di significatività per ogni singolo impatto.

Tabella 5-4: Classi di significatività degli impatti				
		Sensibilità della risorsa/recettore		
		Bassa	**Media**	**Alta**
Magnitudo	**Trascurabile**	Bassa	Bassa	Bassa
	Bassa	Bassa	Media	Alta
	Media	Media	Alta	Molto alta
	Alta	Alta	Molto alta	Molto alta

Le definizioni delle diverse classi sono riportate nella seguente tabella in cui si indica anche la necessità o meno di applicare misure di mitigazione, per il cui sviluppo si rimanda al **Capitolo 6**.

Tabella 5-5: Definizione della significatività degli impatti	
Significatività	**Definizione**
Bassa	Gli impatti attesi non creano un cambiamento percettibile allo stato *ante-operam* dei fattori ambientali analizzati. Non sono necessarie misure di mitigazione.
Media	Gli impatti creano un cambiamento percettibile allo stato *ante-operam* ma non pregiudicano la funzione o il valore della risorsa/recettore. Questi impatti andrebbero eliminati o mitigati se possibile.
Alta	Gli impatti creano un cambiamento evidente allo stato *ante-operam* e potrebbero pregiudicare la funzione o il valore della risorsa/recettore. Questi impatti necessitano obbligatoriamente di misure di mitigazione.
Molto alta	Gli impatti creano un cambiamento evidente allo stato *ante-operam* e pregiudicano la funzione o il valore della risorsa/recettore. Questi impatti necessitano obbligatoriamente di misure di mitigazione.

5.2 Suolo, uso suolo e patrimonio agroalimentare

Le interferenze tra il progetto proposto e la componente ambientale suolo sono state individuate esclusivamente nella fase di costruzione e di dismissione e possono essere così riassunte:

- occupazione di suolo;
- produzione di rifiuti;
- potenziale contaminazione del suolo per effetto di eventi incidentali dovuti a spandimenti dai mezzi utilizzati per la costruzione.

Si ritiene che non vi sia alcun tipo di interferenza tra l'impianto fotovoltaico in progetto e la componente ambientale suolo in fase di esercizio se non limitatamente all'occupazione della porzione di fondale marino interessata dal sistema di ormeggio (pali battuti o corpi morti e catenaria in tensione) e alla produzione di rifiuti, e quindi alla loro gestione, derivanti dalle attività di manutenzione che risultano comunque trascurabili.

Tale assunto risulta corretto anche per la porzione on-shore dell'impianto che risulta costituita dalla sottostazione di trasformazione MT/AT che sarà realizzata in corrispondenza della sezione terminale a terra della diga foranea su un'area già interessata dalla presenza di manufatti e

dall'elettrodotto di collegamento alla stazione della rete elettrica nazionale adiacente la centrale termoelettrica di Fiume Santo.

Per tale elettrodotto, come già descritto, sono tuttora allo studio due alternative; entrambe non comportano il consumo di suolo allo stato naturale né un utilizzo dello stesso differente dalla attuale destinazione d'uso.

Per quanto concerne il fattore patrimonio agroalimentare, si evidenzia che non sono stati identificati impatti conseguenti alla realizzazione dell'iniziativa in progetto in quanto le aree interessate dallo stesso, così come le aree immediatamente circostanti, sono a vocazione portuale ed industriale.

5.2.1 Impatti sulla matrice suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare in fase di cantiere/dismissione

Come mostrato nel **Capitolo 4**, per l'installazione dell'impianto fotovoltaico offshore verrà cantierizzata una piccola area localizzata tra il porto industriale di Porto Torres e il porto turistico.

L'area di cantiere verrà impiegata essenzialmente per lo stoccaggio delle componenti di impianto, e per il loro parziale assemblaggio prima del loro varo e trasporto via mare nell'area di installazione.

La potenziale incidenza di fenomeni accidentali quali sversamenti e spandimenti di sostanze inquinanti nell'ambiente in fase di cantiere è ritenuta trascurabile in considerazione del ridotto numero di mezzi d'opera terrestri che verranno utilizzati e delle misure precauzionali che verranno adottate durante le lavorazioni per limitare i rischi di contaminazione (operazioni di manutenzione dei mezzi adibiti ai servizi logistici presso la sede dell'appaltatore, interventi di manutenzione straordinaria dei mezzi operativi in aree dedicate adeguatamente predisposte rifornimento dei mezzi operativi organizzata fuori dall'area di cantiere, controllo periodico dei circuiti oleodinamici delle macchine).

Per quanto riguarda i rifiuti, le principali tipologie di rifiuti prodotti durante la fase di cantiere sono: rifiuti liquidi da usi civili; carta e legno e, più in generale, imballaggi delle apparecchiature. Ad eccezione della prima tipologia di rifiuto, tutti gli altri sono dei solidi ed è, quindi, escluso il rischio di contaminazione del suolo. I rifiuti verranno opportunamente separati, stoccati in aree dedicate e smaltiti mediante ditte esterne autorizzate.

Per quanto riguarda l'installazione dell'elettrodotto, rimane ancora da definire se sia possibile posare i cavi sul carbonodotto o se sia necessario ricorrere alla posa in trincea. Nel primo caso l'interferenza della fase di cantiere con la componente suolo è sostanzialmente nulla, nel secondo caso, invece, poiché il percorso dell'elettrodotto si sviluppa accanto alla viabilità già esistente nel territorio non vi sarà occupazione di nuovo suolo allo stato naturale.

Anche nel caso della installazione delle opere a terra si ritiene che la potenziale incidenza di fenomeni accidentali quali sversamenti e spandimenti di sostanze sia trascurabile. Per quanto riguarda i rifiuti prodotti, si rimanda al piano preliminare di gestione delle terre e rocce da scavo redatto ai sensi dell'art. 24 del D.P.R. 120/2017.

Elementi di sensibilità e potenziali recettori

L'area di progetto e l'area di cantiere sono entrambe localizzate all'interno del porto industriale di Porto Torres in un contesto, quindi, già industrializzato ove la qualità delle matrici ambientali è stata compromessa dagli utilizzi precedenti.

Non si ravvisano, pertanto, elementi di sensibilità con riferimento alla matrice suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare.

Si ritiene pertanto di poter classificare la sensibilità e la vulnerabilità dei recettori come bassa.

Stima dell'impatto potenziale

Per quanto riguarda la magnitudo dell'impatto in fase di cantiere si ritiene che possano essere attribuiti ai criteri descrittivi le classi e i punteggi descritti nella seguente tabella.

Tabella 5-6: Magnitudo dell'impatto sul suolo – fase di cantiere/dismissione

Criterio	Classe	Valore	Definizione
Entità	Lieve	1	L'installazione dell'area di cantiere non indurrà cambiamenti percepibili dell'attuale uso del suolo (aree a destinazione industriale, produttiva o di servizi e parzialmente inutilizzate).
Estensione dell'impatto	Locale	1	La scala spaziale dell'impatto sarà localizzata, in quanto il cambiamento sarà percepibile solo nei pressi del sito di intervento.
Durata	Medio	3	La durata del fattore perturbativo sarà limitata e pari all'incirca ad 1 anno.
Frequenza	Costante	4	La frequenza del fattore perturbativo sarà alta, in quanto durante la fase di cantiere gli effetti sull'uso del suolo risulteranno percepibili su base continua.
Reversibilità	Reversibile nel breve termine	2	Il ripristino delle condizioni iniziali sarà possibile nel breve termine.
Segno	Negativo	-	

La magnitudo dell'impatto è, quindi, stimata essere bassa in quanto il valore della sommatoria è pari a 11.

Di conseguenza anche la significatività dell'impatto è ritenuta essere bassa.

5.3 Geologia e Acque

Le interferenze tra il progetto proposto e la componente ambientale geologia e acque possono essere così riassunte:

- fase di costruzione e di dismissione:
  - interazioni con le acque marine e il fondale per infissione e rimozione di pali (nel caso in cui i risultati delle indagini geotecniche confermino quanto ricostruito da bibliografia in fase di progettazione preliminare);
  - potenziali sversamenti/spandimenti accidentali dai mezzi utilizzati per la costruzione/dismissione;
- fase di esercizio:
  - interazioni con il fondale per la presenza di nuovi pali;
  - occupazione della superfice marina di estensione pari a quella dell'impianto fotovoltaico;
  - potenziale contaminazione delle acque per effetto di sversamenti/spandimenti accidentali in fase di esercizio.

La realizzazione del progetto proposto non determinando alcuna variazione delle aree impermeabilizzate rispetto alla configurazione attuale non comporta alcuna variazione del drenaggio superficiale sia con riferimento all'area di cantiere che a quella interessata dall'impianto on-shore e off-shore. Qualora, infatti, in fase di progettazione definitiva si opti per la posa in trincea dell'elettrodotto, la trincea verrà completata senza alterare lo stato delle superfici, ossia essa sarà chiusa con massetto e asfalto se tale nella configurazione attuale o con del terreno vegetale in caso contrario.

Inoltre, sulla base delle medesime considerazioni sviluppate nel paragrafo precedente, si ritiene che il potenziale impatto connesso a spillamenti e spandimenti accidentali in fase di cantiere/dismissione ed esercizio dell'impianto sia non significativo e trascurabile.

5.3.1 Impatti sulla matrice geologia e acque in fase di cantiere/dismissione

Non sono previsti prelievi idrici in fase di cantiere/dismissione dal momento che le lavorazioni necessarie per il montaggio e l'installazione delle componenti di impianto non richiedono l'utilizzo di acqua. Gli usi civili della risorsa, connessi cioè alla presenza del personale addetto alla costruzione, saranno gestiti mediante autobotti o l'acquisto di acqua industriale in dispenser.

Di conseguenza non ci sono correnti di acque reflue di cantiere da gestire/smaltire; gli effluenti civili saranno gestiti ai sensi della normativa vigente in materia di rifiuti. Si esclude, pertanto, oni potenziale impatto sulla qualità dei corpi idrici superficiali limitrofi l'area di cantiere (Rio Mannu di Porto Torres e acque marino costiere).

Nel caso in cui i risultati dell'indagine geotecnica confermino quanto ad oggi noto da verifiche desktop, si provvederà all'ormeggio degli array mediante pali infissi nel fondale. Potrebbero verificarsi potenziali interferenze sulla circolazione idrica sotterranea e sul sottosuolo durante l'infissione dei pali.

Inoltre, in fase di infissione dei pali di acciaio, potranno verificarsi delle modifiche qualitative delle acque marino costiere a livello locale causate dall'incremento di torbidità dovuto alla risospensione dei sedimenti. Si ritiene che, considerate le dimensioni dei pali e il numero limitato di pali da mettere in opera, la modifica qualitativa sia estremamente limitata nel tempo e nello spazio. In ogni caso, in fase di progettazione definitiva si provvederà a sviluppare uno specifico studio modellistico di dispersione dei sedimenti in ambiente marino in fase di cantiere.

Elementi di sensibilità e potenziali recettori

L'elemento di maggiore sensibilità da considerare quale potenziale recettore è l'ambiente marino costiero adiacente la diga foranea in corrispondenza della quale saranno installati i 10 array costituiti dai pannelli fotovoltaici. Sulla banchina già esistente saranno posizionati i trasformatori e i cavi per la connessione tra questi e i singoli array.

Per le opere della porzione on-shore dell'impianto (sottostazione elettrica MT/AT ed elettrodotto) non si ravvisano elementi di sensibilità per la componente geologia e acque in considerazione della soggiacenza media della superficie piezometrica dell'area e della qualità delle acque di falda (si veda paragrafi 2.6.2 e 3.2).

Si ritiene pertanto di poter classificare la sensibilità e la vulnerabilità dei recettori come bassa.

Stima dell'impatto potenziale

Per quanto riguarda la magnitudo dell'impatto in fase di cantiere si ritiene che possano essere attribuiti ai criteri descrittivi le classi e i punteggi descritti nella seguente tabella.

Tabella 5-7: Magnitudo dell'impatto sulla geologia e le acque – fase di cantiere/dismissione

Criterio	Classe	Valore	Definizione
Entità	Bassa	2	Non sono previsti consumi di acque dolci e acque di mare in fase di cantiere a meno di quelli strettamente necessari agli usi civili; conseguentemente non vi sono scarichi idrici in grado di interferire negativamente con la qualità delle acque superficiali. Unica potenziale interferenze è legata all'infissione dei pali (circolazione acque sotterranee e variazione qualitativa).
Estensione dell'impatto	Locale	1	La scala spaziale dell'impatto sarà localizzata, in quanto il cambiamento sarà percepibile solo nei pressi del sito di intervento.
Durata	Medio	3	La durata del fattore perturbativo sarà limitata e pari all'incirca ad 1 anno.
Frequenza	Poco frequente	2	L'interferenza avviene in maniera discontinua, regolarmente con frequenza bassa
Reversibilità	Reversibile nel breve termine	2	Il ripristino delle condizioni iniziali sarà possibile nel breve termine.
Segno	Negativo	-	
TOTALE		**10**	

La magnitudo dell'impatto è, quindi, stimata essere bassa in quanto il valore della sommatoria è pari a 10.

Di conseguenza anche la significatività dell'impatto è ritenuta essere bassa.

5.3.2 Impatti sulla matrice geologia e acque in fase di esercizio

Non ci sono interferenze con la componente geologia connesse all'esercizio dell'impianto; inoltre, questo non comporta il consumo di risorse idriche a meno dei quantitativi impiegati per la pulizia periodica dei pannelli fotovoltaici che risulta trascurabile. Conseguentemente non ci sono flussi di acque reflue da gestire e/o tali da interferire sulla qualità dei corpi idrici presenti nell'area limitrofa l'area di progetto.

L'interferenza con l'ambiente idrico è, pertanto, limitata alla occupazione della superficie marina retrostante la diga foranea di estensione all'incirca pari a 40 ha. Come si illustrerà nel dettaglio per la componente popolazione e salute umana, l'area di interesse è già interdetta alla navigazione di qualsiasi tipologia. Si ritiene, pertanto, che l'installazione dell'impianto in progetto non pregiudichi l'utilizzo dello specchio d'acqua considerato né ne limiti oltremodo l'uso.

Elementi di sensibilità e potenziali recettori

Gli elementi di sensibilità e i potenziali recettori sono analoghi a quelli considerati per gli impatti in fase di cantiere/dismissione.

Stima dell'impatto potenziale

Per quanto riguarda la magnitudo dell'impatto in fase di cantiere si ritiene che possano essere attribuiti ai criteri descrittivi le classi e i punteggi descritti nella seguente tabella.

Tabella 5-8: Magnitudo dell'impatto sulla geologia e le acque – fase di cantiere/dismissione

Criterio	Classe	Valore	Definizione
Entità	Media	2	Il cambiamento nella risorsa/recettore viene percepito e può essere misurato
Estensione dell'impatto	Locale	1	La scala spaziale dell'impatto sarà localizzata, in quanto il cambiamento sarà percepibile solo nei pressi del sito di intervento.
Durata	Lungo	4	La durata del fattore perturbativo sarà pari all'intera vita utile dell'impianto.
Frequenza	Costante	4	L'interferenza avviene in maniera continua e regolare.
Reversibilità	Non reversibile	4	Il ripristino delle condizioni iniziali è possibile nel lungo termine o non è possibile.
Segno	Negativo	-	
TOTALE		**15**	

La magnitudo dell'impatto è, quindi, stimata essere media in quanto il valore della sommatoria è pari a 15.

Di conseguenza anche la significatività dell'impatto è ritenuta essere media.

5.4 Atmosfera: Aria e Clima

5.4.1 Clima

Le interferenze tra il progetto e la climatologia possono essere così riassunte:

- Fase di cantiere: emissioni di climalteranti prodotte dai motori dei mezzi navali e terrestri impegnati nelle attività di costruzione off-shore e on-shore;
- Fase di esercizio: assenza di emissione di climalteranti – benefici ambientali attesi dell'impianto in progetto in termini di riduzione delle emissioni di CO_2 connesse alla generazione di energia elettrica;
- Fase di dismissione: emissioni di climalteranti prodotte dai motori dei mezzi navali e terrestri impegnati nelle attività di dismissione costruzione off-shore e on-shore.

La potenziale interazione causata dalle emissioni di climalteranti in fase di cantiere e dismissione è sostanzialmente trascurabile, dal momento che l'impatto sulla componente è tipicamente connesso ad emissioni costanti su un lungo periodo di tempo, superiore a quello della durata delle attività di costruzione (circa 1 anno). Nel periodo limitato alla durata del cantiere, infatti, le potenziali sorgenti emissive sono rappresentate dai motori dei mezzi di cantiere utilizzati. In considerazione della specificità dell'impatto potenziale e del fatto che i relativi effetti sono da misurarsi a scala globale, non sono stati identificati recettori puntuali nell'ambito dell'area vasta di progetto.

Tuttavia, nel successivo paragrafo sono state stimate le emissioni di inquinanti generate dal traffico di mezzi navali impiegati nella fase di cantiere e si è provveduto a quantificare anche le emissioni di biossido di carbonio (CO_2) che sono risultate pari a circa 6.705 t.

Come già osservato, il ricorso allo sfruttamento delle fonti rinnovabili costituisce una strategia prioritaria per ridurre le emissioni di inquinanti in atmosfera dai processi termici di produzione di energia elettrica. I benefici ambientali derivanti dall'esercizio dell'impianto, quantificabili in termini di mancate emissioni di inquinanti climalteranti, sono facilmente calcolabili moltiplicando la produzione di energia dall'impianto per i fattori di emissione specifici ed i fattori di consumo specifici medi riscontrati nell'attività di produzione di energia elettrica in Italia.

I benefici ambientali attesi dell'impianto in progetto in termini di riduzione delle emissioni di CO_2, valutati sulla base della stima di produzione annua di energia elettrica pari a 55.400 MWh/anno e considerando i fattori di emissione del mix energetico nazionale nella sua configurazione al 2020, sono pari a 13.920 tonnellate/anno.

Ciò implica che le emissioni di sostanze climalteranti connesse alla fase di installazione dell'impianto sono recuperate in termini di riduzioni delle emissioni di tali sostanze associate al comparto energetico in meno di 5 mesi. Le emissioni di sostanze climalteranti emesse dalle attività di manutenzione saranno trascurabili in confronto al beneficio attesto sopra stimato.

5.4.2 Qualità dell'aria

Le interazioni tra il progetto proposto e lo stato di qualità dell'aria possono essere così riassunte:

- Fase di cantiere:
    - emissioni inquinanti gassosi in atmosfera prodotte dai motori dei mezzi navali e terrestri impegnati nelle attività di costruzione off-shore e on-shore;
    - emissioni di polveri in atmosfera dovute al traffico mezzi e alla presenza di cumuli di materiale sciolto polverulento (ad esempio la ghiaia che verrà impiegata per ridurre la sospensione della sabbia durante le operazioni di infissione dei pali) attività di costruzioni/demolizioni;
- Fase di esercizio: emissioni gassose e di particolato generate dai motori dei mezzi navali impiegati per le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria dell'impianto - benefici ambientali attesi dell'impianto in progetto in termini di riduzione di PM10 e NOx connesse alla produzione di energia elettrica;
- Fase di dismissione: emissioni gassose e di particolato generate dai motori dei mezzi navali e terrestri impiegati nelle attività di dismissione.

Le valutazioni riportate nel seguito sono state sviluppate sulla base di ipotesi progettuali preliminari definite a partire dalle caratteristiche e tipologia di interventi in progetto non essendo ancora stato sviluppato il progetto definitivo/esecutivo dell'impianto comprendente il dettaglio della fase di cantierizzazione.

Inoltre, dalle valutazioni nel seguito sviluppate sono esclusi gli impatti connessi alla posa in trincea dell'elettrodotto dal momento che la soluzione progettuale preferibile consiste nella posa su carbonodotto per gran parte del percorso in quanto limita l'interazione con la componente suolo e sottosuolo soprattutto nell'area del SIN di Porto Torres. Come più volte sottolineato, la fattibilità di tale alternativa progettuale potrà essere verifica nella fase successiva di progettazione esecutiva/definitiva.

In ogni caso, se l'elettrodotto, al contrario, dovesse essere posato in trincea, si provvederà allo scavo di trincee di dimensioni estremamente contenute (0,8 m (B) x 1,5 m (H)) parallelamente

alla viabilità esistente e si avrà cura di procedere alla bagnatura del terreno al fine di evitare dispersione delle polveri in atmosfera utile, anche, come misura di protezione degli operatori interessati nelle lavorazioni.

5.4.3 Impatti sulla qualità dell'aria in fase di cantiere

Nel presente paragrafo è valutato l'impatto sulla qualità dell'aria a seguito delle emissioni di inquinanti gassosi e polveri durante le attività di cantiere; in particolare è riportata:

- l'identificazione dei recettori e la loro sensibilità;
- la metodologia di stima delle emissioni in fase di cantiere;
- la quantificazione delle emissioni:
  - di inquinanti dai motori dei mezzi navali e terrestri impegnati nelle attività di costruzione off-shore e on-shore;
  - dal traffico indotto per la realizzazione delle opere (movimentazione materiale e trasporto personale durante le attività di cantiere);
- la stima complessiva dell'impatto.

Elementi di sensibilità e potenziali recettori

Come illustrato nel Capitolo 4, l'area di cantiere è localizzata tra il porto industriale e il porto turistico di Porto Torres in corrispondenza della foce del Riu Mannu.

La caratterizzazione del fattore ambientale Atmosfera (**paragrafo 3.3**) ha rivelato una qualità dell'aria della zona globalmente non compromessa, dal momento che presso le stazioni di monitoraggio prese a riferimento tutti i parametri rilevati nel 2020 hanno mostrato valori entro i limiti di legge. Si segnalano, in particolare, unicamente:

- 3 superamenti per il valore obiettivo per l'O3 presso la centralina CENPT1 (su 25 consentiti in un anno civile, come media su 3 anni) e No.7 superamenti nella centralina CENSS3;
- 1 superamento del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana per i PM10 (50 µg/m3 sulla media giornaliera da non superare più di 35 volte in un anno civile) nella centralina CENPT1.

Il trend nel periodo 2011-2019, rispetto all'intervallo 2006-2010, è risultato generalmente in calo per tutti gli inquinanti presso tutte le stazioni considerate. È, quindi, possibile individuare qualitativamente degli andamenti decrescenti fino al 2020, in particolare per PM10 ed SO2.

In linea generale, i potenziali recettori ed elementi di sensibilità sono:

- recettori antropici, quali aree urbane continue e discontinue, nuclei abitativi e zone industriali frequentate da addetti (uffici, mense);
- recettori naturali: Aree Naturali Protette, Aree Natura 2000, IBA e Zone Umide di Importanza Internazionale.

Le distanze tra i recettori antropici e naturali individuati nelle vicinanze dell'area di progetto sono riportate nella Tabella seguente.

Tabella 5-9: Potenziali recettori antropici e naturali presenti nell'area di progetto

Potenziale recettore	Distanza minima dal progetto (impianto/area di cantiere)

Tabella 5-9: Potenziali recettori antropici e naturali presenti nell'area di progetto	
	(m)
Stabilimenti/attività produttive comprese nell'area portuale	Prossimi all'area di progetto e cantiere
Spiaggia di Fiume Santo	2,5 km
Centro urbano di Porto Torres	2, 5 km
SIC ITB013051 Dall'Isola dell'Asinara all'Argentiera	4,9 km
SIC ITB013011 Isola Piana di Porto Torres	2,8 km
ZSC ITB010002 Stagno di Pilo e di Casaraccio	4,9 km
IBA172: Stagni di Casaraccio, Saline di Stintino e Stagni di Pilo	5 km

Andando ad analizzare nel dettaglio i potenziali recettori sensibili presenti nell'area del porto industriale di Porto Torres, si ritiene che non vi siano recettori sensibili esposti alle emissioni dei mezzi navali coinvolti nell'installazione della porzione di impianto off-shore considerando la distanza tra la diga foranea e la terra ferma.

Sono stati identificati, invece, dei recettori sensibili esposti alle emissioni di polvere derivanti dalla presenza di materiale polverulento stoccato nell'area di cantiere (ghiaia) e dal movimento dei mezzi d'opera. La **Figura 5-1** mostra la localizzazione dei recettori sensibili identificati nelle vicinanze dell'area di cantiere; si rimanda alla **Tabella 5-10,** per il dettaglio delle coordinate geografiche e della loro sensibilità.

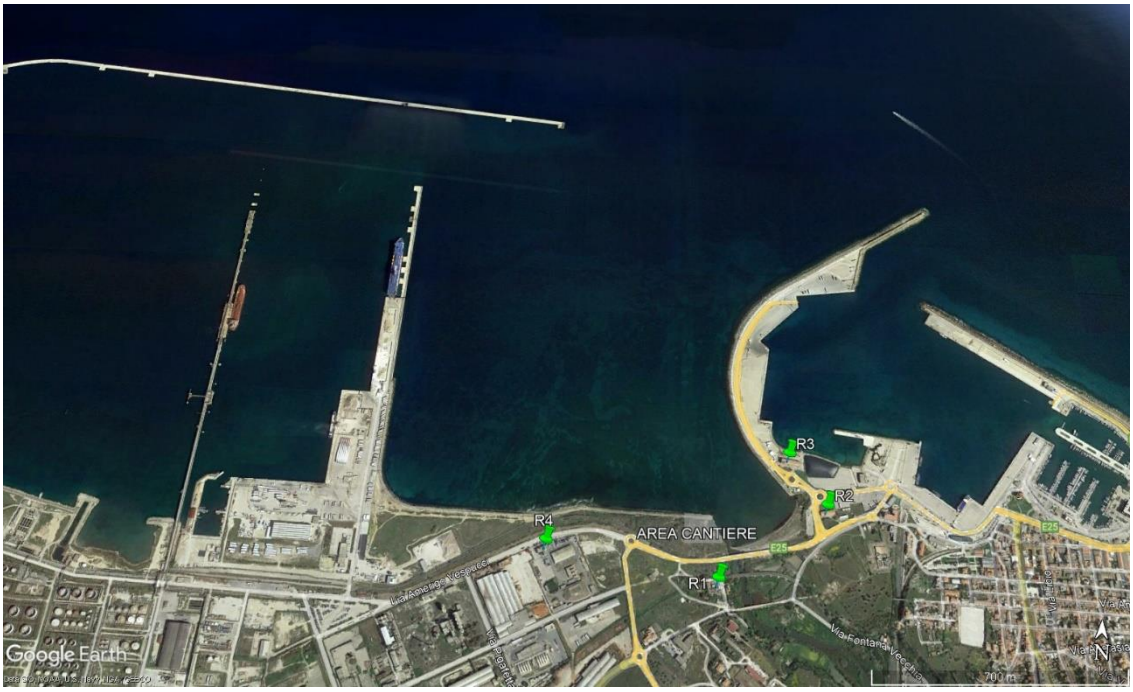


Figura 5-1: Localizzazione dei recettori sensibili

Tabella 5-10: Coordinate geografiche e sensibilità dei recettori prossimi all'area di cantiere

Recettore	Coordinate		Distanza (m)	Tipo
	N	E		
R1	40°50'12.01"	8°23'27.18"	160	Abitazione residenziale
R2	40°50'19.35"	8°23'40.91"	345	Attività terziario
R3	40°50'24.34"	8°23'36.46"	310	Caserma VV.FF.
R4	40°50'14.74"	8°23'6.08"	480	Industria

Per quanto riguarda invece, le emissioni tra traffico veicolare indotto dalla movimentazione del materiale di cantiere e dei mezzi di opera sulla viabilità limitrofa l'area industriale sono stati considerati 6 recettori di tipo puntuale, posti alla distanza di 20, 50 e 100 m dall'asse stradale in direzione Sud della SS131 individuati in prossimità di Porto Torres e nella zona industriale. L'identificazione dei 6 recettori è stata effettuata sulla base di un'analisi del tessuto urbano posto nelle immediate vicinanze del percorso dei mezzi pesanti.

La zona presa in considerazione per l'identificazione dei recettori discreti risulta rappresentativa dell'area potenzialmente più critica ai fini delle ricadute delle emissioni da traffico, poiché ubicata proprio a ridosso della strada di percorrenza dei mezzi ed in ragione della propria vocazione semi-urbana.

La localizzazione planimetrica dei recettori considerati è riportata nella Error! Reference source not found..

Figura 5-2: Localizzazione dei recettori discreti considerati a distanze crescenti dall'asse stradale

Metodologia e quantificazione delle emissioni gassose da attività di costruzione off-shore

La quantificazione delle emissioni gassose da mezzi d'opera navali coinvolti nelle attività di costruzione/installazione dell'impianto fotovoltaico flottante è stata eseguita a partire dalla definizione del numero e della tipologia di mezzi coinvolti e dal relativo consumo di combustibile.

I mezzi navali previsti durante questa fase sono i seguenti:

- Multi-Purpose Support Vessel (MPSV), imbarcazione usata generalmente per l'installazione dei sistemi di ormeggio e delle ancore, per il rimorchio e per l'installazione dei cavi;
- Multi-Purpose Support Vessel, imbarcazione usata per l'assistenza nelle operazioni di aggancio;
- Tug vessel, rimorchiatore con capacità di tiro pari a 70 t, per il trasporto del sistema fondazione sul sito di installazione;
- Tug vessels, rimorchiatori (2) con capacità di tiro pari a 40 t per garantire idonea sicurezza durante le operazioni di rimorchio in prossimità del porto di assemblaggio;
- Crew Transfer Vessel (CTV), imbarcazione atta al trasferimento dell'equipaggio sul sito di installazione.

Nella tabella sottostante si riportano le ipotesi di calcolo della quantificazione delle emissioni; ossia il numero di mezzi e la relativa tipologia impiegati per le diverse operazioni nonché il numero di ore necessarie ad eseguire la singola operazione.

Tabella 5-11: Numero dei mezzi navali coinvolti e durata delle operazioni – costruzione off-shore

Operazione	Mezzo navale					Durata operazione (h)	Numero operazioni
	Main MPSV	Support MPSV	Tug 70t	Tug 40t	CTV		
Predisposizione degli ancoraggi	1					4	80
Operazioni di rimorchio in porto	1			2		2	40
Rimorchio in alto mare	1		1			8	40
Ormeggio	1	1	1			4	40
Installazione degli array	1	1			1	24	40
Posa dei cavi di esportazione	1	1			1	24	10

Il numero complessivo di giorni di esercizio dei mezzi navali, assieme al consumo complessivo di combustibile (il consumo specifico è stato ricavato da fonti bibliografiche quali MARPOL Annex VI and the Act To Prevent Pollution From Ship) è riportato nella **Error! Reference source not found.**.

Tabella 5-12: Numero di giorni di attività e consumo di combustibile per ciascun mezzo navale

Operazione	**Mezzo navale**				
	Main MPSV	**Support MPSV**	**Tug 70t**	**Tug 40t**	**CTV**
Predisposizione degli sistemi di ormeggio	13,3	0	0	0	0
Operazioni di rimorchio in porto	3,3	0	0	6,6	0
Rimorchio in alto mare	13,3	0	13,3	0	0
Ormeggio	6,6	6,6	6,6	0	0
Installazione degli array	40	40	0	0	40
Posa del cavo di esportazione	10	10	0	0	10
Totale	86,5	56,6	19,9	6,6	50
Tipo di combustibile	**Marine Diesel Oil**	**Marine Diesel Oil**	**Diesel**	**Diesel**	**Diesel**
Consumo medio (t/giorno)	10	14	10	8	4,5
Totale	860,5	792,4	190,9	52,8	225

Come si evince dalla tabella precedente, in fase di costruzione è previsto un consumo totale di combustibile per le attività in mare pari a 2.121,6 t.

In riferimento alle emissioni generate dai mezzi navali operanti durante le fasi di progetto, secondo l'Annesso VI della Marpol, redatto dall'Organizzazione Marittimo Internazionale (IMO) nell'ottobre del 2008, si definiscono 3 differenti classi di certificazione per le imbarcazioni con potenze superiori a 130 kW:

- Tier I: motori diesel installati a bordo di navi costruite tra il 1 Gennaio 2000 ed il 1 Gennaio 2011;
- Tier II: motori diesel installati a bordo di navi costruite a partire dal 1 Gennaio 2011;
- Tier III: motori diesel installati a bordo di navi costruite a partire dal 1 Gennaio 2016.

Considerando i fattori di emissione per i mezzi navali che impiegano Marine Diesel Oil (MDO), secondo le linee guida *EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019*, aggiornate al 2021, sono state stimate le emissioni degli inquinati maggiormente impattanti. Si precisa che i fattori di emissione utilizzati ai fini del calcolo, sono riferiti in via ampiamente conservativa a mezzi navali relativi allo standard Tier I.

Tabella 5-13: Emissioni previste durante la fase di costruzione delle opere off-shore

Contaminanti atmosferici	Fattore di emissione (kg/t)	Consumi di combustibile (t)	Emissione prevista (kg)	Emissione prevista (g/h)
Ossidi di Azoto NOx	72,2	2.122	153,209	29,017
Ossidi di Zolfo SOx	101	2.122	21,220	4,019
Monossido di Carbonio CO	3,84	2.122	8,149	1,543
Composti organici volatili non metanici COVNM	1,75	2.122	3,714	703
Polveri Totali Sospese TSP	1,52	2.122	3,183	603
PM10	1,07	2.122	2,271	430
PM2.5	1,42	2.122	2,971	563

1: per SOX, il valore del fattore di emissione è calcolato tramite la formula 20*S (Lloyd'sRegister, 1995), in cui S indica il tenore di zolfo del combustibile. Tale valore è assunto pari a 0.5%, ovvero il limite massimo imposto a partire dal 1 Gennaio 2020 ai sensi dell'art. 295 del D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152.

Per quanto riguarda la stima delle emissioni di biossido di carbonio (CO_2), essa è stata ottenuta moltiplicando il consumo di combustibile previsto (2.122 t) per il relativo fattore di emissione pari a 3.160 kg/t. Concludendo, le emissioni di CO_2 stimate per la fase di costruzione off-shore sono pari a 6.705.520 kg (~6.705 t).

Si osserva che per il calcolo del contributo emissivo di alcune delle operazioni unitarie in cui è stata schematizzata la lavorazione di cantiere non sono stati considerati i fattori riduttivi associati all'attuazione di azioni di mitigazione, quali ad esempio l'utilizzo di LFO (Light Fuel Oil) al posto del Diesel. Pertanto, il valore emissivo dovrà essere ricalcolato considerando tutti i fattori derivanti dalla definizione di specifici elementi operativi in fase di progettazione esecutiva.

Metodologia e quantificazione delle emissioni gassose da attività di costruzione on-shore

Le principali sorgenti di emissioni di polveri associate alle lavorazioni on-shore si ritiene siano:

- il transito dei mezzi per rifornire il cantiere;
- l'azione del vento sui cumuli di materiale incoerente (cumuli di ghiaia, ecc.) da cui deriva il trascinamento delle particelle di polvere.

La metodologia applicata per la stima delle emissioni di polveri associate alle lavorazioni onshore è quella riportata nelle "*Linee Guida ARPAT per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti*".

Tali linee guida, adottate con Deliberazione della Giunta provinciale di Firenze n. 213 del 3/11/2009, sono state redatte su proposta della Provincia stessa che si è avvalsa dell'apporto tecnico-scientifico di ARPAT. Esse propongono metodi di stima delle emissioni di PM10 principalmente basati su dati e modelli sviluppati dall'US.EPA quali l'*AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors*. Tramite una complessa elaborazione numerica effettuata con metodi

statistici e tecniche di modellazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera, le linee guida ARPAT propongono specifiche soglie emissive, in relazione ai parametri indicati dall'Allegato V alla Parte 5° del D. Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii., consentendo di valutare l'impatto sulla qualità dell'aria di determinate attività, modulare opportunamente eventuali misure di mitigazione (bagnatura, inscatolamento, ecc.) e/o disporre l'eventuale monitoraggio nelle aree contermini alle lavorazioni.

Sostanzialmente le linee guida analizzano le sorgenti di particolato associate ad attività di trattamento di materiali polverulenti e per ciascuna sorgente individuano le variabili da cui dipendono le emissioni ed il relativo metodo di calcolo. I valori ottenuti tramite l'applicazione della metodologia proposta sono poi confrontati con delle soglie di emissione al di sotto delle quali l'attività di trattamento di materiali polverulenti può essere ragionevolmente considerata compatibile con l'ambiente e non generatrice di impatti negativi.

Ai sensi delle linee guida ARPTA, il calcolo del quantitativo di polveri emesse deriva dalla seguente equazione generale:

$$E = A \times EF \times (1-ER/100)$$

dove:

- E = emissione di polvere;
- A = tasso di attività (con questo valore, secondo i casi, si può indicare ad esempio il quantitativo di materiale movimentato o soggetto a caduta piuttosto che l'area esposta soggetta all'erosione del vento);
- EF = fattore di emissione unitario;
- ER = fattore di efficienza per la riduzione dell'emissione. Può includere ad esempio attività di bagnatura delle strade per evitare il sollevamento di polvere da parte degli automezzi in transito.

Di seguito viene descritta la stima delle emissioni di PM_{10} attese per effetto della fase di assemblaggio e fornitura delle strutture modulari.

Dal momento che le attività di assemblaggio interessano principalmente strutture in carpenteria metallica è stata considerata esclusivamente la produzione di polveri associata alla fornitura dei materiali da e verso l'area di deposito temporaneo/cantiere.

Per il calcolo delle emissioni PM_{10} generate dal transito dei mezzi su strada asfaltata, si fa riferimento alla equazione desunta dalle Linee guida AP-42: Capitolo 13, sezione *13.2.1 Paved Roads*. L'approccio metodologico dell'EPA considera i dati relativi al numero dei camion utilizzati, alle distanze percorse e al numero dei viaggi previsti (si tiene conto anche dei transiti di ritorno).

La formula empirica proposta dall'EPA per stimare le emissioni di polvere dai mezzi in transito su strade pavimentate è la seguente:

$$F = k(sL)^{0,91} \times (W)^{1,02}$$

dove

F: fattore di emissione di particolato su strade pavimentate, per veicolo-chilometro viaggiato (g/VKT);

k: costante moltiplicativa variabile in funzione della dimensione delle particelle (Error! Reference source not found.);

W: peso medio dei veicoli in tonnellate

sL: contenuto di limo dello strato superficiale delle aree pavimentate percorse dai mezzi (g/m^2) (**Figura 5-4**).

Nel calcolo delle emissioni dovute al transito di veicoli si può considerare anche l'effetto dovuto alla mitigazione naturale delle precipitazioni (pioggia) secondo l'espressione:

$$Eext = E\ [1 - P/(4 * N)]$$

Dove:

Eext: fattore di emissione ridotto per mitigazione naturale (g/VKT);

P: numero di giorni all'anno con precipitazioni superiori a 0,2 mm (assunto pari a 60 giorni piovosi in un anno per la stazione di rilevamento di Sassari Campanedda sulla base delle misurazioni effettuate tra il 1999 e il 2016);

N: numero di giorni nel periodo di mediazione (pari a 365 per una media annuale).

Il fattore moltiplicativo k è stato desunto dalla tabella 13.2.1-1 delle Linee guida AP-42 (**Figura 5-3**), nella quale sono riportati differenti valori del parametro a seconda della dimensione delle particelle polverulenti considerate (si precisa che VKT è la sigla di *Veichle Kilometer Traveled*).

Il sollevamento di particolato dalle strade asfaltate è pari al prodotto del fattore di emissione Eext per l'indicatore di attività A. Tale parametro, espresso come veicolo chilometri viaggiati, è ricavato dal prodotto del numero di mezzi/ora per i chilometri percorsi. Non avendo il dettaglio del numero di mezzi/ora in transito nell'area di cantiere per la conduzione delle Fasi di intervento, si è ipotizzato un quantitativo pari a 2-3 veicoli/h. Si è, inoltre, ipotizzata la completa asfaltatura delle strade di accesso all'area assemblaggio.

Table 13.2.1-1. PARTICLE SIZE MULTIPLIERS FOR PAVED ROAD EQUATION

Size range[a]	Particle Size Multiplier k[b]		
	g/VKT	g/VMT	lb/VMT
PM-2.5[c]	0.15	0.25	0.00054
PM-10	0.62	1.00	0.0022
PM-15	0.77	1.23	0.0027
PM-30[d]	3.23	5.24	0.011

[a] Refers to airborne particulate matter (PM-x) with an aerodynamic diameter equal to or less than x micrometers.

[b] Units shown are grams per vehicle kilometer traveled (g/VKT), grams per vehicle mile traveled (g/VMT), and pounds per vehicle mile traveled (lb/VMT). The multiplier k includes unit conversions to produce emission factors in the units shown for the indicated size range from the mixed units required in Equation 1.

[c] The k-factors for $PM_{2.5}$ were based on the average $PM_{2.5}$:PM_{10} ratio of test runs in Reference 30.

[d] PM-30 is sometimes termed "suspendable particulate" (SP) and is often used as a surrogate for TSP.

Figura 5-3: Coefficiente moltiplicativo k in funzione del diametro delle particelle

Allo stesso modo si riporta la tabella 13.2.1-2 delle Linee guida AP-42 (**Figura 5-4**), relativa al fattore *sL*, che esprime il contenuto di materiale polverulento sulla superficie stradale, riportato in funzione del tipo di industria a cui si fa riferimento. Nel caso in questione, con approccio di tipo conservativo, è stato considerato un valore tipico per le strade urbane moltiplicato per il fattore X4, quale moltiplicatore invernale.

Table 13.2.1-2. Ubiquitous Silt Loading Default Values with Hot Spot Contributions from Anti-Skid Abrasives (g/m^2)

ADT Category	< 500	500-5,000	5,000-10,000	> 10,000
Ubiquitous Baseline g/m^2	0.6	0.2	0.06	0.03 0.015 limited access
Ubiquitous Winter Baseline Multiplier during months with frozen precipitation	X4	X3	X2	X1
Initial peak additive contribution from application of antiskid abrasive (g/m^2)	2	2	2	2
Days to return to baseline conditions (assume linear decay)	7	3	1	0.5

Figura 5-4: Valori del fattore sL

Nella seguente **Figura 5-5** è possibile identificare l'area interessata dagli interventi di assemblaggio e i tratti stradali percorsi dai mezzi di trasporto dei materiali.

Figura 5-5: Ipotesi percorso dei mezzi da e verso l'area di cantiere/assemblaggio

Nella seguente **Tabella 5-14** si riporta la sintesi dei parametri identificati per il calcolo delle emissioni dovute al transito dei mezzi per la fase di costruzione onshore.

Tabella 5-14: Emissioni di PM10 da transito mezzi su strada asfaltata – costruzione on-shore

Parametro	Descrizione	udm	Valore	Note
k	Fattore moltiplicativo definito dalla AP 42 che varia in funzione della dimensione delle particelle considerata	g/km*veicolo	0,62	Si veda Tabella AP-42 13.2.1-1
sL	Contenuto di materiale polverulento (sabbioso/limoso)	g/m2	2,4	Si veda Tabella AP-42 13.2.1-2
W	Peso medio dei mezzi	t	14(1)	
P	Numero giorni in cui si è registrata una precipitazione di entità superiore a 0,254 mm		20(2)	Dati rilevazioni della centralina meteorologica Sassari Valore serie storica anni 1999-2016
N	Numero di giorni nel periodo considerato		120	Da cronoprogramma delle attività
Eext	**Fattore di emissione**	**g/km*veicolo**	**39,45**	
	Lunghezza percorso	km	0,4	Comprensiva di andata e ritorno
	n. veicoli/periodo		1.920	Tragitto ipotizzato all'interno dell'area di assemblaggio
PM10	**Emissioni totali PM10**	**kg/periodo**	**30,30**	
	Ore lavorative nel periodo considerato	h	960	Considerati 120 giorni lavorativi e 8 h/giorno
PM10	**Emissioni totali PM10**	**g/h**	**31,56**	

Note:
(1) Considerato il tracciato indicato in Figura 11 si è ipotizzato di utilizzare mezzi di trasporto con una capacità compresa tra le 14-20 t;
(2) Il valore deriva dalla proporzione tra i giorni annui rilevati e i giorni effettivi di lavorazione da cronoprogramma.

Per il calcolo delle emissioni PM_{10} generate dall'erosione eolica sui cumuli di materiale potenzialmente pulverulento (ghiaia da utilizzare per l'infissione dei pali di fondazione), si fa riferimento alla equazione desunta dalle Linee guida AP-42: Capitolo 13, sezione "*13.2.5 "Industrial Wind Erosion"*. L'approccio metodologico dell'EPA considera che queste emissioni siano trattate tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento.

La formula empirica proposta dall'EPA per stimare il rateo emissivo orario dai cumuli è la seguente:

$$E_i\ (kg/h) = EF_i \times a \times movh$$

dove

E_i: particolato (PTS, PM_{10}, $PM_{2.5}$);

EF_i (kg/m^2): fattore di emissione areale dell'i-esimo tipo di particolato

a: superficie dell'area movimentata in m^2;

movh: numero di movimentazioni/ora.

Per il calcolo del fattore di emissione areale si distinguono i cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro. Per semplicità, inoltre, si assume che la forma di un cumulo sia conica, sempre a base circolare. Nel caso di cumuli non a base circolare, si ritiene sufficiente stimarne una dimensione lineare che ragionevolmente rappresenti il diametro della base circolare equivalente a quella reale.

Dai valori di:

- altezza del cumulo (intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta) H in m,
- diametro della base D in m, si individua il fattore di emissione areale dell'i-esimo tipo di particolato per ogni movimentazione dalla sottostante Tabella 7 estratta dalle Linee guida AP-42.

Tabella 7 Fattori di emissione areali per ogni movimentazione, per ciascun tipo di particolato

cumuli alti $H/D > 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	1.6E-05
PM_{10}	7.9E-06
$PM_{2.5}$	1.26E-06
cumuli bassi $H/D \leq 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	5.1E-04
PM_{10}	2.5 E-04
$PM_{2.5}$	3.8 E-05

Figura 5-6: Valori del fattore EF_i

Tabella 5-15: Emissioni di PM10 da cumuli - costruzione onshore -

Attività	Fonte	Codice SCC	Materiale lavorato (t/h)	Fattore di emissione (senza abbattimento (kg/t)	Fattore di emissione con abbattimento (kg/t)	Abbattimento o mitigazione	Emissione (kg/h)	Emissione (g/h)
Erosione del vento dai cumuli depositati	Par. 1.4 Linee Guida ARPAT	-	56	0,0000079	(2)	-	0,00039816	0,39816
Emissioni totali PM_{10} (g/h)								**0,398**

NOTE:
(2) Non sono disponibili Fattori di Emissione con abbattimento.

Emissioni complessive di polveri per fase e confronto con le soglie assolute di emissione

Dopo l'analisi delle singole fasi e sottofasi di lavorazione, nella seguente tabella si sintetizza la stima delle emissioni totali di PM10 generate dalle operazioni di installazione dell'impianto fotovoltaico.

Tabella 5-16: Emissioni di poveri per fase di intervento	
Operazione	**Emissioni di PM_{10} (g/h)**
Fase di costruzione off-shore	430
Fase di costruzione on-shore	31,96
TOTALE	**461,96**

Nel seguito è sviluppato il confronto tra le emissioni totali di PM_{10} originate dalle operazioni di cantiere, ipotizzando in maniera estremamente cautelativa che le attività siano condotte tutte contemporaneamente, e i valori soglia di emissione riportati nel Capitolo 2 delle *Linee guida ARPAT per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti* e indicati quali i valori di emissione al di sotto dei quali presumibilmente non sussistono rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria per il PM_{10}.

Le Linee Guida di ARPAT definiscono, nelle Tabelle 15 e 18 mostrate in Error! Reference source not found., tali valori soglia di emissione in funzione della distanza recettore-sorgente e della durata annua (in giorni/anno) delle attività da cui si originano le emissioni.

Tabella 15 Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività compreso tra 300 e 250 giorni/anno

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<76	Nessuna azione
	76 ÷ 152	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 152	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<160	Nessuna azione
	160 ÷ 321	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 321	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<331	Nessuna azione
	331 ÷ 663	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 663	Non compatibile (*)
>150	<453	Nessuna azione
	453 ÷ 908	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 908	Non compatibile (*)

(*) fermo restando che in ogni caso è possibile effettuare una valutazione modellistica che produca una quantificazione dell'impatto da confrontare con i valori limite di legge per la qualità dell'aria, e che quindi eventualmente dimostri la compatibilità ambientale dell'emissione.

Tabella 18 Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività tra 150 e 100 giorni/anno

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<90	Nessuna azione
	90 ÷ 180	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 180	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<225	Nessuna azione
	225 ÷ 449	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 449	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<519	Nessuna azione
	519 ÷ 1038	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 1038	Non compatibile (*)
>150	<711	Nessuna azione
	711 ÷ 1422	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 1422	Non compatibile (*)

(*) fermo restando che in ogni caso è possibile effettuare una valutazione modellistica che produca una quantificazione dell'impatto da confrontare con i valori limite di legge per la qualità dell'aria, e che quindi eventualmente dimostri la compatibilità ambientale dell'emissione.

Figura 5-7: Tabella 15 e 18 estratte dal Capitolo 2 dell'Allegato 1 alle Linee Guida di ARPA Toscana

La tabella sottostante mostra il confronto tra i valori soglia di emissione e le emissioni totali di PM10.

Tabella 5-17: Confronto emissioni da fasi di lavorazione e Valore Soglia

Riferimento Linee Guida ARPAT	Fase	Recettore	Distanza (m)	Valore Soglia (g/h)	Emissioni di PM_{10} (g/h)	Risultato da Tabella Linea Guida
Tabella 15	Cantiere	R1	160	453-908	461,96	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
		R2	345			
		R3	310			
		R4	480			
Tabella 18	Cantiere	R1	160	711	461,96	Nessuna azione
		R2	345			
		R3	310			
		R4	480			

Il confronto mostra che nel caso in cui in fase di progettazione esecutiva/definitiva venga confermato che le attività di cantiere hanno una durata superiore ai 150 giorni/anno e che le modalità operate corrispondono a quelle ipotizzate in fase di progettazione preliminare, ovvero che le attività siano condotte tutte contemporaneamente, sarà necessario provvedere all'esecuzione di un monitoraggio della qualità dell'aria presso il recettore sensibile.

Metodologia e quantificazione delle emissioni gassose da traffico dei mezzi indotti dalle attività di cantiere

In fase di progettazione preliminare non è stata verificata la possibilità di poter approvvigionare la maggior parte degli elementi costituenti l'impianto completamente via mare. Pertanto, si è provveduto alla quantificazione preliminare delle emissioni da traffico di mezzi pesanti sulla viabilità limitrofa l'area di cantiere.

Per la stima delle emissioni in atmosfera derivanti dal traffico di mezzi pesanti si è fatto uso del codice di calcolo Caline sviluppato appositamente dal CALTRANS (Californian Institute of Transportation) californiano. Tale modello implementato per il protocollo del monossido di carbonio (CO) secondo la legislazione USA vigente, consente di studiare anche altre specie chimiche emesse da sorgenti lineari stradali quali gli ossidi di azoto e il particolato. Esso è basato sull'utilizzo congiunto di un box model e della formulazione dell'equazione gaussiana di dispersione, valida per moti del vento laminari e atmosfera stabile. Sono utilizzate due differenti equazioni per calcolare le concentrazioni sottovento, nei casi limite di venti paralleli o trasversali ad ogni asse viario: un'equazione per sorgente lineare continua infinita (direzione del vento perpendicolare alla strada) ed un'equazione per sorgente puntiforme (direzioni parallele alla strada). Nel secondo caso ogni tratto stradale viene considerato come una successione di sorgenti areali quadrate di dimensione pari alla larghezza della strada, assimilate poi a sorgenti puntuali equivalenti, di cui si sommano gli effetti sulle concentrazioni. In tutti i casi intermedi di direzione del vento viene utilizzata una media pesata delle due formule. L'algoritmo di calcolo è basato sulle seguenti assunzioni:

- la zona di miscelamento, posizionata direttamente sopra le carreggiate, è considerata come una regione con turbolenza ed emissioni uniformi. All'interno di questa zona i principali meccanismi responsabili delle turbolenze sono considerati essere l'effetto meccanico e quello termico causato dal passaggio dei veicoli e dalle emissioni calde degli stessi. Tali condizioni

"attive" di dispersione, differiscono sensibilmente da quelle "passive" previste dal modello gaussiano. A correzione di questo, Caline prevede che il parametro di dispersione iniziale verticale venga calcolato in funzione del tempo di permanenza degli inquinanti nella zona di miscelamento;

- i coefficienti di dispersione orizzontale utilizzati sono mutuati da una metodologia sviluppata da Draxler, dove l'equazione universale del tempo di diffusione è supposta proporzionale alla scala di tempo Lagrangiana. Per i coefficienti di dispersione verticale invece, Caline utilizza una versione modificata delle curve di Pasquill – Smith, in modo da includere l'effetto termico delle emissioni veicolari;
- la geometria stradale può essere suddivisa fino ad un massimo di 20 segmenti continui, ognuno con differente orientamento. Ogni segmento è definito come retto e con un'ampiezza, un'altezza, un traffico ed un fattore di emissione/veicolo costante. Il modello permette di simulare sia tratti in trincea, che sezioni elevate o ponti, è anche possibile la stima di impatti per parcheggi posti al livello del terreno;
- include un algoritmo per la simulazione di terreni orograficamente complessi (definiti canyon urbani o naturali) che prevede il calcolo degli effetti della riflessione orizzontale del pennacchio;
- gestisce l'opzioni per la gestione di eventuali incroci (e quindi variazioni del fattore di emissione per segmento).

La viabilità stradale a servizio della zona di cantiere è rappresentata nella **Figura 5-8.**

Figura 5-8: Viabilità del territorio limitrofo l'area di intervento

La viabilità si sviluppa in direzione sud attraverso la SS131 e in direzione est–ovest attraverso la via di Sassari e la SP34. Il sistema stradale è composto principalmente da strade interregionali, provinciali e comunali quali:

- la SS131 – Strada Statale 131 Carlo Felice che è la principale arteria stradale della Sardegna e congiunge Cagliari a Porto Torres;
- la Via di Sassari – l'ex strada statale 131;
- la SP34.

Per raggiungere l'area di cantiere si è ipotizzato che i mezzi percorrano la SS131. Il traffico locale è costituito sia dal passaggio di mezzi in transito verso la Centrale di Fiume Santo e l'area del porto industriale sia dal traffico cittadino dell'insediamento urbano di Porto Torres. Si è ipotizzato che i mezzi in entrata e in uscita dal cantiere percorrano in entrambi i sensi di marcia il tratto stradale della SS131 evidenziato in **Figura 5-9**.

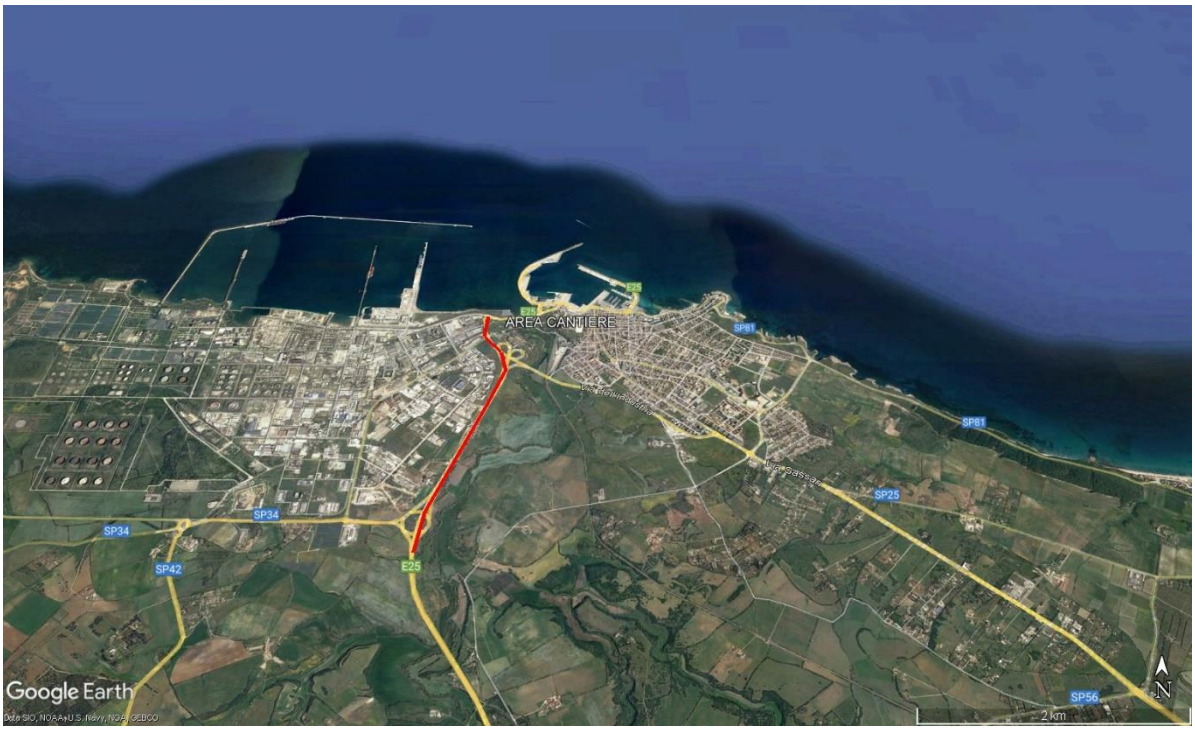


Figura 5-9: Individuazione del tratto della SS131 oggetto delle simulazioni modellistiche

Nella **Tabella 5-18** sono riportati i dati di traffico massimo attesi durante le attività di cantiere per le quali è prevista una percorrenza massima di mezzi pesanti pari a 24 veicoli al giorno, quindi 48 transiti al giorno corrispondenti a 6 mezzi pesanti all'ora. Con riferimento all'intera durata dell'intervento, tale percorrenza di mezzi è verosimile solo nei momenti di massima operatività del cantiere. Le valutazioni che seguono sono pertanto da considerarsi cautelative.

Tabella 5-18: Numero di transito di mezzi pesanti previsto durante le attività di assemblaggio onshore

Tipologia di veicolo	Numero di mezzi in ingresso [numero/giorno]	Numero di mezzi in uscita [numero/giorno]	Numero di mezzi in transito A/R [numero/giorno]	Numero di mezzi in transito A/R [numero/ora]*
Heavy Duty Trucks (14-20t)	12	12	24	3
Heavy Duty Trucks (20-26t)	12	12	24	3
Totale	**24**	**24**	**48**	**6**

Tabella 5-18: Numero di transito di mezzi pesanti previsto durante le attività di assemblaggio onshore
*Ai fini della stima delle emissioni di traffico si è assunto che i carichi/scarichi al sito avvengano su base di 8 ore al giorno.

Le simulazioni sono state condotte stimando le concentrazioni degli inquinanti di riferimento per le emissioni da traffico, ovvero NOx e PM_{10} in prossimità di 6 recettori di tipo puntuale, posti alla distanza di 20, 50 e 100 m dall'asse stradale in direzione Sud della SS131 individuati in prossimità di Porto Torres e nella zona industriale come indicato nella sezione identificazione dei recettori e relativa sensibilità.

I fattori di emissione da traffico pesante sono stati estrapolati da "*La banca dati dei fattori di emissione medi per il parco circolante in Italia*" pubblicata dall'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) tramite la Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale (http://www.sinanet.isprambiente.it). La banca dati dei fattori di emissione relativi al trasporto stradale è basata sulle stime effettuate ai fini della redazione dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera, realizzato annualmente da ISPRA come strumento di verifica degli impegni assunti a livello internazionale sulla protezione dell'ambiente atmosferico, quali la Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC), il Protocollo di Kyoto, la Convenzione di Ginevra sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero (UNECE-CLRTAP), le Direttive europee sulla limitazione delle emissioni.

La banca dati dei fattori di emissione medi è stata costruita sulla base delle stime effettuate per il 2016 sul territorio nazionale. I calcoli sono basati su COPERT IV (il modello COPERT - *COmputer Programme to calculate Emissions from Road Transport* - calcola le emissioni da sorgenti mobili per i paesi europei ed è il metodo indicato da ANPA per la stima delle emissioni generate dal traffico) per il 2016 in base alla scelta di velocità medie, percorrenze, distribuzione dei parchi circolanti, consumi e altri parametri necessari all'inizializzazione di COPERT.

I fattori di emissione da essa estraibili sono forniti in grammi di inquinante emesso per veicolo e per km percorso. Nell'ambito del presente studio stati utilizzati i fattori di emissione di PM_{10} e NO_x per due tipologie di mezzi pesanti che sono riassunti nella **Tabella 5-19**.

Tabella 5-19: Fattori emissivi utilizzati nelle simulazioni

Tipologia di veicolo	**PM_{10} [g/km]**	**NO_x [g/km]**
Heavy Duty Trucks (1)	0,1926	4,9162
Heavy Duty Trucks (2)	0,2264	6,1293

(1) Fattori di emissioni per veicoli con alimentazione a gasolio,14 ÷ 20 t e motore EURO III

(2) Fattori di emissioni per veicoli con alimentazione a gasolio,20 ÷ 26 t e motore EURO III

Ai fini del presente studio, è stata cautelativamente calcolata la concentrazione massima sottovento, considerando le strade al piano campagna, con vento debole (1 m/s, condizione cautelativa) e traffico pari a 48 transiti di veicoli pesanti al giorno (pari a 6 veicoli/ora). I risultati mostrati nella **Tabella 5-20** indicano le concentrazioni massime stimate presso ciascun recettore nella rispettiva situazione peggiore con riferimento alle attività di cantiere.

Tabella 5-20: Concentrazioni massime sottovento

Recettore		Distanza dall'asse stradale (m)	Concentrazione massima di PM_{10} ($\mu g/Nm^3$)	Concentrazione massima di NOx ($\mu g/Nm^3$)
Strada Statele 131	**SR1**	20 – Est	0,0869	2,229
	SR2	50 – Est	0,0641	1,689
	SR3	100 – Est	0,0486	1,281
	SR4	20 – Ovest	0,0968	2,553
	SR5	50 – Ovest	0,0674	1,776
	SR6	100 - Ovest	0,0497	1,309
Valore massimo stimato			0,0968	2,553
Valore limite (D. Lgs. 155/2010)			**50** (1)	**200** (2)

(1) Valore della concentrazione media giornaliera da non superare più di 35 volte per anno civile;

(2) Valore della concentrazione media oraria da non superare più di 18 volte per anno civile.

Per quanto riguarda le emissioni di inquinanti da traffico veicolari si osserva che il confronto con i limiti normativi mostra che, per NOx e PM_{10}, il contributo delle concentrazioni stimate risulta essere abbondantemente inferiori ai limiti di qualità dell'aria fissati dal D. Lgs 155/2010 e non significativo. Inoltre, si precisa che le concentrazioni stimate sono riferite a valori massimi orari mentre i limiti considerati PM_{10} su base giornaliera non sono direttamente applicabili sebbene possano essere presi cautelativamente a riferimento.

Stima complessiva dell'impatto in fase di cantiere/dismissione

Per quanto riguarda la sensibilità dei recettori:

- il parametro relativo al valore/importanza è valutato come medio, in considerazione della presenza di recettori antropici legati principalmente alla presenza di attività industriali/commerciali, capannoni, uffici, con le aree abitate ubicate ad una distanza minima di oltre 3 km dalle aree di cantiere;
- il parametro relativo alla vulnerabilità è valutato come basso in quanto, nonostante la natura prevalentemente industriale/commerciale e portuale dell'area di intervento, i dati di qualità dell'aria delle centraline prese a riferimento hanno mostrato l'assenza di criticità per la maggior parte degli inquinanti, con un trend generalmente in calo. Solo per il PM10

nel 2020 è stato osservato un superamento del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana (comunque entro il limite di 35 per anno civile).

Il valore relativo alla sensibilità di risorsa e recettori risulta pertanto basso.

Rispetto alla magnitudo, la tabella sottostante riassume i valori attribuiti ai diversi elementi da considerare nella valutazione.

Tabella 5-21: Magnitudo dell'impatto delle emissioni in atmosfera – fase di cantiere/dismissione

Criterio	Classe	Valore	Definizione
Entità	Bassa	2	L'impatto causerà un incremento misurabile delle concentrazioni di inquinanti e polveri in atmosfera che non causerà ragionevolmente un superamento dei valori limite. Con riferimento alle emissioni di PM10 si ritiene che la quantificazione eseguita sia estremamente cautelativa e da rivalutare nella fase successiva di progettazione.
Estensione dell'impatto	Poco esteso	1	L'impatto è localizzato, in quanto le ricadute di inquinanti e polveri saranno principalmente limitate alle immediate prossimità delle aree di lavoro e di transito dei mezzi.
Durata	Medio	3	La durata del cantiere è stimata in circa 1 anno.
Frequenza	Periodica	3	L'interferenza avverrà in maniera discontinua, regolarmente con frequenza media.
Reversibilità	Reversibile nel breve termine	2	Si assume che al termine delle attività di cantiere, coincidente con il temine delle emissioni in atmosfera indotte, si abbia un ripristino delle condizioni in tempi comunque contenuti (si assume cautelativamente nell'ambito stagionale e, quindi comunque inferiore all'anno).
Segno	Negativo	-	
Magnitudo	**BASSA**	**11**	

Di conseguenza anche la significatività dell'impatto è ritenuta essere bassa.

5.4.4 Impatti sulla qualità dell'aria in fase di esercizio

Con riferimento alla fase di esercizio, si ritiene rilevante valutare i benefici ambientali che derivano dal contributo che garantirà l'impianto alla copertura della domanda di energia elettrica, limitando la necessità di importare elettricità e combustibili fossili (petrolio, carbone e gas naturale) a prezzi elevati. Diversamente dall'energia derivante dai processi di combustione, l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico non genera emissioni in atmosfera dannose per l'ambiente e/o per la salute umana. In particolare, il beneficio ambientale principale deriva dall'assenza di emissioni di gas serra (es. CO2) e gas nocivi per la salute (es. NOX e SOX).

I benefici ambientali derivanti dall'operazione dell'impianto, quantificabili in termini di mancate emissioni di inquinanti e di risparmio di combustibile, sono facilmente calcolabili moltiplicando la produzione di energia dall'impianto per i fattori di emissione specifici ed i fattori di consumo

specifici riscontrati nell'attività di produzione di energia elettrica in Italia. I benefici ambientali attesi dell'impianto in progetto, valutati sulla base della stima di produzione annua di energia elettrica pari a 55.400 MWh e considerando i fattori di emissione del mix energetico nazionale nella sua configurazione al 2020, sono riportati nella tabella sottostante. Le emissioni in atmosfera relative alle attività di manutenzione sono state considerate trascurabili.

Tabella 5-22: Mancate emissioni di inquinanti

Inquinante	Fattore di emissione specifico (t/GWh)	Mancate emissioni di inquinanti (t/anno)
CO2	251,26	13.919,804
NOx	0,02536	1,404
PM10	0,00237	0,131

5.5 Biodiversità

Le interazioni tra il progetto e la biodiversità caratteristica dell'area di intervento possono suddividersi in relazioni alle diverse fasi dell'intervento come segue:

- Fase di cantiere e dismissione:
  - emissioni atmosferiche di polveri e inquinanti da mezzi e attività di cantiere;
  - emissioni sonore da mezzi e macchinari di cantiere (on-shore e off-shore);
  - presenza fisica del cantiere.
- Fase di esercizio: presenza fisica del nuovo impianto on-shore.

Si ritiene trascurabile l'interferenza sulla biodiversità presente nell'area di cantiere e nell'area di installazione dell'impianto fotovoltaico causata dalle emissioni luminose in considerazione del fatto che le attività di costruzione avverranno durante il giorno, con nulla o minima necessità di utilizzare sistemi di illuminazione, e che l'area del porto industriale è caratterizzata, in ogni caso, da sorgenti luminose notturne previste per condizioni di sicurezza sul lavoro.

5.5.1 Impatti sulla biodiversità in fase di cantiere/dismissione

Elementi di sensibilità e potenziali recettori

In linea generale, i potenziali recettori ed elementi di sensibilità per il fattore ambientale Biodiversità sono i seguenti:

- Aree naturali protette (Rete Natura 2000) e zone tutelate a livello naturalistico;
- Habitat di interesse naturalistico;
- Presenza di specie di interesse conservazionistico (di interesse prioritario).

Sulla base dell'analisi sviluppata nei capitoli precedenti con riferimento all'assetto pianificatorio regionale e al valore istitutivo riguardante nello specifico la tutela e la conservazione della biodiversità vigente, risulta che la superficie marina ove è proposta l'installazione dell'impianto fotovoltaico nella zona antistante il porto industriale di Porto Torres, nonché il tracciato dell'opera di connessione associata non ricadono all'interno area della Rete Natura 2000. La più vicina area delle Rete Natura 2000 è una ZPS denominata "Stagno di Pilo, Casaraccio e Saline di Stintino"

con distanza minima dall'area di progetto 0,600 km ma distanza dall'impianto off-shore di circa 5 km.

Sono escluse inoltre tutte le restanti tipologie di aree protette individuate dalle diverse normative in precedenza elencate; l'ambito d'intervento progettuale non ricade e non è adiacente a nessun Parco Nazionale, il più vicino dei quali è quello dell'*Asinara* distante circa 16.0 km. È escluso l'interessamento di aree IBA, la più vicina delle quali, denominata *Stagni di Casaraccio, Saline di Stintino e Stagni di Pilo,* dista 4.8 km; inoltre, sono presenti nell'area vasta una proposta Riserva Naturale (L.R. 31/89), non ancora ufficialmente istituita denominata "*Stagno di Pilo*" distante 4,4 km e, e un'Oasi di Protezione Faunistica (OPF) denominata "*Stagno di Pilo*" distante 4,5 km istituita secondo la L.R. 23/98.

I tematismi estrapolati dalla Carta della Natura della Regione Sardegna evidenziano, limitatamente agli ambiti terrestri interessati dal cavidotto e dall'ubicazione della sottostazione, che i siti d'intervento ricadono in un ambito ambientale in cui è ritenuto *nullo,* in quanto aree su cui insistono siti industriali, il valore ecologico (VE) così come la maggior parte delle superfici circostanti (**Figura 5-10**).

Il VE è il risultato dell'impiego di un set d'indicatori quali aree e habitat segnalati in direttive comunitarie, componenti di biodiversità degli habitat (n. specie flora e fauna) ed infine gli aspetti dell'ecologia del paesaggio come la superficie, la rarità e la forma dei biotopi, indicativi dello stato di conservazione degli stessi.

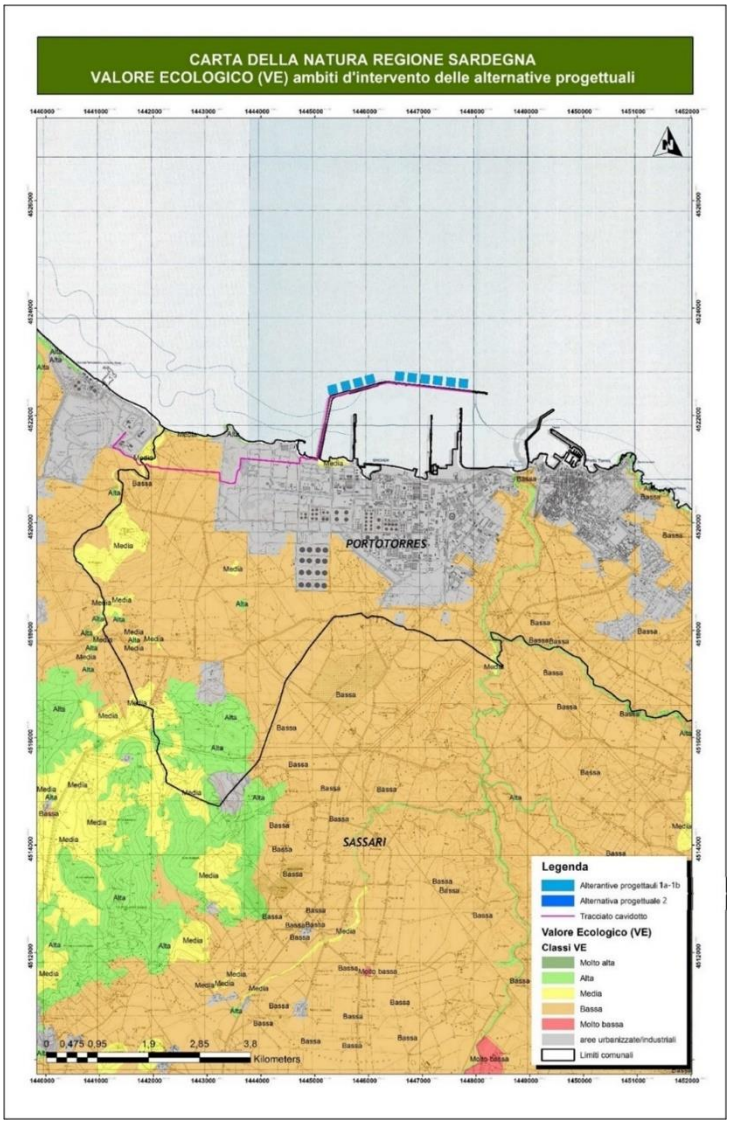


Figura 5-10: Valore Ecologico del sito oggetto d'intervento e dell'area vasta circostante

La sensibilità ecologica (SE) (**Figura 5-11**), invece rappresenta quanto un biotopo è soggetto al rischio di degrado poiché popolato da specie animali o vegetali incluse negli elenchi delle specie a rischio di estinzione; sotto questo aspetto l'area in esame anche in questo caso ricade in una classe di sensibilità ecologica definita nulla.

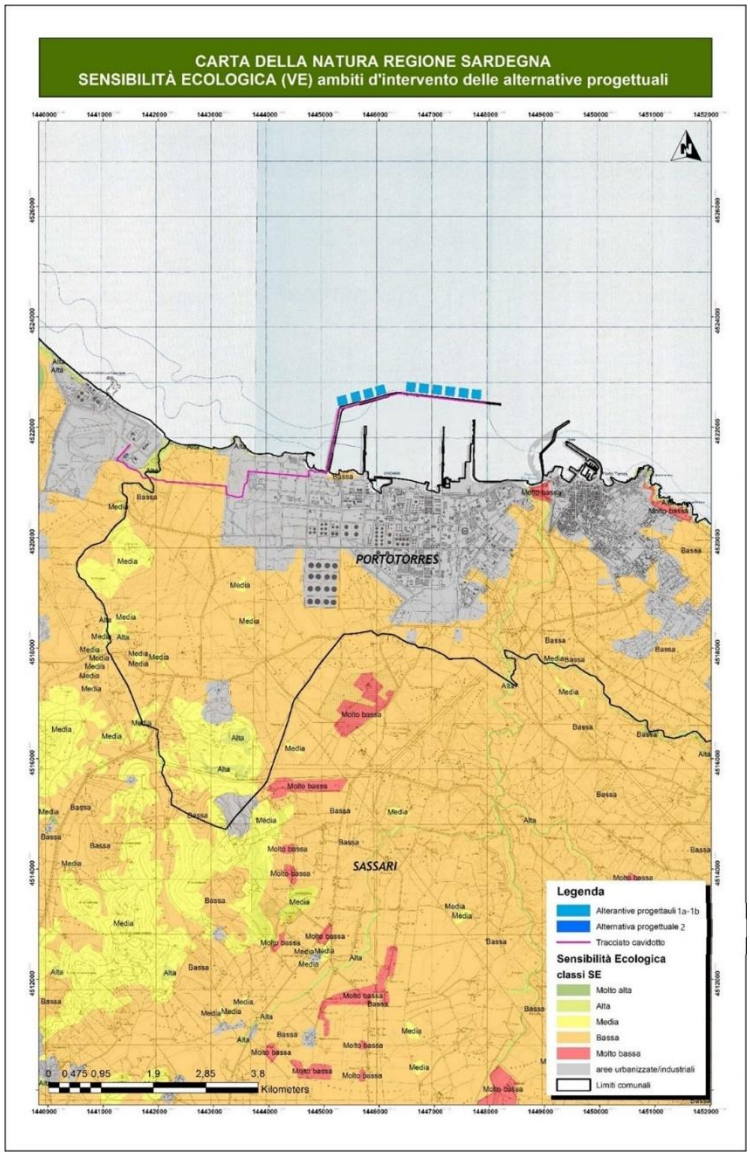


Figura 5-11: Sensibilità Ecologica delle superfici oggetto d'intervento e dell'area vasta circostante.

Non sono, infine, presenti specie di interesse conservazionistico.

Stima dell'impatto potenziale (in fase di cantiere)

In fase di cantiere le potenziali maggiori vulnerabilità e interferenze arrecate alla flora, fauna ed ecosistemi sono ricollegabili principalmente allo sviluppo di polveri e di emissioni di inquinanti dai mezzi d'opera impiegati nelle lavorazioni.

Per quanto riguarda le emissioni da traffico veicolare si osserva che generalmente la concentrazione di polveri, CO_2 e NOx tende a diminuire progressivamente a distanze crescenti dall'asse stradale e risulta fornire un contributo difficilmente apprezzabile alle concentrazioni di fondo a distanze superiori ai 250 m. La vegetazione presente in un'area buffer di 250 m limitrofa all'area di cantiere è quella ripariale che costeggia il Rio Mannu.

La dispersione di polveri riveste probabilmente un maggiore interesse in quanto interagisce direttamente con le specie vegetali per effetto del ricoprimento delle lamine fogliari che potrebbe comportare una temporanea riduzione della capacità foto sintetica.

Il fenomeno decresce allontanandosi dal punto di emissione coinvolgendo le immediate vicinanze fino ad una distanza che può essere stimata nell'ordine alcune decine di metri. Si stima infatti che le particelle con diametro maggiore di 30 µm si depositino a breve distanza dalla sorgente, a meno che non siano immesse in atmosfera ad elevate altezze (Piras, 2011).

Alcuni campionamenti effettuati nell'ambito di studi di letteratura, in condizioni ben più gravose di quelle prese in considerazione, riferita a particelle più fini (PM4, PM 10 e FI – frazione inalabile), hanno evidenziato una netta riduzione delle concentrazioni con l'aumentare della distanza dalla fonte emissiva, drastica entro 11 m dall'area di lavoro per le tre frazioni granulometriche e meno marcata all'aumentare della distanza (Piras, 2011):

Tabella 5-23: Concentrazioni medie rilevate all'aumentare della distanza

campionatore	distanza da sorgente [m]	PM4 [mg/m^3]	PM10 [mg/m^3]	FI [mg/m^3]
B	2	1.45	7.17	19.10
C	11	0.15	0.82	3.94
D	24	0.12	0.59	1.26

Tabella 5-24: Variazione delle concentrazioni con la distanza dalla sorgente

distanza da sorgente [m]	variazione percentuale [%]		
	PM4	PM10	FI
11	-89.36	-88.63	-79.37
24	-91.78	-91.83	-93.39

Con riferimento alle particelle comunemente prodotte in cantieri nei quali si movimentano inerti, con dimensioni significativamente superiori ai 30 micron, la fascia dei primi 100 metri attorno ad ogni cantiere è generalmente valutata come coinvolta significativamente dal fenomeno, indipendentemente da ogni calcolo numerico (Environmental Resources Management, 2010)

La quantificazione delle emissioni in atmosfera di inquinanti e polveri durante le fasi di cantiere sono condotte al precedente **paragrafo 5.4** al quale si rimanda per i dettagli.

Con riferimento agli effetti del rumore sulla fauna, è interessante definire la distanza entro la quale il rumore decade al di sotto della soglia di disturbo per la fauna selvatica. In bibliografia, tale soglia di disturbo si attesta su valori che compresi tra 45-55 dB(A).

Nel manuale pubblicato da ISPRA nel 2011 "Frammentazione del territorio da infrastrutture lineari ", con riferimento all'avifauna, si evidenzia come il rumore alteri la possibilità di comunicare attraverso le emissioni canore. Questi effetti si verificano a partire da 40-50 dB(A).

In uno studio di Reijnen e Thissen (1986, in Dinetti, 2000), si è potuto constatare che gli effetti del disturbo da rumore sulle specie della fauna si manifestano al di sopra di un valore minimo di circa 50 dB(A).

Nel rispetto del principio di massima precauzione si è ritenuto opportuno applicare anche la seguente formula che descrive la decrescita della pressione sonora all'aumentare della distanza senza considerare alcun fenomeno di attenuazione:

$$L_{p2}=L_{p1}-20x\log(d_2/d_1)$$

Dove:

- L_{p2}: livello di pressione sonora ad una distanza d_2 dalla sorgente
- L_{p1}: livello di pressione sonora ad una distanza d_1 dalla sorgente

Considerando, cautelativamente, una sorgente il cui livello equivalente è pari a 90 dB(A). si ottengono i risultati mostrati nella Tabella 6-7 sottostante.

Tabella 5-25: Decrescita del livello acustico all'aumentare della distanza

	Sorgente	**Distanza dalla sorgente**					
		20 m	**50 m**	**100 m**	**200 m**	**300 m**	**500 m**
Livello di emissione acustica (dBA)	90	64	56	50	44	40	35,5

Come si può osservare, il valore di 50 dB(A). viene raggiunto ad una distanza dalla sorgente di 100 m, ed a 200 m il valore è inferiore ai 45 dB(A). Il rumore che ha come sorgente l'area di cantiere decade pertanto al di sotto della soglia disturbo per la fauna selvatica in uno spazio di 100 m. Anche in questo caso in un'area buffer di 250 m limitrofa all'area di cantiere, che è posta al limite del porto industriale di Porto Torres, non si ritiene siano presenti specie animali in numero copioso.

Diverso è, invece, il caso del rumore in ambiente marino causato dall'infissione dei pali per la cui valutazione di impatto di rimanda al **paragrafo 5.7**.

Si ritiene che la presenza fisica dell'area di cantiere abbia un impatto non significativo sulla biodiversità in considerazione del contesto fortemente antropizzato e industrializzato in cui è localizzata

Significatività dell'impatto in fase di cantiere/dismissione

Considerata la distanza dell'area di intervento dai siti della rete Natura 2000, allo stato attuale, in corrispondenza dei recettori considerati non emergono criticità per quanto concerne la biodiversità. Di conseguenza, si ritiene di poter classificare la sensibilità della risorsa come bassa.

Per quanto riguarda la magnitudo dell'impatto, si ritiene che possano essere attribuiti ai criteri descrittivi le classi e i punteggi descritti nella seguente tabella.

Tabella 5-26: Magnitudo dell'impatto sulla biodiversità – fase di cantiere/dismissione

Criterio	**Classe**	**Valore**	**Definizione**
Entità	Lieve	1	Le operazioni di movimentazioni di materiali e l'inquinamento luminoso ed acustico che si verificheranno durante le operazioni di cantiere previste, non comporteranno una problematica per le aree tenute in considerazione. L'incidenza dell'opera rispetto alle aree tutelate sarà relativa solamente alle fasi di costruzione, limitate ad un'area già fortemente antropizzata e con presenza di fauna e flora abituata a convivere con determinate pressioni.
Estensione dell'impatto	Locale	1	La scala spaziale dell'impatto sarà localizzata, in quanto le emissioni saranno percepibili entro le immediate vicinanze del sito di intervento

Tabella 5-26: Magnitudo dell'impatto sulla biodiversità – fase di cantiere/dismissione			
Durata	Medio	3	La durata del cantiere è stimata in circa 1 anno.
Frequenza	Costante	4	La frequenza del fattore perturbativo sarà alta, in quanto le emissioni connesse all'esecuzione delle opere saranno sostanzialmente continue, almeno nel periodo diurno, per tutta la durata del cantiere
Reversibilità	Immediatamente reversibile	1	L'impatto sarà immediatamente reversibile, ovvero al termine delle attività di costruzione
Segno	Negativo	-	
Magnitudo	**BASSA**	**10**	

La magnitudo dell'impatto è, quindi, stimata essere bassa in quanto il valore della sommatoria è pari a 10.

Di conseguenza anche la significatività dell'impatto è ritenuta essere bassa.

5.5.2 Impatti sulla biodiversità in fase di esercizio

Per la valutazione delle interferenze dell'impianto in fase di esercizio valgono le stesse considerazioni sviluppate al paragrafo precedente riguardo l'identificazione dei recettori e relativa sensibilità.

Per quanto riguarda, invece, l'impatto causato dalla presenza fisica dell'impianto si rileva che le uniche potenziali interferenze da analizzare sono quelle relative all'avifauna presente nell'area vasta il sito di installazione e all'esteso habitat a *Posidonia oceanica* alla prateria di Poseidonia presente nel tratto di fondale prossima all'area di installazione dell'impianto.

Si evidenzia che le aree di intervento non sono prossime a siti di nidificazione o aree di svernamento importanti per l'avifauna; in merito al tracciato del cavidotto, pur constatando l'attraversamento di vari tipi di habitat a cui sono associati differenti valori nel numero di specie di uccelli potenziali, si evidenzia che l'opera di connessione è prevista completamente nell'ambito delle pertinenze della viabilità di servizio che consente il collegamento tra il polo industriale di Fiume Santo e quello di Porto Torres, si ritengono pertanto trascurabili gli effetti derivanti da stimoli ottici e acustici considerata l'influenza sul territorio circostante che esercita già il traffico veicolare locale.

Durante la fase di esercizio le modalità di operatività delle opere proposte non comportano l'insorgenza di potenziali effetti negativi sulla componente faunistica in esame; si ritiene probabile che le strutture galleggianti potranno essere utilizzate da specie quali cormorano e gabbiano reale, come ulteriori aree di sosta.

L'istallazione dei pannelli flottanti comporta l'occupazione della superficie del pelo libero del mare che impedisce la ricerca trofica da parte di specie quali sterna comune, gabbiano reale e gabbiano comune. Tuttavia si ritiene che la sottrazione permanente di habitat trofico, pari a circa 150 ettari, sia di entità poco significativa se rapportata alla disponibilità del medesimo habitat presente nell'area vasta circostante; al contrario per specie che svolgono la ricerca trofica in immersione, come il cormorano, non sono apprezzabili effetti di nessun tipo in quanto le strutture di ancoraggio, pali o corpi morti galleggianti, non impediscono la libera circolazione dei soggetti sott'acqua durante l'attività di pesca.

Le principali problematiche relative, infine, alla presenza dell'esteso habitat a Posidonia oceanica a partire dal tratto di fondale retrostante la diga foranea sono dovute principalmente all'ombreggiamento che i pannelli creeranno sul fondale sottostante; si ritiene trascurabile l'effetto di riduzione della temperatura marina causato dal ridotto irraggiamento solare diretto soprattutto con riferimento alla elevatissima capacità termica del mare e al limitato ombreggiamento causato dai pannelli.

Con riferimento all'ombreggiamento si osserva che tale impatto è stato tenuto in considerazione in fase di studio di pre-fattibilità in quanto sono privilegiate le alternative di layout corrispondenti a blocchi di pannelli di dimensioni contenute. La non continuità dei blocchi di array, ed il fatto che questi vadano assemblati tra loro a costituire elementi di dimensioni maggiore, garantisce la creazione di porzioni di superficie marina, anche nell'area di impianto, direttamente esposta alla radiazione solare. Si ritiene, quindi, che l'installazione dell'impianto non pregiudichi la conservazione della prateria di Posidonia identificata in fase di survey preliminare. Inoltre, la scelta di ancoraggio mediante palificazioni permetterebbe di ridurre ulteriormente l'impatto sulla Posidonia rispetto all'utilizzo delle catenarie.

Inoltre, con riferimento alla scelta del sistema di ormeggio, si preferirà impiego di pali infissi qualora compatibili con le caratteristiche geotecniche dell'area di interesse; pertanto, la porzione di fondale marino, e quindi di habitat di Posidonia, alterato sarà limitata alla sezione del palo che ha, necessariamente, dimensioni più contenute rispetto a quelle del corpo morto.

Significatività dell'impatto

Considerata la distanza dell'area di intervento dai siti della rete Natura 2000, allo stato attuale, in corrispondenza dei recettori considerati non emergono criticità per quanto concerne la biodiversità. Di conseguenza, si ritiene di poter classificare la sensibilità della risorsa come bassa.

Per quanto riguarda la magnitudo dell'impatto, si ritiene che possano essere attribuiti ai criteri descrittivi le classi e i punteggi descritti nella seguente tabella.

Tabella 5-27: Magnitudo dell'impatto sulla biodiversità – fase di cantiere/dismissione

Criterio	**Classe**	**Valore**	**Definizione**
Entità	Media	3	Una parte dell'habitat di Posidonia verrà alterata.
Estensione dell'impatto	Locale	1	La scala spaziale dell'impatto sarà localizzata, in quanto le emissioni saranno percepibili entro le immediate vicinanze del sito di intervento
Durata	Lungo	4	L'interferenza continuerà su un periodo più lungo. Sono incluse quelle attività intermittenti e ripetute (per esempio manutenzioni annuali).
Frequenza	Costante	4	L'interferenza avviene in maniera continua e regolare.
Reversibilità	Non reversibile	4	Il ripristino delle condizioni iniziali è possibile nel lungo termine o non è possibile.
Segno	Negativo	-	
Magnitudo	**MEDIA**	**16**	

La magnitudo dell'impatto è, quindi, stimata essere media in quanto il valore della sommatoria è pari a 16.

Di conseguenza anche la significatività dell'impatto è ritenuta essere media.

5.6 Sistema paesaggistico: Paesaggio, Patrimonio culturale e Beni materiali

Le interferenze tra il progetto e il fattore ambientale sono riassunte di seguito:

- Fase di cantiere e di dismissione: presenza fisica del cantiere e dei mezzi utilizzati.
- Fase di esercizio: presenza fisica della porzione off-shore dell'impianto.

Riguardo la fase di cantiere e di dismissione si ritiene che le potenziali incidenze sulla percezione del paesaggio siano trascurabili; l'area di cantiere, infatti, verrà installata in una zona immediatamente esterna al centro abitato compresa tra il porto industriale e il porto turistico del comune di Porto Torres per un periodo limitato stimato nella misura massima di 1 anno. Analogamente l'area di installazione dell'impianto è prossima della banchina esistente, già caratterizzata dalla presenza di mezzi e macchinari necessari per lo svolgimento delle attività industriali.

Si ritiene che anche l'interferenza dell'elettrodotto, sia in fase di installazione sia in fase di esercizio, con la componente sistema paesaggio sia non significativa. Infatti, la cantierizzazione necessaria per la posa dell'elettrodotto verrà condotta in un'area già caratterizzata da un paesaggio di tipo industriale mentre una volta installato non modificherà in alcun modo lo stato dei luoghi dal momento che, secondo le diverse alternative in fase di analisi, potrà essere posato in parte sul carbonodotto esistente e in parte in trincea o completamene in trincea.

5.6.1 Impatti sul Sistema paesaggistico in fase di esercizio

Elementi di sensibilità e potenziali recettori

I potenziali recettori ed elementi di sensibilità dell'area sono rappresentati sia da recettori naturali (quali spiagge e paesaggio costiero) che da recettori antropici (beni storico-culturali, centri abitati).

In particolare, si individuano i potenziali recettori riportati in tabella.

Tabella 5-28: Potenziali recettori antropici e naturali presenti nell'area di progetto

Potenziale recettore	Distanza minima dal progetto (impianto) (m)
Fascia costiera	1 km
Spiaggia di Fiume Santo	2,5 km
Zona costiera Balai di Porto Torres	3,5 km
SIC ITB013051 Dall'Isola dell'Asinara all'Argentiera	4,9 km
SIC ITB013011 Isola Piana di Porto Torres	2,8 km
ZSC ITB010002 Stagno di Pilo e di Casaraccio	4,9 km
IBA172: Stagni di Casaraccio, Saline di Stintino e Stagni di Pilo	5 km
Torre aragonese	2,5 km
Ponte romano su Rio Mannu	2 km
Centro urbano di Porto Torres	2, 5 km

L'area di intervento risulta essere già occupata da numerose opere antropiche. Tuttavia, considerata la valenza dei paesaggi costieri e l'appartenenza di questi alle zone vincolate ex art.

143 del. D. Lgs. 42/04, nella scelta del sito di installazione dell'impianto, si è voluta dare comunque particolare importanza alla minimizzazione dell'impatto visivo.

Come si può notare dalle seguenti mappe di visibilità, infatti, il sito risulta essere difficilmente distinguibile già da brevi distanze.

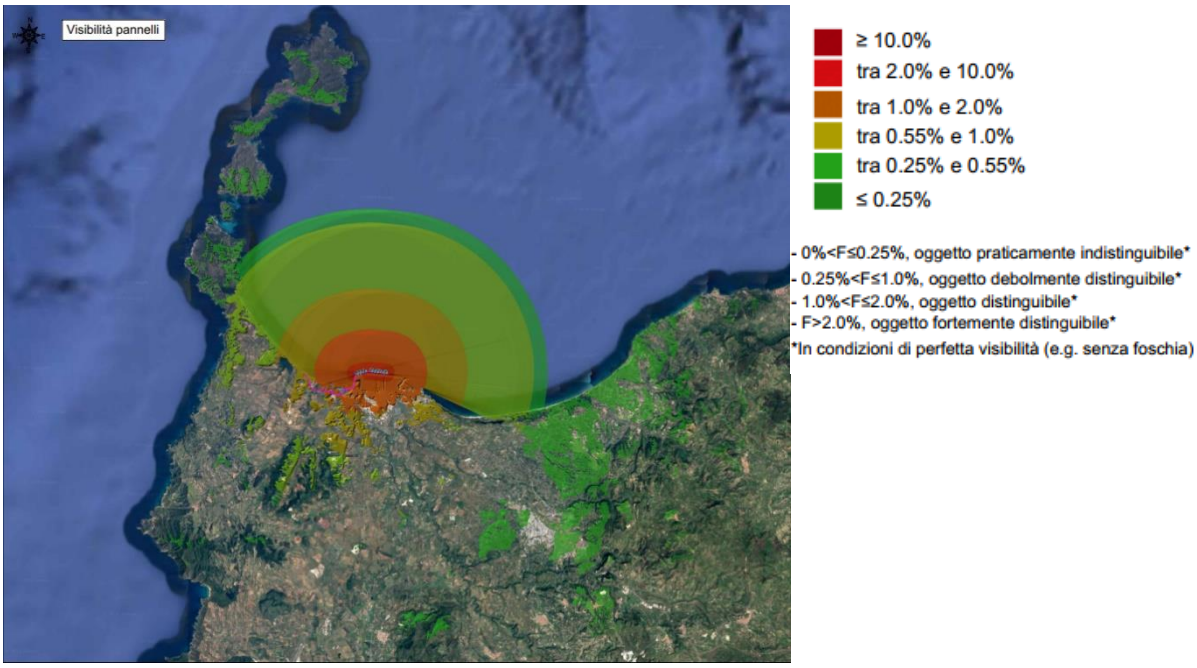


Figura 5-12: Mappa di visibilità dell'impianto fotovoltaico (porzione off-shore dell'impianto)

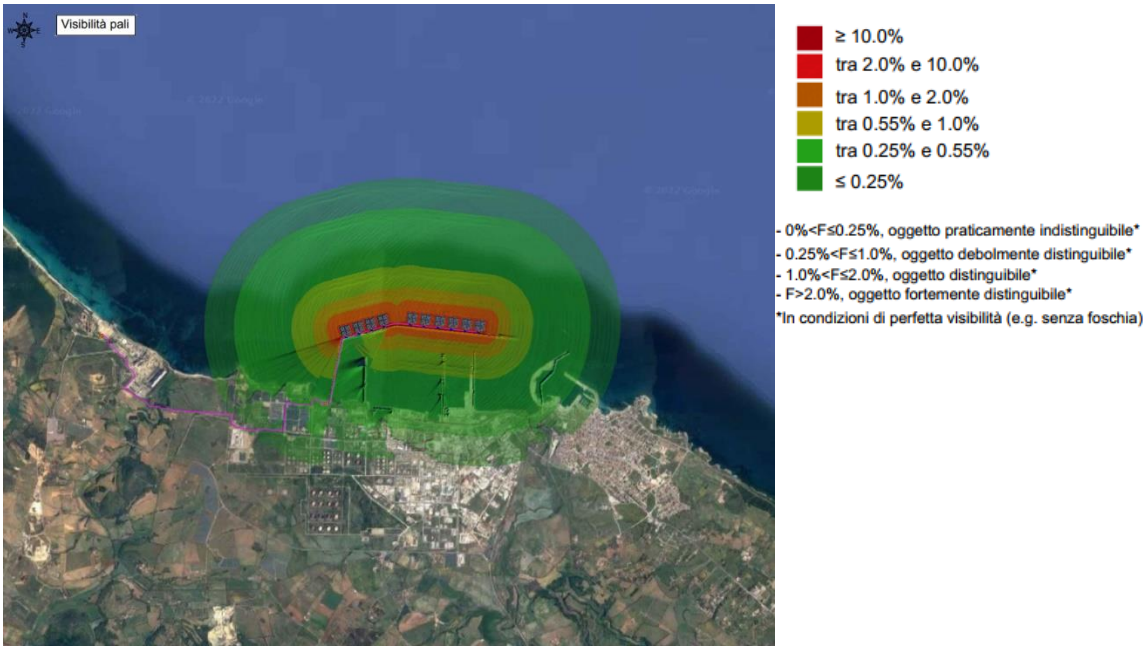


Figura 5-13: Mappa di visibilità dei sistemi di ormeggio degli array (pali)

Le due Figure mostrano le porzioni del territorio dalle quali è possibile identificare l'impianto fotovoltaico e le sue componenti; permette, quindi, di identificare i recettori sensibili e la loro significatività.

Come si osserva dalla **Figura 5-12** che l'impianto è fortemente distinguibile nell'area retrostante la diga foranea nel porto industriale di Porto Torres e da alcuni punti del porto turistico, nonché

dall'abitato di Porto Torres. In direzione nord-ovest, invece, l'impianto è distinguibile dalle spiagge dello stagno di Pilo.

I sistemi di ormeggio, invece, sono fortemente distinguibili solo nelle immediate vicinanze dell'impianto (**Figura 5-13**).

Metodologia e quantificazione dell'impatto

Per una corretta valutazione dell'impatto sulla componente paesaggio si rimanda alla Relazione Paesaggistica redatta in conformità alle *Linee Guida per l'Esame Paesistico dei Progetti*, approvate dalla Giunta Regionale della Lombardia con D.G.R. 7/11045 dell'8/11/2002.

Stima dell'impatto potenziale

Come riportato nelle conclusioni della Relazione Paesaggistica (Elaborato REL_008):

- l'area di intervento on-shore ricade in un'area soggetta a vincolo paesaggistico ai sensi del D. Lgs 42/04 costituita dalla fascia di 300 m dalla linea di battigia dei territori costieri;
- l'area di intervento off-shore ricade in un'area caratterizzata dalla presenza dell'habitat praterie di Posidonia Oceanica tutela ai sensi della lettera j), comma 3 dell'art. 17 del Piano Paesaggistico Regionale;
- il progetto risulta compatibile con gli strumenti di pianificazione urbanistica regionale e comunale;
- il progetto sarà realizzato nell'ambito Portuale – Industriale di Porto Torres, in un ambito già ampiamente modificato dall'attività antropica;
- la sensibilità paesaggistica del sito risulta pertanto essere bassa;
- i fotoinserimenti realizzati sulle immagini fotografiche riprese dai punti di vista più rappresentativi mostrano che il progetto, seppur visibile, non altererà in maniera significativa la percezione visiva attuale del contesto paesaggistico;
- il livello di impatto paesistico connesso alla presenza dell'impianto fotovoltaico in fase di esercizio, ottenuto mediante l'applicazione delle "Linee Guida per l'Esame Paesistico dei Progetti" risulta inferiore alla soglia di rilevanza.

5.7 Popolazione e salute umana

In questo paragrafo sono analizzate le potenziali interferenze tra il progetto e la componente popolazione e salute pubblica con riferimento a tutti gli aspetti analizzati nell'analisi dello stato attuale della componente.

Le interferenze tra il progetto e la popolazione e salute umana sono di fatto associate alle sole fasi di cantiere e dismissione e consistono in:

- emissioni di inquinanti gassosi e polveri in atmosfera da mezzi e attività di cantiere;
- emissione sonore dai mezzi e attività di cantiere;
- presenza del cantiere;
- incremento del traffico terrestre e marittimo nell'area di interesse con possibili conseguenze per il traffico marittimo su attività di pesca;
- variazione della percezione visiva dello stato dei luoghi dovuto alla presenza del cantiere;
- incremento occupazionale diretto e indotto.

Quest'ultimo di fatto è il solo impatto che caratterizza, assieme a quello sul paesaggio, le interferenze del progetto in fase di esercizio. Entrambi sono non significativi ma di segno opposto; per le attività di manutenzione dell'impianto, in fase preliminare, non si prevedono l'utilizzo di un team di operatori superiori alle X unità. Per quanto riguarda, invece, l'impatto sul paesaggio si rimanda alle valutazioni sviluppate al paragrafo precedente.

5.7.1 Impatti sulla popolazione e salute umana in fase di cantiere/dismissione

Elementi di sensibilità e potenziali recettori

Per quanto riguarda la sensibilità della risorsa/recettore si osserva che l'unica area residenziale prossima al sito di intervento è quella del Comune di Porto Torres.

Circa la sensibilità di tale recettore a potenziali impatti quali le emissioni in atmosfera si è detto al **Capitolo 3** in cui sono stati richiamati gli studi epidemiologici sviluppati con riferimento all'area del SIN di Porto Torres; da tale punto di vista si ritiene che la significativa della risorsa debba essere considerata media.

Metodologia e quantificazione dell'impatto potenziale

Con riferimento alle potenziali interferenze del progetto sulla popolazione che possono arrecare variazioni dello stato di salute o comunque essere percepite negativamente dai residenti, si osserva che le valutazioni sviluppate precedentemente circa l'emissione di inquinanti gassosi e polveri connesse all'installazione del cantiere hanno permesso di quantificare l'impatto sulla qualità dell'aria, e conseguentemente sulla popolazione, come basso.

Analoghe considerazioni valgono per il clima acustico e per la variazione della percezione visiva del paesaggio.

Per quanto riguarda, invece, gli impatti sugli aspetti socio economici, essenzialmente il traffico marino/pesca e il turismo, si osserva che durante l'installazione dell'impianto fotovoltaico lo specchio d'acqua retrostante e antistante la diga foranea sarà interessato dalla presenza/movimento di diversi mezzi marini. Questo incremento del traffico, seppur non genererà impatto nell'area retrostante la diga in quanto già interdetta alla circolazione marina di qualunque natura, e quindi anche alla pesca, può arrecare disturbo ai mezzi in transito non solo da e per il porto industriale ma anche verso il porto turistico, data la posizione dell'area di cantiere.

Stima dell'impatto potenziale

La magnitudo dell'impatto è quantificata nella tabella sottostante.

Tabella 5-29: Magnitudo dell'impatto sulla popolazione e salute – fase di cantiere/dismissione

Criterio	Classe	Valore	Definizione
Entità	Bassa	2	Il disturbo arrecato in termini di emissioni potenzialmente nocive per la salute umana e al traffico marino sarà di bassa entità in quanto la maggior parte delle attività saranno concentrate in aree già interdette alla navigazione e i mezzi navali da utilizzare sono limitati.

Tabella 5-29: Magnitudo dell'impatto sulla popolazione e salute – fase di cantiere/dismissione			
Estensione dell'impatto	Locale	1	L'estensione dell'impatto è molto limitata ed interessa solo l'andamento del traffico nelle aree direttamente coinvolte nella realizzazione del progetto.
Durata	Medio	3	La durata del cantiere è stimata in circa 1 anno.
Frequenza	Poco frequente	2	Il disturbo arrecato alla navigazione sarà caratterizzato da frequenze limitate, legate principalmente all'utilizzo dei mezzi navali.
Reversibilità	Immediatamente reversibile	1	Conclusa la fase di cantiere gli impatti riconducibili ad esso non saranno più presenti
Segno	Negativo	-	
Magnitudo	**BASSA**	**7**	

La sommatoria, pari a 7, identifica la magnitudo dell'impatto nella fase di cantiere come trascurabile. La significatività, valutata conservativamente con riferimento ad una sensibilità media dei recettori, è comunque bassa.

5.8 Agenti fisici

5.8.1 Rumore nell'area on-shore

Le interferenze tra il progetto proposto e il clima acustico del territorio limitrofo l'area di interesse possono imputarsi essenzialmente alle sole fasi di costruzione e di dismissione della parte off-shore di impianto e, quindi, alle emissioni sonore dei mezzi e macchinari impiegati nelle attività di assemblaggio /disassemblaggio a terra e in quelle di installazione a mare.

Per quanto riguarda la porzione on-shore dell'impianto, invece, ossia la realizzazione della sottostazione elettrica MT/AT e la posa in opera dei cavi elettrici si ritiene che il modesto impiego di mezzi e macchine operatrici non sia tale da modificare il clima acustico del territorio limitrofo l'area di interesse e, quindi, l'interferenza sia trascurabile.

L'esercizio dell'impianto fotovoltaico non è associato a sorgenti di emissione sonore diverse dai mezzi impiegati per le manutenzioni ordinarie e straordinarie, ossia per limitati periodi di tempo e in area portuale; si ritiene, pertanto, che tale interferenza non sia significativa.

Impatti sulla qualità dell'aria in fase di cantiere

Elementi di sensibilità e potenziali recettori

Come mostrato nella Figura sottostante l'area di cantiere e l'impianto off-shore si trovano all'interno di un'area classificata dal piano di zonizzazione acustica del Comune di Porto Torres come di classe V, ossia aree esclusivamente industriali, ed è soggetta ai valori limite di immissione previsti dalla classe stessa in accordo al D.P.C.M. 14/11/97, riportati nella **Tabella 5-30**.

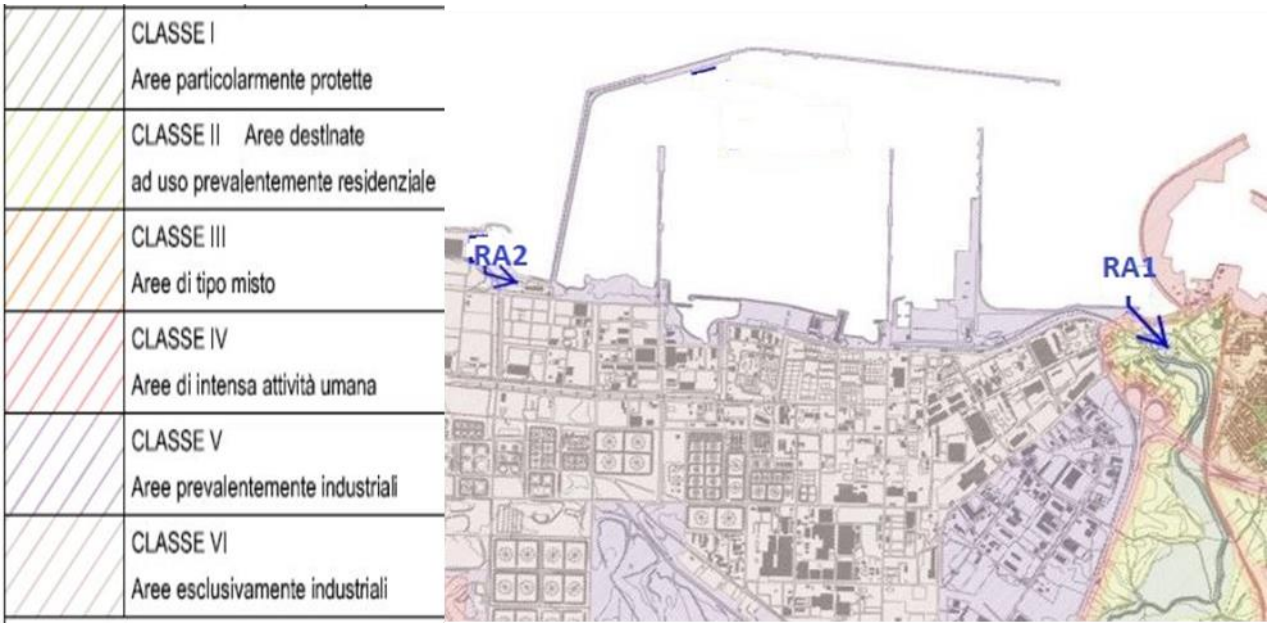


Figura 5-14: Stralcio del piano di zonizzazione acustica comunale

Tabella 5-30: Valori limite di emissione ed immissione ai sensi del D.P.C.M. 14/11/97

Classi	Valori limite di emissione		Valori limite di immissione	
	Diurno (06-22)	Notturno (22-06)	Diurno (06-22)	Notturno (22-06)
I Aree particolarmente protette	45	35	50	40
II Aree prevalentemente residenziali	50	40	55	45
III Aree di tipo misto	55	45	60	50
IV Aree di intensa attività umana	60	50	65	55
V Aree prevalentemente industriali	65	55	70	60
VI Aree esclusivamente industriali	65	65	70	70

Nella zona prossima all'area di cantiere è stata identificata la presenza di un recettore potenzialmente di tipo residenziale identificato nella **Figura 5-14** e nella **Figura 5-15** con la sigla alfanumerica RA1. Il recettore è incluso in un'area di Classe I, ossia aree particolarmente protette (area fociva del Rio Mannu caratterizzata dalla presenza dei primi edifici residenziali di Porto Torres, esterni all'area del polo portuale/industriale). L'area è divisa tra le classi I e II (si veda **Figura 5-14**).

Non sono stati identificati recettori sensibili prossimi all'area di installazione dell'impianto fotovoltaico; pertanto, si è deciso di sviluppare la valutazione previsionale preliminare di impatto acustico anche con riferimento al punto RA2 prossimo all'area di installazione della sottostazione elettrica MT/AT prevista in progetto. Il recettore RA2 è nell'area di Classe IV, aree di intensa attività umana (**Figura 5-14** e **Figura 5-15)**.

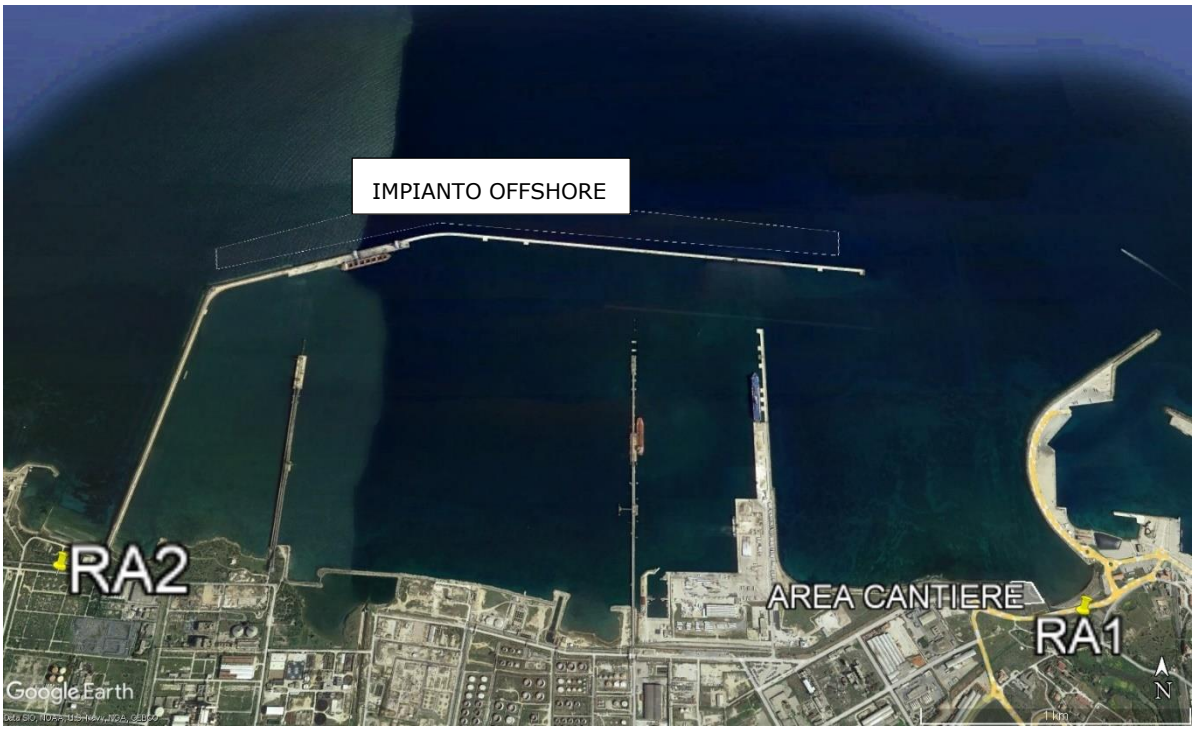


Figura 5-15: Localizzazione dei recettori su ortofoto

Metodologia e quantificazione dell'impatto sul clima acustico

Le interferenze sul clima acustico del territorio limitrofo l'area di progetto e di cantiere sono causate dalla presenza di macchinari e dei mezzi d'opera, operativi sia nella zona di installazione dell'impianto a mare (off-shore) che in quella a terra, ossia nell'area di cantiere.

Al fine di valutare l'impatto acustico degli interventi previsti si è provveduto preliminarmente ad individuare i macchinari che verranno verosimilmente utilizzati durante le attività di assemblaggio e installazione di pannelli fotovoltaici che sono caratterizzati da valori di potenza acustica significativi.

Non avendo sviluppato in fase di progettazione preliminare un cronoprogramma dei lavori di dettaglio, si è ipotizzato di dividere le attività di cantiere in due fasi di intervento distinte e che prevedono l'impiego in contemporanea di più macchine operatrici rispettivamente una in presso l'area di cantiere e l'altra in corrispondenza del tratto di diga foranea più prossimo al recettore RA2.

La valutazione del clima e dell'impatto acustico sono state eseguite mediante l'utilizzo di un software appositamente studiato per lo sviluppo in 3D dell'ambiente analizzato e l'applicazione di algoritmi, previsti dalla normativa tecnica vigente quale il software Mithra-SIG v. 5.2.1 prodotto dalla Geomod.

Tale software è in grado di sviluppare mappe di propagazione dei livelli di pressione sonora in un'area definita e calcolare i valori puntuali presso punti di verifica determinati dall'utente; per far questo si avvale dei seguenti algoritmi di calcolo:

- NMPB-2008;
- NMPB-96;
- Harmonoise;
- ISO 9613.

Tali algoritmi di calcolo sono inoltre conformi alle indicazioni del Common Noise Assessment Methods In Europe (CNOSSOS-EU).

La prima fase di sviluppo del modello 3D è la definizione del DTM (Digital Terrain Model) e quindi del modello tridimensionale dell'orografia dell'area di indagine. Una volta sviluppata questa parte tutti gli oggetti inseriti nel modello (edifici, strade, sorgenti, muri, ecc.) vengono automaticamente costruiti all'altimetria corretta estrapolata dal DTM.

Il DTM (Digital Terrain Model) è stato sviluppato importando nel modello i dati forniti dal geodatabase della Regione Sardegna ed incorporandovi i rilievi topografici specifici sull'area di progetto eseguiti nella fase preliminare del progetto in esame. Come per i punti quota del terreno, anche la posizione degli edifici esistenti e la loro altezza è stata acquisita dal geodatabase della Regione Sardegna e da rilievi in situ durante i sopralluoghi di misura.

Il modello di calcolo è stato impostato con condizioni meteo stabili, una temperatura di 15 °C ed un'umidità relativa del 70%.

Gli impatti del rumore dovuto alle attività di cantiere sono stati stimati presso il punto in prossimità del tratto focivo del Rio Mannu a 1,7 m di altezza da terra. Il punto è rappresentativo dei recettori residenziali più vicini all'area di progetto.

Le diverse funzionalità di Mithra-SIG permettono l'importazione di moltissime estensioni di files, dalle banche dati on-line agli shape files, dalle immagini raster e satellitari ai disegni CAD, e molti altri. Grazie a queste funzionalità, l'inserimento della posizione degli oggetti, le loro altezze e caratteristiche geometriche risulta essere estremamente preciso.

Il grado di precisione nello sviluppo del modello è ulteriormente garantito dalle 4 tipologie di sorgente sonora che è possibile inserire: puntuale, lineare, di facciata e volumetrica. Le strade e le ferrovie, pur essendo assimilabili a sorgenti lineari, sono gestite separatamente dalle "normali" sorgenti lineari in modo che sia possibile caratterizzarne le emissioni sonore a seconda che i dati a disposizione siano dati acustici ottenuti da misurazioni in situ oppure, in caso delle strade, dati sui flussi di traffico e sulle velocità medie di percorrenza oppure, in caso delle ferrovie, sulla tipologia e quantità dei convogli in transito.

I dati di caratterizzazione delle emissioni acustiche delle sorgenti (e di conseguente gestione dei risultati) possono essere inseriti sia come spettro in bande di ottava o di 1/3 di ottava; il programma è inoltre dotato di una vasta libreria di sorgenti sonore note che possono essere utilizzate nel proprio progetto.

Come premesso nel **Capitolo3**, non sono state eseguite campagne fonometriche *ante-operam* sia per la scarsa rilevanza dell'impatto sulla componente sia a causa della tempistica dettata dalla consultazione pubblica alla quale EP Produzione ha aderito. EP Produzione provvederà ad eseguire le necessarie campagne di monitoraggio *ante-operam*, in fase di progettazione definitiva/esecutiva dell'intervento come proposto nel Piano di Monitoraggio Ambientale (Elaborato REL_005).

Pertanto, è stato quantificato solo il contributo immissivo del cantiere.

La fase di costruzione on-shore interesserà l'assemblaggio dei n. 10 moduli fotovoltaici e la movimentazione fino all'area d'installazione. Preferibilmente, come mostrato nel **Capitolo 4**, gli array di pannelli fotovoltaici preassemblati nell'area di cantiere saranno fatti scivolare in mare e trainati via mare fino al punto di installazione. Cautelativamente, in questa fase, si è ipotizzato di sposare gli array mediante un pontone accessoriato con gru. Pertanto, le sorgenti sonore in prossimità dell'area di cantiere saranno:

- un'area di cantiere con 20 attrezzature tra elettriche e meccaniche (69 Lw dB(A) totali per l'area di cantiere); e

- un pontone accessoriato con gru (97 Lw dB(A) per unità).

Il recettore più prossimo all'area di intervento è RA1, in corrispondenza del quale i valori limite di emissione ed immissione sono sensibilmente più bassi dell'altro.

Figura 5-16: Rappresentazione del livello sonoro indotto dalle operazioni di assemblaggio in area cantiere

Si riporta di seguito il livello sonoro stimato per la fase di assemblaggio a terra dei pannelli fotovoltaici in corrispondenza del punto/recettore RA2 e il relativo confronto con il valore limite di immissione acustica.

Tabella 5-31: Valori di pressioni sonora e confronto con i limiti normativi

Recettore	Livello Sonoro post operam (dBA)	Valore limite zonizzazione acustica (dBA)
RA1	45	50

Il valore limite corrispondente alla zonizzazione acustica comunale è, quindi, rispettato.

Per quanto riguarda la fase di installazione presso la diga foranea dell'impianto fotovoltaico, si è ipotizzato che, nella situazione più gravosa, si utilizzeranno le seguenti macchine operatrici:

- n. 1 maglio idraulico (140[28] Lw dB(A) per unità);
- n. 2 pontoni accessoriati con gru (95 Lw dB(A) per unità).

[28] Fonte *The Journal of the Acoustical Society of America, 2017 Radiated noise levels from marine geotechnical drilling and standard penetration testing.*

Il punto RA2 è stato selezionato perché più prossimo all'area di installazione.

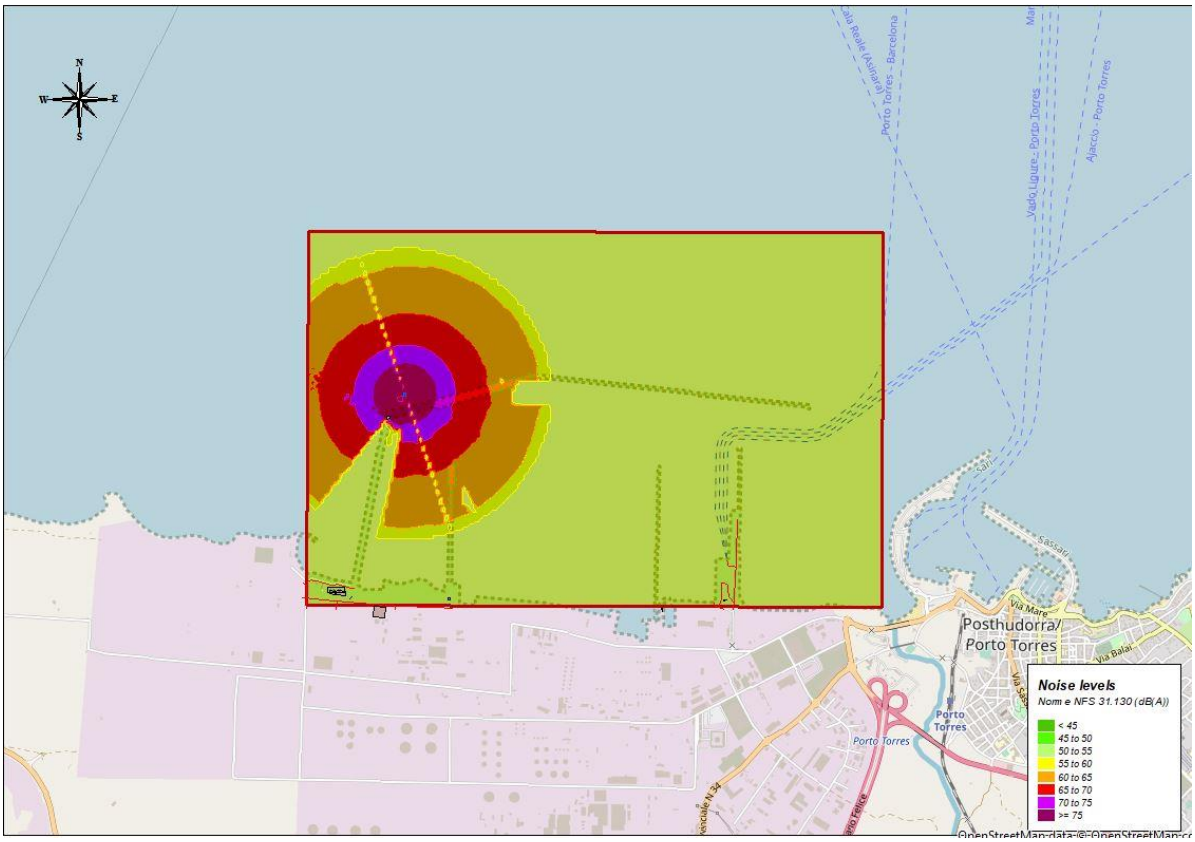


Figura 5-17: Rappresentazione del livello sonoro indotto dall'installazione dei pannelli fotovoltaici presso la diga foranea

Si riporta di seguito il livello sonoro stimato per la fase di installazione dei pannelli fotovoltaici presso la diga foranea in corrispondenza del punto/recettore RA2 e il relativo confronto con il valore limite di immissione acustica.

Tabella 5-32: Valori di pressioni sonora e confronto con i limiti normativi

Recettore	Livello Sonoro post operam (dB)	Valore limite zonizzazione acustica (dB)
RA2	<45	60

Il valore limite corrispondente alla zonizzazione acustica comunale è, quindi, rispettato.

Stima dell'impatto potenziale

Le simulazioni preliminari sviluppate sulla base di ipotesi progettuali conservative in termini di numero di macchine operatrici impiegate, hanno mostrato un lieve incremento dei livelli di pressione acustica in prossimità del recettore RA1. Per la verifica del rispetto dei limiti normativi, EP Produzione provvederà ad eseguire una campagna di baseline *ante-operam* al fine di verificare quanto emerso dalla valutazione preliminare previsionale.

La valutazione, inoltre, sarà poi aggiornata con riferimento a quanto definito in fase di progettazione esecutiva circa le modalità di installazione dei pannelli.

Per quanto riguarda la magnitudo dell'impatto in fase di cantiere si ritiene che possano essere attribuiti ai criteri descrittivi le classi e i punteggi descritti nella seguente tabella.

Tabella 5-33: Magnitudo dell'impatto sul clima acustico - fase di cantiere/dismissione

Criterio	Classe	Valore	Definizione
Entità	Bassa	2	L'impatto causerà un incremento misurabile della pressione acustica che non causerà un superamento dei valori limite.
Estensione dell'impatto	Poco esteso	2	L'impatto interesserà solo le risorse/recettori poste in un'area poco distante dal sito. In particolare, l'area di cantiere dista circa 250 m da recettore sensibile identificato.
Durata	Medio	3	La durata del fattore perturbativo sarà limitata e pari all'incirca ad 1 anno.
Frequenza	Periodica	3	Le lavorazioni avranno una frequenza alta ma non continua.
Reversibilità	Immediatamente reversibile	1	Il ripristino delle condizioni iniziali è pressoché immediato.
Segno	Negativo	-	
TOTALE		**11**	

La magnitudo dell'impatto è, quindi, stimata essere bassa in quanto il valore della sommatoria è pari a 11. Di conseguenza, anche la significatività dell'impatto è ritenuta essere bassa dal momento che la sensibilità del recettore è anch'essa stata identificata come bassa e comunque già considerata in fase di zonizzazione acustica.

5.8.2 Rumore nell'area off-shore

Le interferenze tra il progetto proposto e la componente ambientale clima acustico marino sono relative esclusivamente alla fase di installazione e dismissione dell'impianto fotovoltaico nell'area della diga foranea e sono connesse essenzialmente al traffico di mezzi e all'infissione dei pali di ancoraggio degli array dei pannelli, qualora in fase di progettazione esecutiva/definitiva tale soluzione venga selezionata come ottimale.

Impatti sul clima acustico marino in fase di cantiere e dismissione

Elementi di sensibilità e potenziali recettori

I monitoraggi prodotte dall'Area Marina Protetta dell'Isola dell'Asinara relativi al periodo 2013 - 2018 hanno evidenziato la presenza costante di *Tursiops truncatus*.

La distribuzione spaziale della specie risulta in linea con le informazioni sulla sua ecologia, confermando le aspettative: il tursiope è stato osservato generalmente entro la linea batimetrica dei 100 metri, e tale distribuzione è da porre in relazione con la presenza delle prede che abitualmente fanno parte della sua dieta alimentare.

L'analisi delle immagini, per il periodo marzo 2015-novembre 2018, ha portato alla costruzione di un catalogo di 24 individui che si aggiungono ai 14 esemplari catalogati nel 2002 (Lauriano et al. 2002) e ai 18 identificati nel 2010.

L'analisi dell'andamento della presenza degli animali fotoidentificati nel periodo di studio suggerisce un certo grado di stanzialità. Nella Figura sottostante è riportata la mappa di avvistamenti del tursiope fino al 2020 (disponibile on line al seguente link: www.intercet.it).

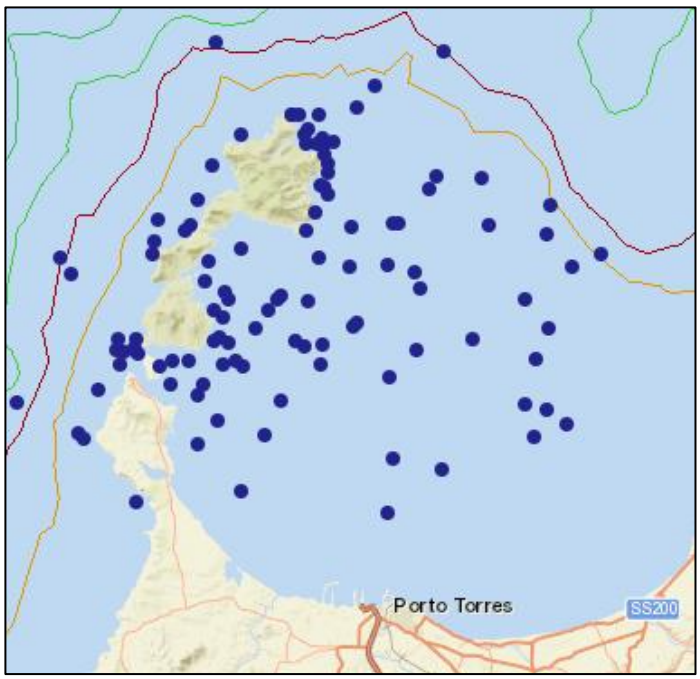


Figura 5-18: Mappa degli avvistamenti dei tursiopi

Si ritiene, pertanto, che date le caratteristiche batimetriche dell'area di progetto (ben inferiori ai 100 m, si veda a riguardo il **Capitolo 3**) la presenza di tursiopi e altre specie tipiche del Santuario Pelagos sia inverosimile anche in considerazione del traffico marino nel tratto di mare antistante il porto industriale e il porto turistico di Porto Torres.

Tale assunto dovrà essere comunque verificato nell'ambito della realizzazione del piano di monitoraggio ambientale (Elaborato REL_005).

Metodologia e quantificazione dell'impatto sul clima acustico

Per stimare l'impatto del rumore prodotto dalla fase di cantiere sui mammiferi marini, si applicano le metodologie di analisi comunemente impiegate in quest'ambito, seguendo i criteri indicati nella più recente letteratura di riferimento (NMFS, 2018; Southall et al., 2019).

Le stime si basano su modellizzazioni in ciascuna frequenza di banda di un terzo di ottava presenti all'interno della SL (Source Level) prendendo in considerazione:

- i livelli a sorgente pesati attraverso funzioni di ponderazione specifiche in relazione alle specie di cetacei (Southall et al., 2019);
- le soglie delle specie di cetacei, suddivise in due gruppi uditivi funzionali o Hearing groups (LF=low frequency e HF=high frequency; Southall et al., 2019), in relazione ai diversi rumori impulsivi e continui.

Per valutare gli impatti potenziali di un'attività che produce rumore è quindi necessario stabilire i criteri di esposizione (soglie) per i quali i livelli di pressione sonora possono avere un impatto negativo sulle specie.

I valori di soglia comunemente adottati per i mammiferi marini fanno riferimento alle linee guida NOAA (NMFS, 2014, 2018) e ai lavori di Southall et al. (2007, 2019).

I loro criteri sono basati:

- sulle funzioni di pesatura in base alla sensibilità di gruppi uditivi funzionali applicate alle stime di *Sound Exposure Level* LE,p,24h;
- su valori soglia di *Sound Pressure Level root mean square* Lp,rms in relazione alla risposta comportamentale.

Considerando le specie del Santuario Pelagos, in questa sede è stata utilizza la classificazione di Southall et al. (2019) per i cetacei del gruppo uditivo funzionale "bassa frequenza" (LF) e "alta frequenza" (HF) e i valori soglia indicati da NMFS (2014, 2018) e Southall et al. (2007, 2019) mostrate nelle figure sottostanti.

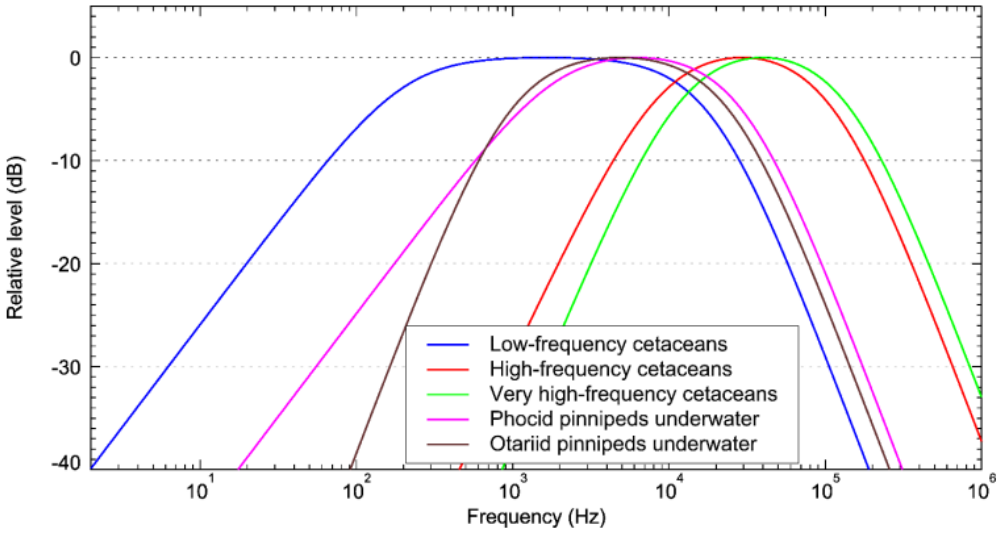


Figura 5-19: Funzioni di ponderazione uditiva per i gruppi uditivi funzionali dei mammiferi marini come raccomandato da Southall (2019)

Gruppo uditivo funzionale	*a*	*b*	f_1 (Hz)	f_2 (Hz)	*K* (dB)
Low-frequency cetaceans	1.0	2	200	19,000	0.13
High-frequency cetaceans	1.6	2	8,800	110,000	1.20
Very-high-frequency cetaceans	1.8	2	12,000	140,000	1.36
Phocid pinnipeds in water	1.0	2	1,900	30,000	0.75
Otariid pinnipeds in water	2.0	2	940	25,000	0.64

Figura 5-20: Parametri per le funzioni di ponderazione uditiva raccomandati da NMFS (2018)

Esaminando i livelli teorici di pressione sonora a sorgente delle fonti di rumore e le soglie riportate in letteratura è possibile osservare come tutte le sorgenti siano potenzialmente in grado di disturbare (risposta comportamentale) o provocare cambiamenti irreversibili o reversibili temporanei nella soglia uditiva delle specie target.

Le attività previste in progetto sono relative a:

- movimentazione di diverse tipologie di imbarcazioni (ciascuna con comportamento acustico differente) in base al tipo di attività, ovvero bettoline, motonavi, motopontoni con/senza gru o betoniera, e rimorchiatori.

  La bettolina da 500 m^3, avendo una lunghezza inferiore a 50 metri, può essere assimilata ad una "piccola imbarcazione" (Koessler et al., 2020). Le piccole imbarcazioni con motori fuoribordo o entrobordo producono un suono generalmente più alto nella gamma delle medie frequenze (da 1 a 5 kHz), con livelli a sorgente nell'intervallo 150 – 180 [dB re µPa·m], sebbene le caratteristiche dell'emissione possano essere fortemente dipendenti dalla velocità. Gli spettri della sorgente includono armoniche tonali alle frequenze di risonanza delle pale dell'elica, dei motori o dei riduttori al di sotto di circa 1 kHz, nonché energia significativa derivante dalla cavitazione dell'elica che si estende fino a 10 kHz e oltre. Il rumore prodotto si può approssimare come continuo e omnidirezionale (Götz et al., 2009; UNEP-CBD, 2012; MMO, 2015).

  Le motonavi da 2.000 m^3 e/o il motopontone con/senza gru o betoniera possono essere assimilate a navi di medie dimensioni (lunghezza 50-100 metri), i cui sistemi di propulsione sono generalmente grandi e complessi, includendo spesso anche eliche di prua. I livelli tipici a sorgente per le imbarcazioni di medie dimensioni sono nell'intervallo 165 – 180 [dB re µPa·m]. La maggior parte del rumore delle navi di medie dimensioni è simile alle imbarcazioni di grandi dimensioni, in quanto la maggior parte dell'energia sonora è a bassa frequenza (< 2kHz). Anche in questo caso il rumore prodotto si può approssimare come continuo e omnidirezionale (Götz et al., 2009; UNEP-CBD, 2012; MMO, 2015).

  Il rimorchiatore, pur essendo assimilato a navi di piccole o medie dimensioni, i rimorchiatori hanno un diverso comportamento acustico a seconda del tipo di traina effettuato. A titolo di esempio, si riportano le emissioni acustiche a sorgente prodotte da queste imbarcazioni nel caso trasportino una chiatta vuota (<2kHz 164 – 166 [dB re µPa·m]; 5kHz 145 [dB re µPa·m]) o a pieno carico (<2kHz 170 [dB re µPa·m]; 5kHz 161 [dB re µPa·m]) (Borsani e Farchi, 2011b).

- infissione pali di fondazione. Tale attività è una delle fonti puntiformi più intense di suoni antropici nell'ambiente marino, le misurazioni subacquee del rumore generato sono limitate e poche informazioni sono ricavabili dalla letteratura.

  I differenti tipi di diametro dei pali, spinti da diverse tecniche in condizioni di fondali marini variabili danno origine a un'ampia gamma di livelli sonori. I livelli di pressione sonora nell'installazione dipendono dalla lunghezza e dal diametro dei pali e dall'energia d'impatto (Nedwell, et al. 2003). Il diametro del palo installato è una delle variabili chiave in termini di livelli di suono subacqueo che verranno generati.

  Sono proposte diverse formule per stimare il livello della sorgente se il diametro del palo è conosciuto:

  - Livello di pressione sonora (picco) = 230,25 *$D^{0,0774}$ (Wyatt 2008);
  - Livello di pressione sonora (picco) = 24.3D + 179 (Nedwell, et al. 2005);

  Dove D è il diametro del palo in metri e le unità di misura sono Lpk dB re 1 µPa·m.

  Nessuna di queste equazioni è stata convalidata e sono quindi solo in grado di fornire previsioni indicative dei livelli sonori potenziali.

  Sono disponibili misure acustiche (Robinson, 2012) per pali con diametri da 0,75 a 4,7 m. La più grande misura registrata (non modellata) è stata di 205 dB 1µPa @30m per un 1,5 m di diametro. Per molti pali guida di misura variabile gli autori non hanno calcolato i

livelli di origine, i dati disponibili di livelli di sorgente variano da 210 dB 1µPa @1m (per un palo di 0,75 m) a 257 dB 1µPa @1m (per un palo di 4,2 m).

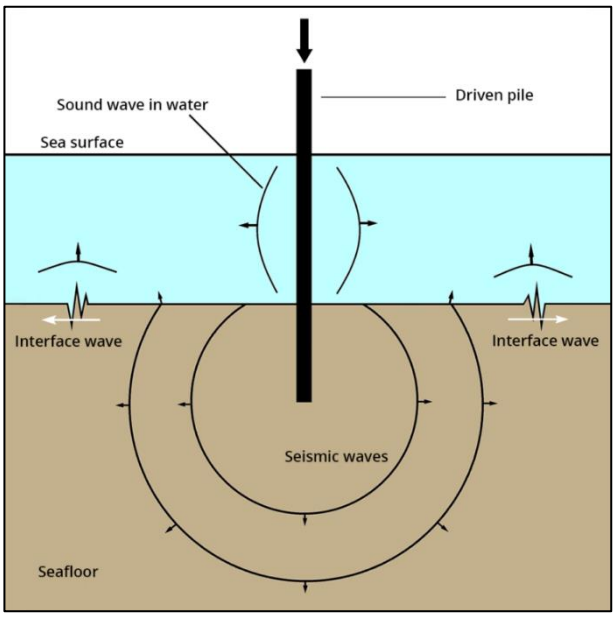


Figura 5-21: Trasmissione del rumore subacqueo durante l'attività di palificazione

Quindi con un diametro massimo delle fondazioni di 2 m, è presumibile attendersi livelli di SLP di 228dB re 1µPa a 1 metro dalla sorgente in un range compreso tra i 300-1.000Hz di frequenza. Le attività di palificazione, come pocanzi detto, sono associate all'utilizzo di mezzi navali di supporto, si prevede che il contributo degli stessi può essere trascurato inquanto tali sorgenti saranno ubicate nei medesimi luoghi di palificazione e la differenza tra SPL delle due attività è superiore a 10dB; infatti, si può assumere che l'SPL indotto dal traffico navale sia dell'ordine di 170- 190dB re 1µPa a 1 metro. Si prende atto che tale valore non rientra nel campo di determinazione di gravi danni fisici (fissato a 220dB re 1µPa) da applicare solamente nel caso vi siano nell'immediata vicinanza della sorgente un recettore.

Stima dell'impatto potenziale

Dall'analisi appena sviluppata si ritiene che l'attività più critica in termini di potenziale impatto sul clima acustico marino sia l'infissione dei pali per battitura la cui magnitudo è quantificata nella tabella sottostante.

Tabella 5-34: Magnitudo dell'impatto sul clima acustico marino- fase di cantiere/dismissione

Criterio	Classe	Valore	Definizione
Entità	Bassa	2	L'impatto causerà un incremento misurabile della pressione acustica che verosimilmente non causerà un superamento dei valori limite.
Estensione dell'impatto	Locale	1	L'impatto interessa solo le risorse/recettori poste presso il sito di intervento o nelle immediate vicinanze (<1 km).
Durata	Temporaneo	1	L'interferenza ha una durata di alcuni giorni.

Tabella 5-34: Magnitudo dell'impatto sul clima acustico marino- fase di cantiere/dismissione			
Frequenza	Poco frequente	2	L'interferenza avviene in maniera discontinua, regolarmente con frequenza bassa.
Reversibilità	Immediatamente reversibile	1	Il ripristino delle condizioni iniziali è pressoché immediato.
Segno	Negativo	-	
TOTALE		**7**	

La magnitudo dell'impatto è, quindi, stimata essere bassa in quanto il valore della sommatoria è pari a 7.

Di conseguenza, anche la significatività dell'impatto è ritenuta essere bassa dal momento che la sensibilità del recettore è anch'essa stata identificata come bassa non essendo stati rilevati fino al 2020 cetacei nell'area di interesse.

I risultati di tali valutazioni dovranno essere comunque verificati mediante l'esecuzione di una campagna di monitoraggio *ante-operam*.

Tale evidenza renderà necessaria l'applicazione di misure di mitigazione, ed un approccio precauzionale (conservativo) per la definizione delle distanze di influenza del rumore nel range uditivo delle specie target e, di conseguenza, dell'estensione della zona di mitigazione.

La valutazione dell'impatto acustico del rumore subacqueo durante la fase di palificazione dovrà tenere conto, in mancanza di una legislazione nazionale, delle linee guida per la gestione dell'impatto antropogenico nell'area ACCOBAMS sui cetacei: *Guidelines to address the issue of the impact of anthropogenic noise on marine mammals in the ACCOBAMS area*, e le sue misure di mitigazione.

5.9 Sintesi degli impatti sulle componenti ambientali e fisiche

La seguente tabella riporta la sintesi degli impatti attesi con indicazione della loro significatività così come valutata nei paragrafi precedenti.

Tabella 5-35: Sintesi degli impatti			
Fattore ambientale/Agente fisico	**Fase di Progetto**	**Significatività dell'impatto**	**Azioni previste**
Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare	Fase di cantiere	Bassa	Adozione best practices/misure di mitigazione
	Fase di esercizio	Non presente	-
	Fase di dismissione	Bassa	Adozione best practices/misure di mitigazione
Geologia e Acque	Fase di cantiere	Bassa	Adozione best practices/misure di mitigazione

Tabella 5-35: Sintesi degli impatti

	Fase di esercizio	Media	Adozione best practices/misure di mitigazione
	Fase di dismissione	Bassa	Adozione best practices/misure di mitigazione
Atmosfera	Fase di cantiere	Bassa	Adozione misure di mitigazione. Monitoraggio qualità dell'aria.
	Fase di esercizio	Non presente/impatto positivo	-
	Fase di dismissione	Bassa	Adozione misure di mitigazione. Monitoraggio qualità dell'aria.
Biodiversità*	Fase di cantiere	Bassa	Monitoraggio stato biodiversità dell'area.
	Fase di esercizio	Media	Monitoraggio stato biodiversità dell'area.
	Fase di dismissione	Bassa	Monitoraggio stato biodiversità dell'area
Sistema paesaggistico: paesaggio e beni culturali	Fase di cantiere	Trascurabile	-
	Fase di esercizio	Media	Monitoraggio dello stato del paesaggio.
	Fase di dismissione	Trascurabile	-
Popolazione e salute umana	Fase di cantiere	Bassa	-
	Fase di esercizio	Non presente	-
	Fase di dismissione	Bassa	-
Rumore nell'area on-shore*	Fase di cantiere	Bassa	Adozione misure di mitigazione. Monitoraggio del clima acustico.
	Fase di esercizio	Trascurabile	-
	Fase di dismissione	Bassa	Adozione misure di mitigazione. Monitoraggio del clima acustico.
Rumore nell'area off-shore*	Fase di cantiere	Bassa	Adozione misure di mitigazione. Monitoraggio del clima acustico.
	Fase di esercizio	Trascurabile	-
	Fase di dismissione	Bassa	Adozione misure di mitigazione.

Tabella 5-35: Sintesi degli impatti

			Monitoraggio del clima acustico.

*Sono previste delle campagne di monitoraggio nella fase *ante-operam* volte alla descrizione della baseline del fattore ambientale/agente fisico.

6. MISURE DI MITIGAZIONE

L'individuazione degli interventi di mitigazione e contenimento degli impatti rappresenta una fase essenziale della Valutazione di Impatto Ambientale, in quanto consente di definire quelle azioni mettere in atto a livello progettuale al fine di evitare o ridurre i potenziali impatti quantificati come significativi.

L'obiettivo è quello di prevenire, minimizzare o gestire impatti negativi significativi al minimo ragionevolmente possibile. Il processo prevede di applicare prima le misure di mitigazione alla causa/sorgente dell'impatto, e quindi indirizzare l'effetto risultante alla risorsa/recettore tramite abbattimento o misure di compensazione misure (vale a dire per ridurre la significatività dell'effetto una volta che tutto ciò che ragionevolmente possa essere messo in atto per mitigare la magnitudo dell'impatto sia stato attuato).

A livello generale possono essere previste le seguenti misure di mitigazione:

- evitare completamente l'impatto, non eseguendo un'attività o una parte di essa;
- minimizzare l'impatto, limitando la magnitudo o l'intensità di un'attività;
- rettificare l'impatto, intervenendo sull'ambiente danneggiato con misure di riqualificazione e reintegrazione;
- ridurre o eliminare l'impatto tramite operazioni di salvaguardia e di manutenzione durante il periodo di realizzazione e di esercizio dell'intervento.

Nel caso in cui, anche avendo implementato tutte le misure di mitigazione ragionevolmente possibili, permanga un impatto residuo non trascurabile, possono essere previste misure di compensazione ambientale procurando o introducendo risorse sostitutive. Le azioni mitigatrici devono tendere pertanto a ridurre tali impatti avversi, migliorando contestualmente l'impatto globale dell'intervento proposto.

Con riferimento al progetto proposto l'identificazione delle misure di mitigazione degli impatti è stata condotta con riferimento ai fattori ambientali ed agli agenti fisici interessati, in funzione degli impatti stimati, ed è esplicitata per ciascuno di essi.

6.1 Suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare

Sebbene non siano stato quantificato un impatto significativo su tali componenti, è prevista l'adozione delle seguenti best practices/misure di mitigazione:

- la gestione dei rifiuti sarà minimizzata e regolata in tutte le fasi del processo di produzione, deposito, trasporto e smaltimento in conformità alle norme vigenti e secondo apposite procedure operative;
- all'interno del cantiere, le aree prescelte e destinate al deposito temporaneo saranno delimitate e attrezzate in modo tale da garantire la separazione tra rifiuti di tipologia differente; i rifiuti saranno confezionati e sistemati in modo tale da evitare problemi di natura igienica e di sicurezza per il personale presente e di possibile inquinamento ambientale;
- un'apposita cartellonistica evidenzierà, se necessario, i rischi associati alle diverse tipologie di rifiuto e dovrà permettere di localizzare aree adibite al deposito di rifiuti di diversa natura e con differente codice C.E.R.;

- tutti i rifiuti prodotti verranno gestiti e smaltiti presso discariche autorizzate e sempre nel rispetto della normativa vigente; il trasporto e smaltimento di tutti i rifiuti sarà effettuato tramite società iscritte all'albo trasportatori e smaltitori;
- si procederà, ove possibile, alla raccolta differenziata volta al recupero delle frazioni riutilizzabili.

6.2 Geologia e Acque

Sebbene non sia stato quantificato un impatto significativo su tali componenti, verranno attuate le seguenti modalità di esecuzione delle opere come best practices operative:

- saranno implementate le idonee misure gestionali e tecniche che comportano la minimizzazione del rischio di contaminazione di suolo, sottosuolo ed acque sotterranee,
- per l'infissione dei pali saranno adottati tutti gli accorgimenti progettuali atti a limitare le potenziali interferenze con la falda.

6.3 Qualità dell'aria

Al fine di contenere quanto più possibile le emissioni di inquinanti gassosi durante le attività di cantiere, si opererà evitando di tenere inutilmente accesi i motori di mezzi e degli altri macchinari, con lo scopo di limitare al minimo necessario la produzione di fumi inquinanti.

I mezzi utilizzati saranno rispondenti alle più stringenti normative vigenti in merito alle emissioni in atmosfera e saranno costantemente mantenuti in buone condizioni di manutenzione.

Per contenere quanto più possibile la produzione di polveri e quindi minimizzare i possibili disturbi, saranno adottate, ove necessario, idonee misure a carattere operativo e gestionale, quali:

- bagnatura delle gomme degli automezzi;
- umidificazione delle aree di cantiere e dei cumuli di inerti per impedire il sollevamento delle polveri;
- controllo delle modalità di movimentazione/scarico degli inerti;
- controllo e limitazione della velocità di transito dei mezzi;
- adeguata programmazione delle attività.

È stato, infatti, stimato che una bagnatura delle piste durante le attività di cantiere, insieme ad una riduzione della velocità dei mezzi possa ridurre fino al 40-50% le emissioni di polveri (stima estrapolata dal documento "Fugitive Dust Handbook" del Western Regional Air Partnership – WRAP del 2006).

Nel caso in cui in fase di progettazione esecutiva/definitiva venga confermato che le attività di cantiere hanno una durata superiore ai 150 giorni/anno e che le modalità operate corrispondono a quelle ipotizzate in fase di progettazione preliminare sarà necessario provvedere all'esecuzione di un monitoraggio della qualità dell'aria presso il recettore sensibile.

6.4 Rumore in ambito terrestre

Gli accorgimenti che verranno adottati avranno la funzione di minimizzare gli impatti legati al rumore in fase di realizzazione del progetto sono:

- posizionamento delle sorgenti di rumore in una zona defilata rispetto ai recettori, compatibilmente con le necessità di cantiere;
- mantenimento in buono stato dei macchinari potenzialmente rumorosi;
- realizzazione delle attività di costruzione in fascia diurna;

- controllo delle velocità di transito dei mezzi;
- evitare di tenere i mezzi inutilmente accesi.

6.5 Rumore in ambito marino

Allo stato attuale non è certo che sia necessario implementare delle azioni di mitigazione per la componente fisica in oggetto data la mancanza di dati sito-specifici circa la presenza di mammiferi nell'area di progetto. Solo sulla base delle risultanze del monitoraggio di baseline sarà possibile indicarne la necessità.

In ogni caso, nel caso del rumore in ambito marino è necessario distinguer tra le misure di mitigazione incentrate sulla riduzione del suono irradiato dalla sorgente e quelle operative rivolte alle specie target presenti nella zona dei lavori.

Per le misure di mitigazione volte alla riduzione dei livelli acustici a sorgente sono state elencate le caratteristiche dei dispositivi passivi di attenuazione installati sopra o intorno alla/e sorgente/i di rumore nelle aree di cantiere, quali cortine di bolle, risonatori acustici e cofferdam, ed è stato suggerito di operare la scelta più appropriata del tipo di dispositivo a seconda della tipologia e intensità della sorgente.

Le azioni di mitigazione rivolte alle specie target presenti nella zona dei lavori devono sempre prevedere l'attuazione di misure in tempo reale in caso di rilevazione acustica/visiva delle specie target (mammiferi e rettili marini o altre specie pelagiche di dimensioni apprezzabili e/o appartenenti a gruppi sistematici sottoposti a tutela) nell'area dei lavori. In particolare:

- il posticipo dell'avvio dei lavori in caso di presenza visiva/acustica delle specie target nella zona delle operazioni fino al definitivo allontanamento degli individui dall'area dei lavori;
- l'avvio morbido (soft-start) di tutte le operazioni, con particolare attenzione all'inizio delle attività che producono livelli di rumore più elevati;
- la sospensione immediata delle attività in caso di presenza acustica e/o di presenza rilevata visivamente di individui appartenenti alle specie target all'interno della zona di esclusione di 1 miglio nautico intorno al sito dei lavori; le attività potranno riprendere dopo almeno 30 minuti di assenza accertata (visiva e acustica) degli animali effettuando un avvio morbido dei lavori; l'interruzione delle operazioni dovrà avvenire garantendo le condizioni di sicurezza per gli operatori;
- il rallentamento delle attività/mezzi in caso di presenza rilevata visivamente di individui appartenenti alle specie target in prossimità (ma all'esterno) della zona di esclusione di 1 miglio nautico intorno al sito dei lavori.