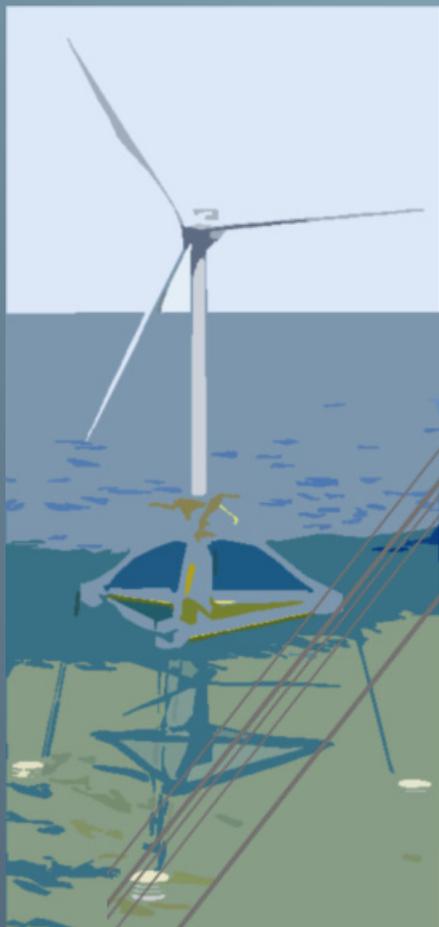




Ichnusa wind power srl

Progetto Definitivo

**PARCO EOLICO FLOTTANTE
NEL MARE DI SARDEGNA
SUD OCCIDENTALE**



YR03

C0421YR03RELSIA01a

**Ministero dell'Ambiente
e della Sicurezza Energetica**

Ministero della Cultura

**Ministero delle Infrastrutture
e dei Trasporti**

*Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale
ex D.lgs. 152/2006*

*Domanda di Autorizzazione Unica
ex D.lgs. 387/ 2003*

*Domanda di Concessione Demaniale Marittima
ex R.D. 327/1942*

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE PARTE 1 DI 2

Progetto
Dott. Ing. Luigi Severini
Ord. Ing. Prov. TA n.776

Elaborazioni
iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**





Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
I di LIII

SOMMARIO

1. PREMESSA	1
2. INTRODUZIONE.....	2
3. IL PROPONENTE	4
4. CRONISTORIA DEL PROGETTO	5
5. FINALITÀ DELLA PROCEDURA DI VALUTAZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE	8
6. MOTIVAZIONI DEL PROGETTO	9
6.1. Inquadramento del fabbisogno energetico eolico in Italia	11
6.1.1. L'impegno italiano nelle tematiche energetiche.....	11
6.1.2. Strategie europee, nazionali e regionali per lo sviluppo dell'eolico offshore	13
6.1.3. La questione del phase-out da carbone della Sardegna	14
7. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	16
7.1. Criteri localizzativi e inquadramento dell'area di progetto.....	22
7.1.1. Adeguatezza delle caratteristiche meteomarine del sito.....	23
7.1.2. Adeguatezza delle caratteristiche geofisiche del sito.....	26
7.1.3. Adeguatezza delle caratteristiche infrastrutturali del territorio.....	28
7.1.4. Criteri di sostenibilità ambientale	33
7.2. Descrizione delle caratteristiche fisiche del progetto.....	39
7.2.1. Descrizione generale delle opere.....	39
7.2.2. Layout del parco eolico	41
7.2.3. Schema elettrico preliminare.....	44
7.2.4. Turbine eoliche.....	47
7.2.4.1. Caratteristiche generali delle turbine eoliche	49
7.2.4.2. Palettatura	51
7.2.4.3. Sistema di trasmissione e conversione della potenza.....	52
7.2.4.4. Regolazione dell'imbardata.....	53
7.2.4.5. Torre	54
7.2.4.6. Controllore	54
7.2.4.7. Sistemi ausiliari.....	55
7.2.4.8. Manutenzione	55
7.2.4.9. Misure di sicurezza ambientale	56
7.2.5. Stazione elettrica di trasformazione offshore (FOS).....	58
7.2.5.1. Equipaggiamenti elettrici.....	59
7.2.5.2. Manutenzione	61
7.2.5.3. Misure di sicurezza ambientale	61
7.2.6. Fondazione galleggiante.....	62
7.2.6.1. Ingombri, masse e caratteristiche di galleggiamento della fondazione.....	65
7.2.6.2. Materiali impiegati	67



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
II di LIII

7.2.7.	Sistemi di ormeggio e ancoraggio	68
7.2.8.	Cavi marini inter-array.....	69
7.2.8.1.	Aspetti costitutivi del cavo dinamico.....	70
7.2.8.2.	Caratteristiche elettriche del cavo dinamico	71
7.2.9.	Elettrodotto marino di esportazione, Ofec.....	71
7.2.9.1.	Aspetti costitutivi del cavo statico	72
7.2.9.2.	Caratteristiche elettriche del cavo statico	73
7.2.9.3.	Percorso dalle FOS al TBJ.....	73
7.2.9.4.	Posa e protezione dei cavi marini	74
7.2.9.5.	Strategia di protezione e interrimento.....	84
7.2.9.6.	Attività di preparazione del fondale.....	90
7.2.10.	Punto di giunzione – Transition Joint Bay	90
7.2.11.	Percorso dell’elettrodotto terrestre tra il punto di giunzione e la nuova sezione 380kV della RTN TERNA Sulcis 93	
7.2.12.	Elettrodotto terrestre di esportazione 220 kV, Onec	95
7.2.12.1.	Aspetti costruttivi del cavo terrestre di esportazione	95
7.2.12.2.	Caratteristiche elettriche del cavo terrestre di esportazione.....	96
7.2.13.	Sottostazione elettrica di trasformazione, misura e consegna	96
7.2.14.	Elettrodotto terrestre di connessione 380 kV, Oncc.....	98
7.2.14.1.	Aspetti costruttivi del cavo terrestre di connessione.....	98
7.2.14.2.	Caratteristiche elettriche del cavo terrestre di connessione	98
7.2.15.	Nuova sezione 380kV della stazione RTN TERNA Sulcis.....	98
7.2.16.	Percorso dell’elettrodotto 380kV tra la nuova sezione 380kV della RTN TERNA Sulcis e la stazione di smistamento Villasor 380	100
7.2.16.1.	Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo	101
7.2.16.2.	Configurazione con elettrodotto aereo.....	105
7.2.17.	Elettrodotto interrato 380 kV RTN	109
7.2.17.1.	Aspetti costruttivi del cavo terrestre di esportazione	109
7.2.17.2.	Caratteristiche elettriche del cavo terrestre di esportazione.....	109
7.2.18.	Posa e protezione degli elettrodotti interrati	109
7.2.19.	Stazione di transizione cavo/aereo	111
7.2.20.	Caratteristiche generali delle linee elettriche aree.....	112
7.2.20.1.	Aspetti costruttivi dei sostegni.....	114
7.2.20.2.	Fondazioni	115
7.2.20.3.	Armamenti.....	116
7.2.20.4.	Conduttori	117
7.2.21.	Stazione elettrica di smistamento Villasor 380	118
7.2.22.	Elettrodotto aereo 380kV in doppia terna Villasor 380 – Ittiri Selargius.....	119
7.2.22.1.	Aspetti costruttivi dei sostegni.....	120
7.2.22.2.	Fondazioni	121
7.3.	Fase di costruzione	122
7.3.1.	Parte a mare.....	122
7.3.2.	Parte a terra	124
7.4.	Fase di esercizio.....	129
7.4.1.	Manutenzione delle componenti del BoP (Balance of Plant).....	129
7.5.	Fase di dismissione.....	131



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
III di LIII

7.5.1.	Parte a mare.....	131
7.5.2.	Parte a terra	132
7.6.	Aspetti relativi alla sicurezza della navigazione	133
7.6.1.	Fase di costruzione	133
7.6.2.	Fase di esercizio.....	133
7.7.	Interazioni con l'Ambiente – Valutazione delle emissioni previste.....	138
7.7.1.	Emissioni in atmosfera e polveri.....	138
7.7.1.1.	Parte a mare.....	138
7.7.1.2.	Parte a terra	144
7.7.1.3.	Emissioni di polveri	155
7.7.2.	Visibilità, beni culturali e paesaggistici	156
7.7.2.1.	Fattori di visibilità.....	156
7.7.2.2.	Approccio alla valutazione della visibilità	158
7.7.2.3.	Visibilità in fase di costruzione.....	159
7.7.2.4.	Visibilità in fase di esercizio	162
7.7.2.5.	Visibilità in fase di dismissione	200
7.7.3.	Emissioni acustiche.....	202
7.7.3.1.	Parte a mare.....	202
7.7.3.2.	Parte a terra	222
7.7.4.	Emissioni vibrazionali	234
7.7.4.1.	Parte a mare.....	234
7.7.4.2.	Parte e terra	236
7.7.5.	Emissioni elettromagnetiche	245
7.7.5.1.	Parte a mare.....	245
7.7.5.2.	Parte a terra	249
7.7.6.	Utilizzo di materie prime e risorse naturali	260
7.7.7.	Produzione di rifiuti	263
7.7.7.1.	Parte a mare.....	265
7.7.7.2.	Parte a terra	270
7.7.8.	Popolazione e salute umana	270
7.7.8.1.	Fase di costruzione	270
7.7.8.2.	Fase di esercizio.....	271
7.7.8.3.	Fase di dismissione.....	271
7.7.9.	Traffico mezzi.....	272
7.7.9.1.	Parte a mare.....	272
7.7.9.2.	Parte a terra	273
7.7.10.	Attività Produttive e terziario/servizi.....	274
7.7.10.1.	Parte a mare.....	275
7.7.10.2.	Parte a terra	276
7.7.10.3.	Fase di dismissione.....	277
7.7.11.	Attività di pesca.....	277
7.7.11.1.	I parchi eolici offshore come zone tutelate <i>de facto</i>	278
7.7.11.2.	Interazioni del progetto con le attività produttive della pesca	279



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
IV di LIII

8. TUTELE E VINCOLI DELL'AREA DI PROGETTO	291
8.1. Aree sottoposte a vincolo idrogeologico	291
8.1.1. Piano di Gestione del Rischio Alluvioni	291
8.1.1.1. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo	292
8.1.1.2. Configurazione con elettrodotto aereo	296
8.1.2. Piano stralcio di Assetto Idrogeologico	300
8.1.2.1. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo	300
8.1.2.2. Configurazione con elettrodotto aereo	308
8.1.3. Aree vincolate ai sensi del R.D.L. 3267/1923	311
8.1.3.1. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo	311
8.1.3.2. Configurazione con elettrodotto aereo	313
8.1.4. Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)	313
8.1.4.1. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo	314
8.1.4.2. Configurazione con elettrodotto aereo	316
8.2. Aree tutelate	318
8.2.1. Rete Natura 2000	318
8.2.1.1. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo	318
8.2.1.2. Configurazione con elettrodotto aereo	319
8.2.2. Important Bird Areas	320
8.2.2.1. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo	320
8.2.2.2. Configurazione con elettrodotto aereo	321
8.2.3. Zone umide, zone riparie, foci dei fiumi	322
8.2.3.1. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo	323
8.2.3.2. Configurazione con elettrodotto aereo	324
8.2.4. Zone costiere e ambiente marino	324
8.2.5. Zone Forestali	326
8.2.5.1. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo	327
8.2.5.2. Configurazione con elettrodotto aereo	328
8.2.6. Zone di importanza paesaggistica, storica, culturale o archeologica	329
8.2.7. Riserve e parchi naturali, zone classificate o protette dalla normativa nazionale	333
8.2.7.1. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo	334
8.2.7.2. Configurazione con elettrodotto aereo	334
8.2.8. Progetto "Carta della Natura" Regione Sardegna	335
8.2.9. Carta degli Habitat	339
8.2.9.1. Configurazione Ibrida Elettrodotto Aereo	339
8.2.9.2. Configurazione Elettrodotto Aereo	346
8.2.10. Carta degli Ecosistemi d'Italia	353
8.2.10.1. Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo	353
8.2.10.2. Configurazione Elettrodotto Aereo	357
8.2.11. Important Plant Areas (IPA)	363
8.2.12. Aree di interesse e conservazione faunistica	366
8.2.12.1. Istituti di protezione faunistica	366
8.2.13. Siti non idonei all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili	369



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
V di LIII

8.3.	Siti contaminati	370
8.3.1.	SIN Sulcis-Iglesiente	370
8.3.1.1.	Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo	371
8.3.1.2.	Configurazione con elettrodotto aereo	372
8.3.2.	Piano Regionale Bonifica delle Aree Inquinata (PRB)	373
8.3.3.	Piano di Caratterizzazione Ambientale	374
8.3.3.1.	Parte a terra	376
8.3.3.2.	Acque sotterranee	382
8.4.	Aree sismiche	386
8.5.	Vincoli derivanti da attività umane e infrastrutture esistenti	388
8.5.1.	Asservimenti derivanti dalle attività aeronautiche, civili e militari	388
8.5.1.1.	Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo	388
8.5.2.	Aree sottoposte a restrizioni di natura militare	391
8.5.3.	Zone marine aperte alla ricerca di idrocarburi	391
8.5.4.	Asservimenti infrastrutturali	393
8.6.	Analisi di coerenza con i livelli di tutela dei Piani urbanistici e territoriali	394
8.6.1.	I piani di gestione dello spazio marittimo italiano	394
8.6.1.1.	Area marittima "Tirreno – Mediterraneo occidentale"	394
8.6.1.2.	Sub-area MO/7 – Acque territoriali Sardegna	396
8.6.1.3.	Sub-area MO/11 – Piattaforma continentale e ZPE Tirreno Occidentale e Sardegna Occidentale	398
8.6.1.4.	Verifica di compatibilità	399
8.6.2.	Piano regionale dei trasporti	400
8.6.3.	Piano paesaggistico regionale	401
8.6.3.2.	Configurazione con elettrodotto aereo	411
8.6.4.	Piano regionale di gestione dei rifiuti – Sezione rifiuti speciali	419
8.6.5.	Piano d’Azione Ambientale Regionale	420
8.6.6.	Piano Energetico e Ambientale della Regione Sardegna	421
8.6.7.	Piano di Sviluppo Regione Sardegna	424
8.6.8.	Piani Provinciali	425
8.6.9.	Piani comunali	426
8.6.9.1.	Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo	426
8.6.9.2.	Configurazione con elettrodotto aereo	430
9.	DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE DELL’AMBIENTE – SCENARIO DI BASE	450
9.1.	Atmosfera	450
9.1.1.	Clima e meteorologia	450
9.1.1.1.	Parte a mare	450
9.1.1.2.	Parte a terra	453
9.1.2.	Qualità dell’aria	459
9.2.	Ambiente Marino	464
9.2.1.	Quadro normativo per la tutela delle risorse marine	464
9.2.2.	Caratterizzazione generale dell’ambiente marino	465
9.2.3.	Dominio pelagico	465
9.2.4.	Dominio bentonico	466



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
VI di LIII

9.2.5.	La piattaforma continentale.....	467
9.2.5.1.	Geomorfologia	467
9.2.5.2.	Caratterizzazione geofisica e geomorfologica dell'area marina interessata dal progetto.....	468
9.2.6.	Idrodinamismo	468
9.2.7.	Circolazione delle correnti	469
9.2.8.	Moto ondoso	470
9.2.9.	Qualità delle acque.....	472
9.2.9.1.	Stato Ecologico.....	472
9.2.9.2.	Stato chimico	475
9.3.	Ambiente terrestre	479
9.3.1.	Stato di degrado del territorio.....	479
9.3.1.1.	Atlante Nazionale del Rischio di Desertificazione	479
9.3.2.	Carta delle aree sensibili alla desertificazione in Sardegna.....	532
9.3.3.	Classificazione Ecoregionale d'Italia	537
9.3.4.	Caratteristiche climatiche.....	539
9.3.4.1.	Climatologia della Sardegna per il trentennio 1981-2010	539
9.3.4.2.	Carta Bioclimatica della Sardegna	552
9.3.4.3.	Carta Fitoclimatica	560
9.3.5.	Carta dei Suoli della Sardegna	561
9.3.5.1.	Configurazione Ibrida Elettrodotta Cavo/Aereo	562
9.3.5.2.	Configurazione Elettrodotta Aereo.....	566
9.3.6.	Carta dell'Uso del Suolo.....	569
9.3.6.1.	Configurazione Ibrida Elettrodotta Cavo/Aereo	570
9.3.6.2.	Configurazione Elettrodotta Aereo.....	573
9.3.7.	Carta della Copertura del Suolo.....	576
9.3.7.1.	Configurazione Ibrida Elettrodotta Cavo/Aereo	576
9.3.7.2.	Configurazione Elettrodotta Aereo.....	582
9.3.8.	Carta Nazionale del Consumo del Suolo.....	587
9.3.8.1.	Stato del consumo di suolo a livello regionale	587
9.3.9.	Carta delle Serie di Vegetazione	592
9.3.9.1.	Configurazione Ibrida Elettrodotta Aereo.....	592
9.3.9.2.	Configurazione Elettrodotta Aereo.....	595
9.3.10.	Carta della Vegetazione Potenziale.....	598
9.3.10.1.	Configurazione Ibrida Elettrodotta Aereo.....	599
9.3.10.2.	Configurazione Elettrodotta Aereo.....	600
9.3.11.	Carta dello Stato delle Conoscenze Floristiche.....	601
9.4.	Ambiente idrico terrestre	602
9.4.1.	Qualità delle acque sotterranee	602
9.4.1.1.	Stato chimico	602
9.4.1.2.	Stato quantitativo.....	611
9.4.2.	Qualità delle acque superficiali terrestri	614
9.4.2.1.	Stato ecologico	614
9.4.2.2.	Stato chimico	617



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
VII di LIII

9.5.	Fondali	620
9.5.1.	Gruppo di indagini WP3 (Work Package 3)	620
9.5.1.1.	Risultati test di Laboratorio.....	621
9.6.	Suolo e sottosuolo.....	629
9.6.1.	Inquadramento geologico.....	629
9.6.2.	Inquadramento geomorfologico	633
9.6.3.	Idrografia di dettaglio	634
9.6.4.	Idrogeologia di dettaglio.....	637
9.6.5.	Qualità del suolo e del sottosuolo	639
9.7.	Rumore e vibrazioni	641
9.7.1.	Parte a mare.....	641
9.7.1.1.	Sorgenti di rumore in acqua	641
9.7.1.2.	Il rumore del traffico marittimo	643
9.7.2.	Parte a terra	647
9.7.2.1.	Campagna di misurazioni.....	647
9.7.2.2.	Piani di classificazione acustica.....	650
9.8.	Flora e fauna marina	656
9.8.1.	Fauna ittica	656
9.8.1.1.	Aree nursery e di spawning	659
9.8.1.2.	L'Organizzazione ICCAT	679
9.8.1.3.	Percorso dei tonni rossi marcati.....	680
9.8.1.4.	GSA 11: tecniche di pesca.....	685
9.8.1.5.	Red List IUCN, i pesci elencati nella lista rossa dei vertebrati marini italiani.....	692
9.8.2.	Mammiferi marini.....	693
9.8.3.	Rettili marini.....	693
9.8.4.	Uccelli migratori e uccelli marini	694
9.8.5.	Praterie di Posidonia oceanica	695
9.8.5.1.	Riferimenti normativi e tecnici	695
9.8.5.2.	Valenza e ruolo ecologico della prateria di <i>Posidonia oceanica</i>	695
9.8.5.3.	Struttura e distribuzione delle praterie di <i>Posidonia oceanica</i>	696
9.8.5.4.	Dati territoriali sulla distribuzione delle praterie di <i>Posidonia oceanica</i>	697
9.8.5.5.	Indagini in situ sullo stato di salute della <i>Posidonia oceanica</i>	698
9.8.6.	Il coralligeno.....	698
9.8.6.1.	La lista dei coralli italiani, la Red List IUCN	700
9.8.6.2.	Specie ASPIM – Area Specialmente Protetta di Interesse Mediterraneo e Habitat a Coralligeno	700
9.8.6.3.	Riferimenti normativi	702
9.8.6.4.	Riferimenti tecnici.....	702
9.8.7.	Mappatura della Posidonia oceanica e del Coralligeno nell'area di interesse	702
9.9.	Flora e fauna terrestre	705
9.9.1.	Inquadramento vegetazionale.....	705
9.9.2.	Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR)	707
9.9.2.1.	Configurazione Ibrida Elettrodotta Aereo.....	708
9.9.2.2.	Configurazione Elettrodotta Aereo.....	710
9.9.3.	Stato di conservazione: Lista Rossa IUCN	727
9.9.4.	Specie Alloctone.....	732



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
VIII di LIII

9.9.5.	Fauna	733
9.9.5.1.	Important Faunal Area (IFA).....	734
9.9.5.2.	Caratterizzazione dalla fauna vertebrata	735
9.9.5.3.	Chiroteri.....	735
9.9.6.	Carta delle Vocazioni Faunistiche della Sardegna.....	744
9.9.6.1.	Studio e censimento relativo ai cormorani e all'avifauna migratoria nelle zone umide	745
9.9.6.2.	Studio e monitoraggio dell'avifauna migratoria di interesse venatorio	746
9.9.6.3.	Studio relativo agli ungulati.....	746
9.9.6.4.	Studio relativo alla fauna stanziale	748
9.9.7.	Stato di conservazione: Lista Rossa IUCN	751
9.9.8.	Specie Alloctone - Fauna	756
9.10.	Beni culturali e paesaggistici	758
9.10.1.	Sistemi agricoli, patrimonio agroalimentare.....	758
9.10.2.	Descrizione patrimonio storico paesaggistico	758
9.11.	Popolazione e salute umana	760
9.11.1.	Contesto demografico	760
9.11.2.	Analisi qualità della vita.....	763
9.11.3.	Analisi della mortalità e morbosità	766
9.12.	Attività produttive e Terziario/Servizi	768
9.12.1.	Economia del territorio	768
9.12.1.1.	Industria e settore minerario.....	770
9.12.1.2.	Agricoltura.....	771
9.12.1.3.	Pesca	772
9.12.1.4.	Turismo.....	772
9.12.1.5.	Settore terziario	772
9.12.2.	Dati sull'occupazione	773
9.13.	Quadro ambientale dell'area SIN	777
9.13.1.	Indagini Ambientali	777
9.13.2.	Suolo e sottosuolo.....	778
9.13.3.	Acque sotterranee.....	786
9.13.4.	Fondali Marini.....	789
9.14.	Caratterizzazione ambientale della fascia marino-costiera di Portoscuso (CI)	792
9.14.1.	Attività di caratterizzazione ambientale	794
9.14.2.	Attività di laboratorio e determinazioni analitiche.....	794
9.14.3.	Risultati delle analisi chimiche	795
10.	FATTORI AMBIENTALI	798
10.1.	Effetti connessi ai cambiamenti climatici.....	798
10.1.1.	Caratterizzazione della vulnerabilità ai cambiamenti climatici dell'area di studio	798
10.1.2.	Effetti del progetto sulla mitigazione dei cambiamenti climatici	799
10.1.3.	Vulnerabilità del progetto ai cambiamenti climatici.....	800
10.2.	Rischio di incidenti e calamità naturali.....	803
10.3.	Interazioni con l'ambiente e biodiversità	807
10.3.1.	Generazione del rumore subacqueo	807
10.3.2.	Generazione di vibrazioni	807



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
IX di LIII

10.3.3.	Generazione di campi elettromagnetici	807
10.3.4.	Riscaldamento del cavo.....	807
10.3.5.	Rilascio di sostanze del rivestimento del cavo.....	807
10.3.6.	Biofouling sulle strutture sommerse	808
10.3.6.1.	Caratteristiche del biofouling	808
10.3.7.	Specie aliene invasive (IAS – Invasive Alien Species)	813
10.3.7.1.	Meccanismi di veicolazione delle specie invasive	815

11. VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI SULL'AMBIENTE 820

11.1.	Impatti connessi alle emissioni in atmosfera.....	822
11.2.	Impatti connessi alla visibilità delle opere	826
11.2.1.	Parte a mare.....	826
11.2.1.1.	Fase di costruzione	826
11.2.1.2.	Fase di esercizio.....	826
11.2.1.3.	Fase di dismissione.....	848
11.2.2.	Parte a terra	849
11.2.2.1.	Fase di costruzione	849
11.2.2.2.	Fase di dismissione.....	871
11.3.	Impatti connessi alle emissioni acustiche	873
11.3.1.	Parte a mare.....	873
11.3.1.1.	Fase di costruzione	873
11.3.1.2.	Fase di esercizio.....	884
11.3.1.3.	Fase di dismissione.....	890
11.3.2.	Parte a terra	890
11.3.2.1.	Fase di costruzione	890
11.3.2.2.	Fase di esercizio.....	893
11.4.	Impatti connessi alla generazione di vibrazioni	901
11.4.1.	Parte a mare.....	901
11.4.1.1.	Fase di costruzione	901
11.4.1.2.	Fase di esercizio.....	901
11.4.1.3.	Fase di dismissione.....	902
11.4.2.	Parte a terra	902
11.4.2.1.	Fase di costruzione	902
11.4.2.2.	Fase di esercizio.....	904
11.4.2.3.	Fase di dismissione.....	905
11.5.	Impatti connessi alle emissioni elettromagnetiche.....	906
11.5.1.	Parte a mare.....	906
11.5.1.1.	Fase di costruzione	906
11.5.1.2.	Fase di esercizio.....	906
11.5.1.3.	Fase di dismissione.....	911
11.5.2.	Parte a terra	911
11.5.2.1.	Fase di costruzione	911
11.5.2.2.	Fase di esercizio.....	911
11.5.2.3.	Fase di dismissione.....	922



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
X di LIII

11.6.	Impatti connessi all'utilizzo di materie prime e risorse naturali	923
11.6.1.	Parte a mare.....	923
11.6.2.	Parte a terra	924
11.7.	Impatti connessi alla produzione di rifiuti	925
11.7.1.	Parte a mare.....	925
11.7.1.1.	Fase di costruzione	925
11.7.1.2.	Fase di esercizio.....	925
11.7.1.3.	Fase di dismissione.....	926
11.7.2.	Parte a terra	926
11.7.2.1.	Fase di costruzione	926
11.7.2.2.	Fase di esercizio.....	927
11.7.2.3.	Fase di dismissione.....	927
11.8.	Impatti sulla popolazione e salute umana	928
11.8.1.	Fase di costruzione	928
11.8.2.	Fase di esercizio.....	929
11.8.3.	Fase di dismissione.....	929
11.9.	Impatti connessi al traffico mezzi	930
11.9.1.	Parte a mare.....	930
11.9.1.1.	Fase di costruzione	930
11.9.1.2.	Fase di esercizio.....	931
11.9.1.3.	Fase di dismissione.....	931
11.9.2.	Parte a terra	932
11.9.2.1.	Fase di costruzione	932
11.9.2.2.	Fase di esercizio.....	932
11.9.2.3.	Fase di dismissione.....	933
11.10.	Impatti sulle attività produttive e terziario/servizi.....	934
11.10.1.	Fase di costruzione	934
11.10.2.	Fase di esercizio.....	934
11.10.3.	Fase di dismissione.....	936
11.11.	Impatti sulle attività di pesca.....	937
11.11.1.	Fase di costruzione	937
11.11.2.	Fase di esercizio.....	937
11.11.3.	Fase di dismissione.....	938
11.12.	Impatti sulla biodiversità	939
11.12.1.	Parte a mare.....	939
11.12.1.1.	Fase di costruzione	939
11.12.1.2.	Fase di esercizio.....	939
11.12.1.3.	Fase di dismissione.....	940
11.12.2.	Parte a terra	941
11.12.2.1.	Fase di costruzione	941
11.12.2.2.	Fase di esercizio.....	941
11.12.2.3.	Fase di dismissione.....	942
11.13.	Impatti sull'ambiente idrico terrestre	943
11.13.1.	Fase di costruzione	943



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XI di LIII

11.13.2. Fase di esercizio	943
11.13.3. Fase di dismissione	943
11.14. Impatti sul suolo e sottosuolo	945
11.14.1. Fase di costruzione	945
11.14.2. Fase di esercizio	946
11.14.3. Fase di dismissione	946
11.15. Impatti sui fondali	947
11.15.1. Fase di costruzione	947
11.15.2. Fase di esercizio	947
11.15.3. Fase di dismissione	947
11.16. Impatti sull'avifauna	949
11.16.1. Parte a mare	949
11.16.1.1. Fase di costruzione	949
11.16.1.2. Fase di esercizio	949
11.16.1.3. Fase di dismissione	950
11.16.2. Parte a terra	950
11.16.2.1. Fase di costruzione	950
11.16.2.2. Fase di esercizio	951
11.16.2.3. Fase di dismissione	951
11.17. Impatti Cumulativi	953
11.17.1. Impatto visivo cumulativo	957
11.17.1.1. Parte a mare: impatto visivo cumulativo tra il parco eolico offshore in progetto e altri parchi eolici esistenti o approvati ricadenti nell'AVIC	957
11.17.1.2. Parte a mare: impatto visivo cumulativo tra il parco eolico offshore e gli impianti FER onshore esistenti o approvati presenti nell'AVIC	957
11.17.1.3. Parte a terra: impatto visivo cumulativo tra le opere di connessione alla RTN in progetto e gli impianti FER esistenti e/o approvati ricadenti nell'AVIC	966
11.17.1.4. Parte a terra, configurazione A: impatto visivo cumulativo tra le opere onshore in progetto appartenenti alla RTN e gli impianti FER esistenti e/o approvati	973
11.17.2. Tutela della biodiversità e degli ecosistemi	980
11.17.2.1. Ecosistema di tipo vegetativo	980
11.17.2.2. Fauna locale	982
11.17.3. Impatto acustico cumulativo	985
11.17.4. Impatti cumulativi su suolo e sottosuolo	992
11.17.4.1. Impatto cumulativo su suolo e sottosuolo tra le opere onshore di connessione alla RTN in progetto e gli impianti FER esistenti e/o approvati	992
11.17.4.2. Impatto cumulativo su suolo e sottosuolo tra le opere onshore appartenenti alla RTN in progetto e gli impianti FER esistenti e/o approvati	993
11.17.5. Interferenza tra gli impianti	996
12. VALUTAZIONE OBBLIGATORIA DELLE ALTERNATIVE	997
12.1. Alternativa 0: non-azione	998
12.2. Alternativa 1: ubicazione e layout del parco	999
12.3. Alternativa 2: sistemi di ormeggio	1003
12.4. Alternativa 3: caratteristiche degli aerogeneratori	1005
12.5. Alternativa 4: tracciato dell'elettrodotto marino di esportazione	1006



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XII di LIII

12.6. Alternativa 5: localizzazione del punto di sbarco.....	1008
12.7. Alternativa: parco eolico onshore.....	1010

13. MISURE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE 1018

13.1. Misure di mitigazione per impatti connessi alle emissioni in atmosfera.....	1019
13.2. Misure di mitigazione per impatti connessi alla visibilità delle opere	1020
13.3. Misure di mitigazione per impatti connessi alle emissioni acustiche.....	1022
13.4. Misure di mitigazione per impatti connessi alle emissioni elettromagnetiche.....	1027
13.5. Misure di mitigazione per impatti connessi alla produzione di rifiuti	1029
13.6. Misure di compensazione/mitigazione per impatti sulle attività di pesca.....	1032
13.7. Misure di compensazione/mitigazione per impatti sulla biodiversità.....	1033
13.8. Misure per impatti sui fondali.....	1035
13.9. Misure per impatti sull'avifauna	1036

14. PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE..... 1040

14.1.1. Parte a mare e parte a terra.....	1041
14.1.1.1. Monitoraggio ante-operam.....	1041
14.1.1.2. Monitoraggio in fase di costruzione	1042
14.1.1.3. Monitoraggio in fase di esercizio.....	1042
14.1.1.4. Monitoraggio in fase di dismissione.....	1042

15. ULTERIORE DOCUMENTAZIONE 1044



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XIII di LIII

INDICE DELLE FIGURE

Figura 6.1 – Evoluzione dei target relativi alla quota di energia rinnovabile per il 2030.	9
Figura 6.2 – Produzione lorda degli impianti di produzione elettrica alimentati da fonti rinnovabili (TWh).....	13
Figura 7.1 – Illustrazione schematica delle diverse tipologie di fondazione.	16
Figura 7.2 – Schema concettuale della configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo.	18
Figura 7.3 – Schema concettuale della configurazione con elettrodotto aereo.	19
Figura 7.4 – Opere in progetto – Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo.	20
Figura 7.5 - Opere in progetto – Configurazione con elettrodotto aereo.	21
Figura 7.6 – Posizionamento del parco eolico galleggiante e distanze medie da alcune località di riferimento.	22
Figura 7.7 – Punto di estrazione dei dati meteomarini.	23
Figura 7.8 – Medicane Ilona: risultati della modellazione di onda.....	24
Figura 7.9 – Mappa della velocità media annua del vento a 140 mMSL.	25
Figura 7.10 – Rose dei venti a 140 mMSL per la località di progetto. Media di lungo periodo (20 anni).	26
Figura 7.11 – Mappa del gradiente di profondità del fondale.....	27
Figura 7.12 – Mappa del gradiente di pendenza del fondale.	28
Figura 7.13 – Schema della rete elettrica regionale in alta tensione.....	29
Figura 7.14 – Logistica minima per la selezione del cantiere di assemblaggio delle unità galleggianti.	31
Figura 7.15 – Porti disponibili per le operazioni di assemblaggio delle unità galleggianti.....	32
Figura 7.16 – Area disponibile per la realizzazione del cantiere di assemblaggio delle unità galleggianti.	32
Figura 7.17 – Mappa degli avvistamenti di mammiferi marini nel mar Mediterraneo.	35
Figura 7.18 – Sottostazione di trasformazione, misure e consegna. Fotoinserimento con mascheramento a verde.....	37
Figura 7.19 – Sottostazione elettrica di transizione cavo/aereo. Fotoinserimento con mascheramento a verde.	38
Figura 7.20 – Sottostazione elettrica di smistamento Villasor 380. Fotoinserimento con mascheramento a verde.	38
Figura 7.21 – Ubicazione del parco eolico e layout di impianto.....	43
Figura 7.22 – Architettura elettrica del progetto – configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo.	45
Figura 7.23 – Architettura elettrica del progetto – configurazione con elettrodotto aereo.....	46
Figura 7.24 – Schema unifilare elettrico dell’impianto in progetto.	47
Figura 7.25 – Sviluppo degli aerogeneratori per uso offshore.....	48
Figura 7.26 – Dimensioni caratteristiche per la definizione del modello di aerogeneratore.	49
Figura 7.27 – Componenti principali di un aerogeneratore.....	50
Figura 7.28 – Curva caratteristica teorica per aerogeneratori da 12 MW con diametro rotore 220 e 250 m.....	50
Figura 7.29 – Variazione del profilo aerodinamico lungo l’asse di pala.	51
Figura 7.30 – Particolari della sezione di supporto pala e del sistema di regolazione dell’angolo di pitch.	51
Figura 7.31 – Fabbricazione di una turbina eolica.	52
Figura 7.32 – Elementi costruttivi di una turbina eolica.	53
Figura 7.33 – Esempio di power converter per turbine eoliche (tipo ABB PCS6000).	53



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XIV di LIII

Figura 7.34 – Navicella di un aerogeneratore Haliade–X di General Electric.	54
Figura 7.35 – Conci di torre eolica.....	54
Figura 7.36 – Esempi di accesso da mare alle strutture largamente impiegati per soluzioni offshore a fondazione fissa... ..	55
Figura 7.37 – Esempio di accesso alle strutture da elicottero (heli-winch).	56
Figura 7.38 – Sicurezza ambientale dei fluidi di lavoro.	57
Figura 7.39 – Sottostazione elettrica galleggiante FOS. Concept costruttivo.....	58
Figura 7.40 – Sottostazione elettrica galleggiante FOS. Concept costruttivo, principali componenti elettrici.	59
Figura 7.41 – Schema del collegamento tra il cavo dinamico e la sezione di ingresso della fondazione galleggiante.	59
Figura 7.42 – Schema di connessione dell'apparecchiatura elettrica primaria della FOS.....	60
Figura 7.43 – Disposizione elettromeccanica del ponte superiore della FOS.	61
Figura 7.44 – Tipologie di piattaforma galleggiante: triangolo della stabilità.....	63
Figura 7.45 – Fondazione galleggiante TetraSub®.	63
Figura 7.46 – Elementi della fondazione TetraSub®.....	64
Figura 7.47 – Elementi secondari della fondazione TetraSub®.....	65
Figura 7.48 – Sistema di riferimento della fondazione sul piano orizzontale.....	66
Figura 7.49 – Ingombri fondazione TetraSub®.....	67
Figura 7.50 – Sistema di ormeggio e schematizzazione del sistema di ancoraggio a pali.....	69
Figura 7.51 – Configurazione Lazy–S del cavo.....	70
Figura 7.52 – Costruzione tipica di un cavo dinamico.....	70
Figura 7.53 – Esempio di giunto statico per applicazioni in ambito offshore.	72
Figura 7.54 – Costruzione tipica di un cavo statico.	73
Figura 7.55 – Percorso elettrodotto di esportazione marino.	74
Figura 7.56 – Esempio di materassi reattivi per applicazioni in aree contaminate e reimpianto di Posidonia Oceanica.	75
Figura 7.57 – Tipico di posa interrata dell'elettrodotto marino.	76
Figura 7.58 – ROV jet trencher, (a sinistra) componenti principali, (a destra) fase di posa del cavo.	77
Figura 7.59 – Scavatrincee a catena.	77
Figura 7.60 – Esempio di dispositivo per la posa in trincea del cavo.....	77
Figura 7.61 – Scava–trincee a trascinamento, (a sinistra) componenti principali, (a destra) fase di posa del cavo.....	78
Figura 7.62 – Esempio di posa con tecnica.....	78
Figura 7.63 – Tipico di posa dell'elettrodotto marino con protezione in massi naturali.....	81
Figura 7.64 – Tipico di posa dell'elettrodotto marino con protezione a materassi in cls.....	82
Figura 7.65 – Esempio di posa con protezione a materassi in cls (rendering).	82
Figura 7.66 – Esempio di utilizzo di materassi zavorrati per interventi di reimpianto di Posidonia oceanica.	83
Figura 7.67 – Tipico di posa dell'elettrodotto marino con protezione in elementi tubolari modulari.	83
Figura 7.68 – Esempio di posa con protezione in elementi modulari tubolari.	84
Figura 7.69 – Strategia di protezione e interrimento.....	85
Figura 7.70 – Infrastrutture sottomarine esistenti nell'area vasta di progetto.	89



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XV di LIII

Figura 7.71 – Soluzioni per l'attraversamento dei cavi di terze parti.....	89
Figura 7.72 – Punto di giunzione.....	91
Figura 7.73 – Schema di posa dei controtubi sotto la massicciata frangiflutti.	92
Figura 7.74 – Schema concettuale di funzionamento di una cortina anti-torbidità.	93
Figura 7.75 – Dispositivi anti-intorbidimento per il confinamento delle aree di lavoro a mare.	93
Figura 7.76 – Opere in progetto.....	94
Figura 7.77 – Elettrodotti di esportazione e connessione – Modalità di posa.	95
Figura 7.78 – Costruzione tipica di un cavo terrestre unipolare.	96
Figura 7.79 – Sottostazione di trasformazione e consegna.....	97
Figura 7.80 – Planimetria elettromeccanica della sottostazione elettrica trasformazione e consegna.....	97
Figura 7.81 – Nuova Sezione 380 kV Stazione RTN TERNA "Sulcis" (configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo).99	
Figura 7.82 – Planimetria elettromeccanica della nuova sezione 380 kV della stazione elettrica RTN TERNA Sulcis.....	100
Figura 7.83 – Opere in progetto. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo.	101
Figura 7.84 – Elettrodotto interrato 380 kV RTN. Modalità di posa.	102
Figura 7.85 – Tracciato dell'elettrodotto terrestre da punto di sbarco fino alla dorsale Ittiri-Selargius – configurazione elettrodotto ibrido cavo/aereo.	102
Figura 7.86 – Percorso dell'elettrodotto 380kV tra la nuova sezione 380kV della RTN Sulcis e la stazione di smistamento Villasor 380, parte1 – configurazione elettrodotto ibrido cavo/aereo.....	103
Figura 7.88 – Percorso dell'elettrodotto 380kV tra la nuova sezione 380kV della RTN Sulcis e la stazione di smistamento Villasor 380, parte2 – configurazione elettrodotto ibrido cavo/aereo.....	104
Figura 7.89 – Opere in progetto. Configurazione con elettrodotto aereo.....	105
Figura 7.90 – Tracciato dell'elettrodotto terrestre da punto di sbarco fino alla dorsale Ittiri-Selargius – configurazione elettrodotto aereo.....	106
Figura 7.91 – Percorso dell'elettrodotto 380kV tra la nuova sezione 380kV della RTN Sulcis e la stazione di smistamento Villasor 380, parte1 – configurazione elettrodotto aereo.....	107
Figura 7.92 – Percorso dell'elettrodotto 380kV tra la nuova sezione 380kV della RTN Sulcis e la stazione di smistamento Villasor 380, parte2 – configurazione elettrodotto aereo.....	108
Figura 7.93 – Costruzione tipica di un cavo terrestre unipolare.	109
Figura 7.94 – Tipico di posa elettrodotto terrestre in trincea e TOC con terne accoppiate.....	110
Figura 7.95 – Tipico di posa elettrodotto terrestre in trincea e TOC con terna singola.....	111
Figura 7.96 – Tipico di posa elettrodotto terrestre in trincea.	111
Figura 7.97 – Stazione di transizione cavo/aereo.	112
Figura 7.98 – Planimetria elettromeccanica della stazione di transizione cavo/aereo.....	112
Figura 7.99 – Esempi di pali a traliccio per linee in alta tensione.	113
Figura 7.100 – Esempi di isolatori elettrici.	114
Figura 7.101 – Sostegno 380 kV semplice terna.	115
Figura 7.102 – Fondazioni superficiali tipo CR e colonnino di raccordo con la base del sostegno.	116
Figura 7.103 – Armamento a “V” doppio, conduttori in alluminio–acciaio \varnothing 31.5 trinati, linee 380 kV.....	117
Figura 7.104 – Conduttore in corda alluminio–acciaio.....	117



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XVI di LIII

Figura 7.105 – Distanziatore conduttori trinati.	117
Figura 7.106 – Stazione elettrica di smistamento Villasor 380 (configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo).	118
Figura 7.107 – Planimetria elettromeccanica della stazione elettrica RTN Villasor 380.	119
Figura 7.108 – Elettrodotto aereo 380 kV DT.	120
Figura 7.109 – Sostegno 380 kV a fusto piramidale doppia terna.	121
Figura 7.110 – Istantanea del traffico marittimo nel mare della Sardegna sud-occidentale.	133
Figura 7.111 – Frequenze di impatto tra le imbarcazioni ed il parco eolico.	136
Figura 7.112 – Esempio di imbarcazione CTV.	140
Figura 7.113 – Pianificazione oraria delle attività di manutenzione offshore.	141
Figura 7.114 – Rotte delle navi offshore deputate alla costruzione ed alla manutenzione del parco eolico.	142
Figura 7.115 – Insieme dei fattori di visibilità.	157
Figura 7.116 – Effetto della conoscenza pregressa della scena osservata.	157
Figura 7.117 – Variazione del contrasto visivo al variare delle condizioni di illuminazione.	158
Figura 7.118 – Variazione della visibilità in funzione delle condizioni di illuminazione e dei fattori atmosferici.	158
Figura 7.119 – Paesaggi tipici della Sardegna occidentale.	162
Figura 7.120 – Analisi di visibilità binaria e punti di interesse intervisibili interni all'AIVAT.	165
Figura 7.121 – Analisi di visibilità binaria e punti di interesse intervisibili interni all'AIVAT.	166
Figura 7.122 – Analisi di visibilità binaria e punti di interesse intervisibili interni all'AIVAT.	167
Figura 7.123 – Analisi di visibilità binaria e punti di interesse intervisibili interni all'AIVAT.	168
Figura 7.124 – Mappatura delle aree di potenziale visibilità in relazione al fattore di occupazione del campo visivo F riparametrizzato su classi di visibilità.	177
Figura 7.125 – Resoconto analisi del fattore di occlusione visiva F.	178
Figura 7.126 – Rendering fotorealistici dell'aerogeneratore in differenti condizioni di illuminazione.	179
Figura 7.127 – Stazioni meteorologiche nell'intorno del parco eolico.	180
Figura 7.128 – Frequenza vs distanza di massima visibilità (intero dataset).	181
Figura 7.129 – Frequenza vs distanza di massima visibilità (periodo invernale).	181
Figura 7.130 – Frequenza vs distanza di massima visibilità (periodo primaverile).	182
Figura 7.131 – Frequenza vs distanza di massima visibilità (periodo estivo).	182
Figura 7.132 – Frequenza vs distanza di massima visibilità (periodo autunnale).	183
Figura 7.133 – Statistica delle condizioni di visibilità su uninformed detection probability.	184
Figura 7.134 – Statistica delle condizioni di visibilità su informed recognition probability.	184
Figura 7.135 – Magnitudo visiva delle strutture offshore basata su uninformed detection probability.	187
Figura 7.136 – Magnitudo visiva delle strutture offshore basata su uninformed detection probability.	188
Figura 7.137 – Statistica della magnitudo visiva delle opere offshore secondo la uninformed detection probability.	189
Figura 7.138 – Esempi di traliccio in singola terna e doppia terna.	190
Figura 7.139 – Esempi di traliccio reticolare 500kV analizzati in (Sullivan, et al., 2014).	191
Figura 7.140 – Modello di elevazione digitale del terreno. Vista 1.	195



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XVII di LIII

Figura 7.141 – Modello di elevazione digitale del terreno. Vista 2.	196
Figura 7.142 – Mappa di intervisibilità dell'elettrodotto aereo.	197
Figura 7.143 – Mappa delle soglie di visibilità dell'elettrodotto aereo.	198
Figura 7.144 – Sottostazione di trasformazione, misure e consegna. Fotoinserimento con mascheramento a verde.	199
Figura 7.145 – Sottostazione elettrica di transizione cavo/aereo. Fotoinserimento con mascheramento a verde.	199
Figura 7.146 – Sottostazione elettrica di smistamento Villasor 380. Fotoinserimento con mascheramento a verde.	200
Figura 7.147 – processo di piling, fasi caratteristiche.	204
Figura 7.148 – Spettro sonoro operazione di piling degli ancoraggi.	205
Figura 7.149 – Cable trenching (posa cavo in cavo interrato) – spettro sonoro alla sorgente.	206
Figura 7.150 – Cable trenching (posa cavo in cavo interrato) – spettro sonoro alla sorgente.	207
Figura 7.151 – Sorgenti di emissione sonora di una turbina eolica.	207
Figura 7.152 – Spettro di emissione sonora in banda (alla sorgente) dell'aerogeneratore.	209
Figura 7.153 – Spettro di emissione sonora in banda (alla sorgente) dell'aerogeneratore.	210
Figura 7.154 – Confronto dello spettro sonoro in banda dell'aerogeneratore con quello delle principali classi di imbarcazioni presenti nell'area marina di indagine.	210
Figura 7.155 – Semplificazione acustica della fondazione galleggiante mediante monopolo acustico (punto sorgente).	211
Figura 7.156 – Discretizzazione dello spazio per un punto sorgente.	212
Figura 7.157 – Mappa batimetrica dell'area di indagine.	213
Figura 7.158 – Tipologia di fondale nell'area di indagine.	214
Figura 7.159 – Livello di pressione sonora SPL_{RMS} e relativa insonificazione dell'area di indagine determinata dal solo contributo in esercizio del parco eolico offshore.	217
Figura 7.160 – Livello di esposizione sonora SEL_{24} (calcolato su 24 ore) e relativa insonificazione dell'area di indagine determinata dal solo contributo in esercizio del parco eolico offshore.	218
Figura 7.161 – Confronto tra i livelli di pressione sonora SPL_{RMS} previsti durante l'esercizio del parco eolico e quelli (stimati) relativi al traffico marittimo pre-esistente nell'area di indagine.	219
Figura 7.162 – Distribuzione dei livelli SPL del parco eolico e quelli stimati del traffico marittimo nell'area di indagine.	219
Figura 7.163 – Differenza di livello SPL tra le condizioni post-operam e ante-operam.	221
Figura 7.164 – Caratteristiche dell'elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.	229
Figura 7.165 – Scenario di calcolo, posizione del recettore rispetto all'elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.	230
Figura 7.166 – Mappe acustiche – rumore ambientale previsto, elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.	231
Figura 7.167 – Caratteristiche dell'elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius.	232
Figura 7.168 – Scenario di calcolo, posizione del recettore rispetto all'elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.	233
Figura 7.169 – Mappe acustiche – rumore ambientale previsto, elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius.	234
Figura 7.170 – Processo di piling, fasi caratteristiche.	235
Figura 7.171 – Emissione sonora e vibrazionale determinata durante la battitura dei pali.	235
Figura 7.172 – Schema di propagazione della vibrazione con sorgente posta ad una profondità H.	237
Figura 7.173 – Curve di attenuazione del livello vibrazionale per i diversi assi di riferimento dalla UNI 9614.	238



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XVIII di LIII

Figura 7.174 – Opere a terra del progetto, fase di costruzione – Areali di superamento dei limiti vibrazionali di comfort (parte 1 di 2).	242
Figura 7.175 – Opere a terra del progetto, fase di costruzione – Areali di superamento dei limiti vibrazionali di comfort (parte 2 di 2).	243
Figura 7.176 – Sistema di coordinate cilindriche (sx) e sistema di coordinate “elicoidali” (dx).	246
Figura 7.177 – Mappa del campo magnetico indotto sul piano ortogonale al cavo. Materassi in cls.	247
Figura 7.178 – Linee di campo magnetico indotto dai due elettrodotti.	248
Figura 7.179 – Campo elettrico indotto da uno dei cavi marini tripolari.	249
Figura 7.180 – Campo magnetico a specifiche quote, elettrodotto di esportazione a 220kV – posa in trincea.	252
Figura 7.181 – Campo magnetico a specifiche quote, elettrodotto di esportazione a 220kV – posa in controtubo mediante TOC.	253
Figura 7.182 – Campo magnetico a specifiche quote, elettrodotto di connessione a 380kV – posa in trincea.	254
Figura 7.183 – Campo magnetico a specifiche quote, elettrodotto di connessione a 380kV – posa in controtubo mediante TOC.	255
Figura 7.184 – Campo magnetico a specifiche quote, elettrodotto interrato RTN a 380kV – posa in trincea.	256
Figura 7.185 – Configurazione di calcolo per elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.	257
Figura 7.186 – Campo elettrico elettrodotto aereo singola terna Sulcis-Villasor.	258
Figura 7.187 – Campo magnetico indotto elettrodotto aereo singola terna Sulcis-Villasor.	258
Figura 7.188 – Configurazione di calcolo per elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius.	259
Figura 7.189 – Campo elettrico elettrodotto aereo doppia terna Villasor-dorsale Ittiri-Selargius.	259
Figura 7.190 – Campo magnetico indotto elettrodotto aereo doppia terna Villasor-dorsale Ittiri-Selargius.	260
Figura 7.191 – Materie prime usate per turbine eoliche.	261
Figura 7.192 – Filiera eolica.	262
Figura 7.193 – Capacità dell’eolico offshore nell’Unione Europea prevista nel 2030.	262
Figura 7.194 – Rappresentazione del principio gerarchico dei rifiuti.	264
Figura 7.195 – Andamento della dismissione delle pale eoliche in Italia prodotte da materiale composito.	265
Figura 7.196 – Parco Giochi Wikado Rotterdam (NL).	266
Figura 7.197 – Fermata autobus Almere (NL).	267
Figura 7.198 – Blade Bridge Irlanda.	267
Figura 7.199 – Descrizione schematica dei principali processi di riciclo in via di sviluppo.	268
Figura 7.200 – Esempio di pala eolica prodotta da Siemens Gamesa.	269
Figura 7.201 – Suddivisione sub-aree geografiche (GSA).	280
Figura 7.202 – Sforzo di pesca nell’area GSA11. Periodo 2017-2021.	281
Figura 7.203 – Sforzo di pesca nell’area GSA11. Area parco eolico. Periodo 2017-2021.	282
Figura 7.204 – Mappa dell’intensità di pesca.	283
Figura 7.205 – Sforzo di pesca: confronto tra l’area compresa nella GSA11 e l’area del parco eolico offshore.	284
Figura 7.206 – Grafico delle prime 20 specie commerciali in peso (tonnellate) dal 2012 al 2020.	285
Figura 7.207 – Grafico delle prime 20 specie commerciali in valore dal 2012 al 2020.	286



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XIX di LIII

Figura 7.208 – Andamento del valore economico del pescato nell’area vasta di progetto..... 286

Figura 7.209 – Ripartizione del valore economico del pescato nell’area vasta di progetto. 287

Figura 7.210 – Totale in valore delle prime 20 specie commerciali delle Marinerie potenzialmente coinvolte (2018). 287

Figura 7.211 – Totale in valore categorie di specie commerciali delle Marinerie potenzialmente coinvolte (2018)..... 288

Figura 7.212 – Area di analisi per la valutazione della perdita economica potenziale nelle aree interdette (2018). 289

Figura 8.1 – Perimetrazioni derivate dagli “Scenari di intervento strategico e coordinato – Stato attuale” 292

Figura 8.2 – Aree interessate dall’evento Cleopatra. 293

Figura 8.3 – Intersezione opere in progetto con aree PGRA. 294

Figura 8.4 – Intersezione elettrodotto interrato con aree PGRA. 295

Figura 8.5 – Intersezione elettrodotti aerei con aree PGRA. 295

Figura 8.6 – Intersezione elettrodotti aerei con aree PGRA. 296

Figura 8.7 – Perimetrazioni derivate dagli “Scenari di intervento strategico e coordinato – Stato attuale” 297

Figura 8.8 – Aree interessate dall’evento Cleopatra. 297

Figura 8.9 – Intersezione opere in progetto con aree PGRA. 298

Figura 8.10 – Intersezione elettrodotti aerei con aree PGRA..... 298

Figura 8.11 – Intersezione elettrodotti aerei con aree PGRA. 299

Figura 8.12 – Intersezione elettrodotti aerei con aree PGRA. 299

Figura 8.13 – Ubicazione opere a terra rispetto le perimetrazioni a pericolosità idraulica individuate dal PAI. 300

Figura 8.14 – Ubicazione opere a terra rispetto le perimetrazioni a pericolosità idraulica individuate dal PAI. 301

Figura 8.15 – Ubicazione opere a terra rispetto le perimetrazioni a pericolosità idraulica individuate dal PAI. 301

Figura 8.16 – Ubicazione opere a terra rispetto le perimetrazioni a pericolosità frana individuate dal PAI. 303

Figura 8.17 – Ubicazione opere a terra rispetto le perimetrazioni a pericolosità frana individuate dal PAI. 303

Figura 8.18 – Ubicazione opere a terra rispetto le perimetrazioni a pericolosità frana individuate dal PAI. 304

Figura 8.19 – Intersezione elettrodotti interrati con fasce di Horton-Strahler. 306

Figura 8.20 – Intersezione elettrodotti aerei con fasce di Horton-Strahler..... 307

Figura 8.21 – Ubicazione opere a terra rispetto le perimetrazioni a pericolosità idraulica individuate dal PAI. 308

Figura 8.22 – Ubicazione opere a terra rispetto le perimetrazioni a pericolosità idraulica individuate dal PAI. 308

Figura 8.23 – Ubicazione opere a terra rispetto le perimetrazioni a pericolosità frana individuate dal PAI. 309

Figura 8.24 – Ubicazione opere a terra rispetto le perimetrazioni a pericolosità frana individuate dal PAI. 310

Figura 8.25 – Intersezione elettrodotti aerei con fasce di Horton-Strahler..... 311

Figura 8.26 – Ubicazione del progetto rispetto alle aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. 3267/1923.
..... 312

Figura 8.27 – Ubicazione del progetto rispetto alle aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. 3267/1923.
..... 313

Figura 8.28 – Ubicazione del progetto rispetto alle perimetrazioni PSFF..... 315

Figura 8.29 – Ubicazione elettrodotti interrati rispetto alle perimetrazioni PSFF..... 315

Figura 8.30 – Ubicazione elettrodotto aereo ST rispetto alle perimetrazioni PSFF..... 316



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XX di LIII

Figura 8.31 – Ubicazione elettrodotto aereo DT rispetto alle perimetrazioni PSFF.	316
Figura 8.32 – Ubicazione elettrodotto aereo ST rispetto alle perimetrazioni PSFF.....	317
Figura 8.33 – Ubicazione elettrodotto aereo DT rispetto alle perimetrazioni PSFF.	317
Figura 8.34 – Inquadramento area d’intervento su mappatura Rete Natura 2000.	319
Figura 8.35 – Inquadramento area d’intervento su mappatura Rete Natura 2000.	320
Figura 8.36 – Inquadramento area di intervento su mappatura IBA.	321
Figura 8.37 – Inquadramento area di intervento su mappatura IBA.	322
Figura 8.38 – Inquadramento area di intervento su mappatura Ramsar.	323
Figura 8.39 – Inquadramento area di intervento su mappatura Ramsar.	324
Figura 8.40 – Carta forestale della Regione Sardegna.	328
Figura 8.41 – Carta forestale della Regione Sardegna.	329
Figura 8.42 – Tipica abitazione di medau.	330
Figura 8.43 – Esempio di Nuraghe della Sardegna.	330
Figura 8.44 – Porto Vesme (Xilografia, 1901).	331
Figura 8.45 – Tonnara Su Pranu.	332
Figura 8.46 – Individuazione Parchi, Riserve e Aree Marine sovrapposte alle componenti di progetto.	334
Figura 8.47 – Individuazione Parchi, Riserve e Aree Marine sovrapposte alle componenti di progetto.	335
Figura 8.48 – Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi italiani – Vista 1 – Configurazione Elettrodotto Aereo.	337
Figura 8.49 – Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi italiani – Vista 2 – Configurazione Elettrodotto Aereo.	338
Figura 8.50 – Carta degli habitat. Vista 1 – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.	341
Figura 8.51 – Carta degli habitat. Vista 2 – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.	342
Figura 8.52 – Indici complessivi di valutazione – Valore Ecologico – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.	343
Figura 8.53 – Indici complessivi di valutazione – Sensibilità Ecologica – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.	344
Figura 8.54 – Indici complessivi di valutazione – Pressione Antropica – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.	345
Figura 8.55 – Indici complessivi di valutazione – Fragilità Ambientale – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.	346
Figura 8.56 – Carta degli Habitat della Sardegna. Vista 1 – Configurazione Elettrodotto Aereo.....	348
Figura 8.57 – Carta degli Habitat della Sardegna. Vista 2 – Configurazione Elettrodotto Aereo.....	349
Figura 8.58 – Indici complessivi di valutazione – Valore Ecologico – Configurazione Elettrodotto Aereo.	350
Figura 8.59 – Indici complessivi di valutazione – Sensibilità Ecologica – Configurazione Elettrodotto Aereo.....	351
Figura 8.60 – Indici complessivi di valutazione – Pressione Antropica – Configurazione Elettrodotto Aereo	352
Figura 8.61 – Indici complessivi di valutazione – Fragilità Ambientale – Configurazione Elettrodotto Aereo.	353
Figura 8.62 – Carta degli Ecosistemi d’Italia – Vista 1 – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.	355
Figura 8.63 – Carta degli Ecosistemi d’Italia – Vista 2 – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.	356
Figura 8.64 - Carta degli Ecosistemi d’Italia. Vista 1 – Configurazione Elettrodotto Aereo.....	358
Figura 8.65 – Carta degli Ecosistemi d’Italia. Vista 2 – Configurazione Elettrodotto Aereo.	359
Figura 8.66 – Carta della Lista Rossa degli Ecosistemi d’Italia – Configurazione Ibrida Elettrodotto Aereo.	361



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XXI di LIII

Figura 8.67 – Carta della Lista Rossa degli Ecosistemi d'Italia – Configurazione Elettrodotto Aereo.....	362
Figura 8.68 – Carta delle Aree Importanti per le Piante (IPAs) in Italia.....	364
Figura 8.69 – Ubicazione dell'IPAs nell'area di progetto – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.....	365
Figura 8.70 – Ubicazione ì dell'IPAs nell'area di progetto – Configurazione Elettrodotto Aereo.....	366
Figura 8.71 – Perimetrazione delle Oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.....	368
Figura 8.72 – Perimetrazione delle Oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura – Configurazione Elettrodotto Aereo.....	369
Figura 8.73 – Siti di Interesse Nazionale.....	370
Figura 8.74 – Inquadramento del SIN Sulcis-Iglesiente-Guspinese con dettaglio dell'area industriale di Portovesme...	372
Figura 8.75 – Inquadramento del SIN Sulcis-Iglesiente-Guspinese con dettaglio dell'area industriale di Portovesme...	373
Figura 8.76 – Ubicazione sondaggi lungo tracciato della coppia di elettrodotti marini.....	375
Figura 8.77 - Campionamento su nuova sezione 380 kV Sulcis.....	380
Figura 8.78 – Campionamento su sottostazione trasformazione, misura e consegna.....	380
Figura 8.79 – Campionamento dell'elettrodotto interrato.....	381
Figura 8.80 – Campionamento per la soluzione dell'elettrodotto aereo.....	382
Figura 8.81 – Zonazione sismogenetica ZS.4 (aprile 1996).....	387
Figura 8.82 – Carta VFR ENAV ENR 6.1-15.....	389
Figura 8.83 – Parco eolico nel Mar di Sardegna. Individuazione aree regolamentate al volo militare.....	389
Figura 8.84 – Carta VFR ENAV ENR 6.1-15.....	390
Figura 8.85 – Parco eolico nel Mar di Sardegna. Individuazione aree regolamentate al volo militare.....	390
Figura 8.86 – Ubicazione parco eolico su stralcio carta delle aree normalmente dedicate ad esercitazioni navali di tiro e spazio aereo soggetto a restrizioni.....	391
Figura 8.87 – Zone marine aperte alla ricerca e coltivazione di idrocarburi.....	392
Figura 8.88 – Ubicazione parco eolico – Infrastrutture sottomarine esistenti.....	393
Figura 8.89 – Delimitazione e zonazione interna dell'Area “Tirreno–Mediterraneo Occidentale”.....	395
Figura 8.90 – Mappa di sintensi dei principali usi presenti nella sub–area MO/7.....	396
Figura 8.91 – Ubicazione parco eolico su identificazione delle unità di pianificazione della subarea MO/7.....	397
Figura 8.92 – Mappa di sintesi dei principali usi presenti nella sub–area MO/11.....	398
Figura 8.93 – Identificazione delle unità di pianificazione della sub–area MO/11.....	399
Figura 8.94 – Ambito di paesaggio n.6 “Carbonia e Isole Sulcitane”.....	402
Figura 8.95 – Ambito di paesaggio n.7 “Bacino Metallifero”.....	403
Figura 8.96 – Ambiti di paesaggio (configurazione ibrida).....	404
Figura 8.97 – Assetto Ambientale dell'area di intervento (Configurazione ibrida).....	406
Figura 8.98 – Assetto Ambientale (Componenti ambientali) dell'area di intervento.....	407
Figura 8.99 – Assetto Storico Culturale dell'area di intervento (Configurazione ibrida).....	410
Figura 8.100 – Ambiti di paesaggio (configurazione aereo).....	412
Figura 8.101 – Assetto Ambientale dell'area di intervento (configurazione aerea).....	413



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XXII di LIII

Figura 8.102 – Assetto Storico Culturale dell'area di intervento.	418
Figura 8.103 – Monitoraggio obiettivi regione Sardegna.....	423
Figura 8.104 – PUC, Comune di Portoscuso.....	427
Figura 8.105 – PUC, Comune di Carbonia.	429
Figura 8.106 – PRG, Comune di Iglesias.	430
Figura 8.107 – Beni ex. art. 142 bis, PUC comune Portoscuso.	434
Figura 8.108 – Beni ex. art. 136 D.lgs. n° 42/2004, PUC comune Portoscuso.	435
Figura 8.109 – PUC, Comune di Portoscuso.....	436
Figura 8.110 – PUC, Comune di Gonnese.....	437
Figura 8.111 – PUC, Comune di Carbonia.	439
Figura 8.112 – PUC, Comune di Villamassargia	440
Figura 8.113 – PUC, Comune di Musei	441
Figura 8.114 – PUC, Comune di Siliqua.....	442
Figura 8.115 – PUC, comune di Decimoputzu.	443
Figura 8.116 – PUC, Comune di Vallermosa.....	444
Figura 8.117 – PUC comune di Nuraminis.	445
Figura 8.118 – PUC, Comune di Serramanna.....	446
Figura 8.119 – PRG, Comune di Iglesias.	447
Figura 8.120 – Programma di fabbricazione del Comune di Villasor.	449
Figura 9.1 – Rose dei venti annuali a 10 mMSL (pannello in alto a sinistra) e 80 mMSL (pannello superiore destro).....	451
Figura 9.2 – Statistiche mensili delle velocità del vento a 80 mMSL.....	451
Figura 9.3 – Campi anemologici annuali (2000 – 2004).....	452
Figura 9.4 – Variabilità stagionale relativa della velocità del vento (a sinistra) e stabilità (a destra).	452
Figura 9.5 – Carta Bioclimatica della Sardegna.	454
Figura 9.6 – Mappa delle temperature medie della Sardegna su base climatologica 1981-2000	455
Figura 9.7 – Media annuale delle temperature minime e massime. Annata 2020-2021.....	456
Figura 9.8 – Media delle minime del mese più freddo (gennaio 2021) e media delle massime del mese più caldo in assoluto (agosto 2021).....	456
Figura 9.9 – Cumulato di precipitazione in Sardegna da ottobre 2020 a settembre 2021.....	457
Figura 9.10 – Velocità media del vento a 150 mMSL.....	457
Figura 9.11 – Velocità del vento Sardegna.....	458
Figura 9.12 – Rosa dei venti Sardegna.	458
Figura 9.13 – Mappa di zonizzazione della qualità dell'aria per la Regione Sardegna.	462
Figura 9.14 – Reti di misura della qualità dell'aria Portoscuso.....	462
Figura 9.15 – Zonazione dell'ambiente marino.	465
Figura 9.16 – Correnti nel Mediterraneo,.....	469



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XXIII di LIII

Figura 9.17 – Circolazione delle correnti nel Mar di Sardegna: le correnti superficiali (AW) (in blu) e le correnti intermedie levantine (LIW) (in rosso).....	470
Figura 9.18 – Rosa delle onde per l’area del parco eolico, periodo 1979-2020.....	471
Figura 9.19 – Stato ecologico acque di transizione.....	473
Figura 9.20 – Stato ecologico acque marino costiere.....	475
Figura 9.21 – Stato chimico acque di transizione.....	476
Figura 9.22 – Stato chimico acque marino-costiere.....	477
Figura 9.23 – Punti di campionamento delle acque di balneazione.....	478
Figura 9.24 – Suoli sottili su forti pendenze.....	480
Figura 9.25 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: suoli sottili su forti pendenze. Vista 1.....	481
Figura 9.26 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Suoli sottili su forti pendenze. Vista 2.....	482
Figura 9.27 – Analisi NDVI delle aree naturali.....	483
Figura 9.28 – Immagini di NDVI per la Regione Sardegna.....	484
Figura 9.29 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Indice di Vegetazione Normalizzato. Vista 1.....	485
Figura 9.30 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Indice di Vegetazione Normalizzato. Vista 2.....	486
Figura 9.31 – Pascolamento.....	487
Figura 9.32 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Intensità di pascolamento. Vista 1.....	488
Figura 9.33 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Intensità di pascolamento. Vista 2.....	489
Figura 9.34 – Aree colpite da incendi.....	490
Figura 9.35 – Aree protette.....	491
Figura 9.36 – Misure agroambientali su seminativi.....	492
Figura 9.37 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Misure Agroambientali su seminativi. Vista 1.....	493
Figura 9.38 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Misure Agroambientali su seminativi. Vista 2.....	494
Figura 9.39 – Misure agroambientali su pascoli.....	495
Figura 9.40 – Numero di giorni in cui il suolo è secco.....	496
Figura 9.41 – Aridità potenziale.....	497
Figura 9.42 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Numero medio Annuo di Giorni di suolo secco. Vista 1.....	498
Figura 9.43 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Numero medio Annuo di Giorni di suolo secco. Vista 2.....	499
Figura 9.44 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Siccità potenziale. Vista 1.....	500



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XXIV di LIII

Figura 9.45 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Siccità potenziale. Vista 2.....	501
Figura 9.46 – Aree irrigue.....	502
Figura 9.47 – Urbanizzazione e principali infrastrutture.....	503
Figura 9.48 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Aree Urbane e Principali infrastrutture. Vista 1.....	504
Figura 9.49 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Aree Urbane e Principali infrastrutture. Vista 2.....	505
Figura 9.50 – Acquiferi potenzialmente salini.....	506
Figura 9.51 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Acquiferi potenzialmente salini. Vista 1.....	507
Figura 9.52 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Acquiferi potenzialmente salini. Vista 2.....	508
Figura 9.53 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: suoli sottili su forti pendenze. Vista 1.....	510
Figura 9.54 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: suoli sottili su forti pendenze. Vista 2.....	511
Figura 9.55 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Indice di Vegetazione Normalizzato. Vista 1.....	513
Figura 9.56 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Indice di Vegetazione Normalizzato. Vista 2.....	514
Figura 9.57 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Intensità di pascolamento. Vista 1.....	516
Figura 9.58 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Intensità di pascolamento. Vista 2.....	517
Figura 9.59 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Misure Agroambientali su seminativi. Vista 1.....	519
Figura 9.60 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Misure Agroambientali su seminativi. Vista 2.....	520
Figura 9.61 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Numero medio Annuo di Giorni di suolo secco. Vista 1.....	522
Figura 9.62 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Numero medio Annuo di Giorni di suolo secco. Vista 2.....	523
Figura 9.63 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Siccità potenziale. Vista 1.....	524
Figura 9.64 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Siccità potenziale. Vista 2.....	525
Figura 9.65 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Aree Urbane e Principali infrastrutture. Vista 1.....	527
Figura 9.66 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Aree Urbane e Principali infrastrutture. Vista 2.....	528
Figura 9.67 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Acquiferi potenzialmente salini. Vista 1.....	530



Ichonusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XXV di LIII

Figura 9.68 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre sull’Atlante Nazionale delle Aree a rischio di desertificazione: Acquiferi potenzialmente salini. Vista 2.	531
Figura 9.69 – Indice di qualità del suolo.....	533
Figura 9.70 – Indice di qualità del clima.....	533
Figura 9.71 – Indice di qualità della vegetazione.	533
Figura 9.72 – Indice di qualità della gestione.	533
Figura 9.73 – Aree sensibili alla desertificazione in Sardegna.....	534
Figura 9.74 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre su Carta delle Aree Sensibili alla Desertificazione – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.....	535
Figura 9.75 – Sviluppo dell’elettrodotto terrestre su Carta delle Aree Sensibili alla Desertificazione – Configurazione Elettrodotto Aereo.....	536
Figura 9.76 – Carta delle aree vulnerabili al rischio di desertificazione sulla base di parametri meteorologici, fisiologici e pedologici.....	537
Figura 9.77 – a) Divisioni ecoregionali, b) Province d’Italia.	538
Figura 9.78 – Numero di stazioni con misure di precipitazione presenti nei database originali e in quello finale di sintesi (linea verde).....	540
Figura 9.79 – Numero di stazioni con misure di temperatura presenti nei database originali e in quello finale di sintesi (linea verde).....	540
Figura 9.80 – Ubicazione delle stazioni considerate nell’analisi climatologica.	541
Figura 9.81 – Cumulati climatologici mensili (sx) e annuali (dx) di precipitazione per il trentennio 1981-2010.....	542
Figura 9.82 – Valori climatologici mensili (a sx) e annuali (a dx). In alto, temperatura massima, in basso, temperatura massima per il trentennio 1981-2010.....	544
Figura 9.83 – Interpolazione spaziale delle temperature minime di gennaio secondo i 4 metodi Regressione multipla, Kriging ordinario, Inverso della distanza e Kriging con deriva esterna.	545
Figura 9.84 – Interpolazione spaziale delle temperature minime di luglio secondo i 4 metodi Regressione multipla, Kriging ordinario, Inverso della distanza e Kriging con deriva esterna.	546
Figura 9.85 – Interpolazione spaziale delle temperature massime di gennaio secondo i 4 metodi Regressione multipla, Kriging ordinario, Inverso della distanza e Kriging con deriva esterna.	546
Figura 9.86 – Interpolazione spaziale delle temperature massime di luglio secondo i 4 metodi Regressione multipla, Kriging ordinario, Inverso della distanza e Kriging con deriva esterna.	547
Figura 9.87 – Interpolazione spaziale delle temperature minime mensili col metodo della Regressione multipla.....	547
Figura 9.88 – Interpolazione spaziale delle temperature medie mensili col metodo della Regressione multipla.....	548
Figura 9.89 – Interpolazione spaziale delle temperature massime mensili col metodo della Regressione multipla.	548
Figura 9.90 – Interpolazione spaziale delle precipitazioni di marzo secondo i 4 metodi Regressione multipla, Kriging ordinario, Inverso della distanza e Kriging con deriva esterna.	549
Figura 9.91 – Interpolazione spaziale delle precipitazioni di novembre secondo i 4 metodi Regressione multipla, Kriging ordinario, Inverso della distanza e Kriging con deriva esterna.	549
Figura 9.92 – Indice di Huglin – Vite.	550
Figura 9.93 – Indice di deficit idrico – Vite.....	550
Figura 9.94 – Somme termiche – Agrumi.....	550
Figura 9.95 – Escursione termica – Agrumi.....	550



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XXVI di LIII

Figura 9.96 – Statistica di sintesi dei valori climatologici mensili delle temperature minime (°C).....	551
Figura 9.97 – Statistica di sintesi dei valori climatologici mensili delle temperature massime (°C).....	552
Figura 9.98 – Statistica di sintesi dei valori climatologici mensili delle precipitazioni (mm).....	552
Figura 9.99 – Mappa Bioclimatica d’Europa di Rivas-Martinez.....	553
Figura 9.100 – Indici Bioclimatici.....	555
Figura 9.101 – Carta Bioclimatica della Sardegna. Vista 1 – Configurazione Ibrida Elettrodoto Cavo/Aereo.....	556
Figura 9.102 – Carta Bioclimatica della Sardegna. Vista 2 – Configurazione Ibrida Elettrodoto Cavo/Aereo.....	557
Figura 9.103 – Carta Bioclimatica della Sardegna. Vista 1 – Configurazione Elettrodoto Aereo.....	558
Figura 9.104 – Carta Bioclimatica della Sardegna. Vista 2 – Configurazione Elettrodoto Aereo.....	559
Figura 9.105 – Zone fitoclimatiche.....	560
Figura 9.106 – Aree fitoclimatiche potenziali.....	561
Figura 9.107 – Carta dei Suoli della Sardegna. Vista 1 – Configurazione Ibrida Elettrodoto Cavo/Aereo.....	564
Figura 9.108 – Carta dei Suoli della Sardegna. Vista 2 – Configurazione Ibrida Elettrodoto Cavo/Aereo.....	565
Figura 9.109 – Carta dei Suoli della Sardegna. Vista 1 – Configurazione Elettrodoto Aereo.....	567
Figura 9.110 – Carta dei Suoli della Sardegna. Vista 2 – Configurazione Elettrodoto Aereo.....	568
Figura 9.111 – Carta uso del suolo Sardegna Sud Occidentale. Vista 1 – Configurazione Ibrida Elettrodoto Cavo/Aereo.....	571
Figura 9.112 – Carta uso del suolo Sardegna Sud Occidentale. Vista 2 – Configurazione Ibrida Elettrodoto Cavo/Aereo.....	572
Figura 9.113 – Carta uso del suolo Sardegna Sud Occidentale. Vista 1 – Configurazione Elettrodoto Aereo.....	574
Figura 9.114 – Carta uso del suolo Sardegna Sud Occidentale. Vista 2 – Configurazione Elettrodoto Aereo.....	575
Figura 9.115 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 1 – Configurazione Ibrida Elettrodoto Cavo/Aereo.....	578
Figura 9.116 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 2 – Configurazione Ibrida Elettrodoto Cavo/Aereo.....	579
Figura 9.117 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 3 – Configurazione Ibrida Elettrodoto Cavo/Aereo.....	580
Figura 9.118 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 4 – Configurazione Ibrida Elettrodoto Cavo/Aereo.....	581
Figura 9.119 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 1 – Configurazione Elettrodoto Aereo.....	583
Figura 9.120 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 2 – Configurazione Elettrodoto Aereo.....	584
Figura 9.121 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 3 – Configurazione Elettrodoto Aereo.....	585
Figura 9.122 – Carta della Copertura del suolo (2022) – Vista 4 – Configurazione Elettrodoto Aereo.....	586
Figura 9.123 – Carta Nazionale del Consumo del Suolo (2022) – Configurazione Ibrida Elettrodoto Cavo/Aereo.....	589
Figura 9.124 – Carta Nazionale del Consumo del Suolo (2022) – Configurazione Elettrodoto Aereo.....	591
Figura 9.125 – Carta delle Serie di Vegetazione – Vista 1 – Configurazione Ibrida Elettrodoto Cavo/Aereo.....	593
Figura 9.126 – Carta delle Serie di Vegetazione – Vista 2 – Configurazione Ibrida Elettrodoto Cavo/Aereo.....	594
Figura 9.127 – Carta delle Serie di Vegetazione. Vista 1 – Configurazione Elettrodoto Aereo.....	596
Figura 9.128 – Carta delle Serie di Vegetazione. Vista 2 – Configurazione Elettrodoto Aereo.....	597
Figura 9.129 – Carta della Vegetazione Naturale Potenziale d’Italia – Configurazione Ibrida Elettrodoto Cavo/Aereo.....	599
Figura 9.130 – Carta della Vegetazione Naturale Potenziale d’Italia – Configurazione Elettrodoto Aereo.....	600



Ichonusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XXVII di LIII

Figura 9.131 - Carta dello Stato delle Conoscenze Floristiche d'Italia – Configurazione Ibrida Elettrodotta Cavo/Aereo.	601
Figura 9.132 - Carta dello Stato delle Conoscenze Floristiche d'Italia – Configurazione Elettrodotta Aereo.	602
Figura 9.133 – Stato chimico corpi idrici sedimentari terziari nell'area di progetto.	604
Figura 9.134 – Stato chimico corpi idrici sedimentari plio-quadernari nell'area di progetto.	605
Figura 9.135 – Stato chimico corpi idrici delle vulcaniti oligo-mioceniche nell'area di progetto.	605
Figura 9.136 – Stato chimico corpi idrici dei carbonati mesozoici e paleozoici nell'area di progetto.	606
Figura 9.137 – Ubicazione piezometri.	608
Figura 9.138 – Ubicazione piezometri.	609
Figura 9.139 – Ubicazione della rete esterna.	610
Figura 9.140 – Stato quantitativo corpi idrici sedimentari terziari nell'area di progetto.	612
Figura 9.141 – Stato quantitativo corpi idrici sedimentari plio-quadernari nell'area di progetto.	612
Figura 9.142 – Stato quantitativo corpi idrici delle vulcaniti oligo-mioceniche nell'area di progetto.	613
Figura 9.143 – Stato quantitativo corpi idrici dei granitoidi paleozoici nell'area di progetto.	613
Figura 9.144 – Stralcio di cartografia che riporta l'estensione e la localizzazione delle aree indagate.	620
Figura 9.145 – Localizzazione dei campionamenti eseguiti.	621
Figura 9.146 – DTM dell'area indagata da MBES e profilo lungo l'area principale (linea rossa).	623
Figura 9.147 – Settore centrale dell'area WP1A indagata derivanti da MBES e SSS.	624
Figura 9.148 – Dati sismici UHR estrapolati nell'area indagata.	625
Figura 9.149 – DTM dell'area indagata da MBES e profilo lungo l'area ECC (linea gialla).	626
Figura 9.150 – Settore centrale dell'area ECC delle indagini WP1B derivanti da MBES e SSS.	627
Figura 9.151 – Dati sismici UHR estrapolati nell'area ECC indagata.	628
Figura 9.152 – Dati sismici UHR estrapolati nell'area ECC indagata.	628
Figura 9.153 – Area d'intervento.	629
Figura 9.154 - Carta geologica Configurazione Ibrida Cavo/Aereo e localizzazione macro aree	631
Figura 9.155 - Carta geologica Configurazione Elettrodotta Aereo e localizzazione macro aree	631
Figura 9.156 – Bacino idrografico del fiume Flumini Mannu.	635
Figura 9.157 – Bacino idrografico del riu Cixerri.	636
Figura 9.158 – Bacino idrografico del riu Flumentepido e tracciato elettrodotta AT.	637
Figura 9.159 – Postazione stazioni di prelievo dei suoli.	639
Figura 9.160 – Contributi allo spettro sonoro ambientale subacqueo a diverse frequenze.	642
Figura 9.161 – Livelli sonori per le principali fonti di insonificazione subacquea.	643
Figura 9.162 – Spettri sonori per le principali classi di imbarcazioni presenti nel Mare di Sardegna Sud Occidentale.	644
Figura 9.163 – Livello di esposizione sonora SEL ₂₄ (calcolato su 24 ore) e relativa insonificazione dell'area di indagine determinata dal solo contributo del traffico marittimo.	645
Figura 9.164 – Livello di esposizione sonora SEL ₂₄ (calcolato su 24 ore) e relativa insonificazione dell'area di indagine determinata dal solo contributo del traffico marittimo.	646
Figura 9.165 – Ubicazione punti di misurazione, zona urbana e industriale.	648



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XXVIII di LIII

Figura 9.166 – PCA Comune di Portoscuso.....	651
Figura 9.167 – PCA Comune di Gonnese.....	651
Figura 9.168 – PCA Comune di Iglesias.	652
Figura 9.169 – PCA Comune di Siliqua.....	652
Figura 9.170 – PCA Comune di Vallermosa.	653
Figura 9.171 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Decimoputzu.	653
Figura 9.172 – PCA Comune di Villasor.....	654
Figura 9.173 – PCA Comune di Serramanna.	654
Figura 9.174 – PCA Comune di Nuraminis.....	655
Figura 9.175 – Aree nursery per alcune specie demersali prioritarie secondo il progetto MEDISEH (compresi nasello, gambero rosso, triglia di fango e triglia di scoglio).....	660
Figura 9.176 – Aree spawning per alcune specie demersali prioritarie secondo il progetto MEDISEH (compresi nasello, gambero rosso, gambero viola, gambero rosa, triglia di fango e triglia di scoglio).....	660
Figura 9.177 – Esemplare di <i>Mullus barbatus</i> (Triglia di fango).....	661
Figura 9.178 – Aree di spawning della triglia di fango con indicazione della persistenza.	661
Figura 9.179 – Esemplare di <i>Aristaeomorpha foliacea</i> (Gambero rosso).....	662
Figura 9.180 – Aree di nursery del gambero rosso con indicazione della persistenza.	662
Figura 9.181 – Aree di spawning del gambero rosso con indicazione della persistenza.	663
Figura 9.182 – Esemplare di <i>Merluccius merluccius</i> (Nasello).....	664
Figura 9.183 – Aree di nursery del nasello con indicazione della persistenza.	664
Figura 9.184 – Aree di spawning del nasello con indicazione della persistenza.	665
Figura 9.185 – Esemplare di <i>Parapenus longirostris</i> (Gambero rosa o bianco).....	666
Figura 9.186 – Aree di nursery del gambero rosa con indicazione della persistenza.	666
Figura 9.187 – Aree di spawning del gambero rosa con indicazione della persistenza.	667
Figura 9.188 – Esemplare di <i>Galeus melastomus</i> (Gattuccio).....	667
Figura 9.189 – Aree di nursery del gattuccio boccanera con indicazione della persistenza.	668
Figura 9.190 – Aree di spawning del gattuccio boccanera con indicazione della persistenza.....	668
Figura 9.191 – Esemplare di <i>Eledone cirrhosa</i> (Moscardino bianco).....	669
Figura 9.192 – Aree di nursery del moscardino bianco con indicazione della persistenza.	670
Figura 9.193 – Aree di spawning del moscardino bianco con indicazione della persistenza.	670
Figura 9.194 – Esemplare di <i>Illex coindetii</i> (Totano).....	671
Figura 9.195 – Aree di nursery del totano con indicazione della persistenza.....	671
Figura 9.196 – Aree di spawning del totano con indicazione della persistenza.	672
Figura 9.197 – Esemplare di <i>Pagellus erythrinus</i> (Pagello).....	672
Figura 9.198 – Aree di nursery del pagello con indicazione della persistenza.	673
Figura 9.199 – Aree di spawning del pagello con indicazione della persistenza.....	673
Figura 9.200 – Esemplare di <i>Raja clavata</i> (Razza).....	674



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XXIX di LIII

Figura 9.201 – Aree di nursery della razza con indicazione della persistenza.....	674
Figura 9.202 – Aree di spawning della razza con indicazione della persistenza.	675
Figura 9.203 – Esemplare di <i>Nephrops norvegicus</i> (Scampo).....	675
Figura 9.204 – Aree di nursery dello scampo con indicazione della persistenza.....	676
Figura 9.205 – Aree di spawning dello scampo con indicazione della persistenza.....	676
Figura 9.206 – Esemplare di <i>Mullus surmuletus</i> (Triglia di Scoglio)	677
Figura 9.207 – Aree di spawning della triglia di scoglio con indicazione della persistenza.	677
Figura 9.208 – Esemplare di <i>Aristeus antennatus</i> (Gambero viola)	678
Figura 9.209 – Aree di spawning del gambero viola con indicazione della persistenza.....	678
Figura 9.210 – Conventional tags.	680
Figura 9.211 – Archival tags.	680
Figura 9.212 – Pop-up tags.....	680
Figura 9.213 – Rotte migratorie del tonno rosso.....	681
Figura 9.214 – Distribuzione del Tonno rosso dell’Atlantico.	681
Figura 9.215 – Mappa sintetica del le tracce prodotte dai pesci etichettati in acqua (a) ed etichettati a bordo (b) per mese.	682
Figura 9.216 – Tracciatura dei pesci etichettati in acqua per mese.....	682
Figura 9.217 – Tracciatura dei pesci etichettati a bordo per mese.	682
Figura 9.218 – Siti di etichettatura nel bacino del Mediterraneo.	683
Figura 9.219 – Posizione giornaliera geolocalizzata dei 38 tonni etichettati per lo studio nel Mediterraneo.....	683
Figura 9.220 – Posizione dei 38 tonni etichettati per lo studio.....	684
Figura 9.221 – Posizioni delle operazioni di pesca del tonno rosso.....	684
Figura 9.222 – Delimitazione geografica della GSA 11.....	685
Figura 9.223 – Schema della tonnara di corsa dell’Isola Piana “trappola di arrivo” composta da 5 camere.	687
Figura 9.224 – Sollevamento delle reti della camera della morte e inizio della mattanza.	689
Figura 9.225 – Tonni catturati nella tonnara di Carloforte.	690
Figura 9.226 – Inquadramento geografico delle tonnare dell’Isola di San Pietro e di Portoscuso (Sardegna).	691
Figura 9.227 – Distribuzione delle praterie di <i>posidonia oceanica</i> nella regione Sardegna.	698
Figura 9.228 – Mappa della Probabilità di Habitat a coralligeno nel Mediterraneo.	699
Figura 9.229 – Distribuzione degli Habitat a coralligeno nel Mediterraneo.....	700
Figura 9.230 – Distribuzione praterie di <i>Posidonia oceanica</i> nell’area interessata dal percorso dell’elettrodo marino.	703
Figura 9.231 – Mappatura e distribuzione del coralligeno nell’area interessata dal percorso dell’elettrodo marino.....	703
Figura 9.232 – Localizzazione del limite inferiore delle praterie di <i>Posidonia oceanica</i> nell’area di studio.	704
Figura 9.233 – Porzione di prateria compatta con un’elevata densità di lunghi fasci fogliari.	704
Figura 9.234 – Habitat a coralligeno su substrato roccioso (sx) e su substrato sabbioso con patch più o meno estese di <i>P. oceanica</i> (dx).	705
Figura 9.235 – Habitat a coralligeno su substrato roccioso (sx) e su substrato sabbioso (dx).....	705



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XXX di LIII

Figura 9.236 – Carta regionale dei distretti forestali – Configurazione Ibrida Elettrodotta Cavo/Aereo.....	708
Figura 9.237 – Analisi vegetazionale – Configurazione Ibrida Elettrodotta Cavo Aereo.....	709
Figura 9.238 – Carta regionale dei distretti forestali – Configurazione Elettrodotta Aereo.....	710
Figura 9.239 – Analisi vegetazionale – Configurazione Elettrodotta Aereo.....	711
Figura 9.240 – Aree di Importanza Faunistica (IFA).....	734
Figura 9.241 – Endemismi presenti sul territorio della Sardegna.....	735
Figura 9.242 – Suddivisione delle famiglie dei chiroteri in Yango e Yinpterochiroptera.....	736
Figura 9.243 – Nascondigli tipici per la chiroterofauna.....	736
Figura 9.244 – Territori di caccia dei pipistrelli.....	737
Figura 9.245 – Distribuzione e dimensione delle colonie in Sardegna.....	738
Figura 9.246 – Presenza di <i>P. pipistrellus</i> e <i>Hypsugo</i> geneticamente identificati in Sardegna.....	738
Figura 9.247 – Specie di pipistrelli nelle isole minori della Sardegna più prossime all’impianto eolico.....	739
Figura 9.248 – Posizione geografica delle piccole isole della Sardegna.....	739
Figura 9.249 – Comportamenti di volo e habitat utilizzati da quattro specie differenti (<i>Myotis mystacinus</i> , <i>Pipistrellus pipistrellus</i> , <i>Myotis daubentonii</i> , <i>Nyctalus noctula</i>).....	741
Figura 9.250 – Regressione del cervo sardo in Sardegna.....	747
Figura 9.251 – Distribuzione della Lepre sarda (<i>Lepus capensis</i>) a livello comunale per gradi di abbondanza (2005 e 2009).....	749
Figura 9.252 – Distribuzione della Pernice sarda (<i>Alectoris barbara</i>) a livello comunale per gradi di abbondanza (2005 e 2009).....	750
Figura 9.253 – Distribuzione del Coniglio selvatico a livello comunale per gradi di abbondanza.....	751
Figura 9.254 – Schema di valutazione della classe di rischio di estinzione secondo la Red Listi IUCN.....	752
Figura 9.255 – Grafico struttura per età della popolazione.....	761
Figura 9.256 – Movimento naturale della Provincia di Sud Sardegna.....	762
Figura 9.257 – Indicatori qualità della vita.....	763
Figura 9.258 – Ricchezza e consumi.....	764
Figura 9.259 – Affari e lavoro.....	764
Figura 9.260 – Giustizia e sicurezza.....	765
Figura 9.261 – Demografia e società.....	765
Figura 9.262 – Principali aziende nell’area di Portoscuso.....	771
Figura 9.263 – Presenza nelle strutture ricettive della Sardegna per mese e nazionalità, anni 2011 e 202(valori %)......	772
Figura 9.264 – Posizioni lavorative giornaliere in migliaia.....	774
Figura 9.265 – Posizioni lavorative giornaliere in migliaia per settore Ateco.....	774
Figura 9.266 – Posizioni lavorative medie giornaliere per settore Ateco.....	775
Figura 9.267 – Variazioni % delle posizioni lavorative giornaliere a livello comunale.....	776
Figura 9.268 – Posizioni lavorative giornaliere in migliaia per classe d’età.....	776
Figura 9.269 – Stato delle procedure di bonifica dei terreni.....	777
Figura 9.270 – Stato delle procedure di bonifica delle falde.....	778



Ichonusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XXXI di LIII

Figura 9.271 – Distribuzione spaziale dei metalli nell’area di indagine. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo.	780
Figura 9.272 – Distribuzione spaziale dei metalli nell’area di indagine. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo.	782
Figura 9.273 – Postazione delle stazioni di prelievo dei suoli dei campioni di suolo con indicate le distanze in metri dall’elettrodotto interrato.	783
Figura 9.274 – Concentrazione di Arsenico (As) nei 7 punti di prelievo.	784
Figura 9.275 – Concentrazione di Cadmio (Cd) nei 7 punti di prelievo.	784
Figura 9.276 – Concentrazione di Piombo (Pb) nei 7 punti di prelievo.	785
Figura 9.277 – Concentrazione di Zinco (Zn) nei 7 punti di prelievo.	785
Figura 9.278 – Distribuzione dei valori di pH nelle acque della falda superficiale in corrispondenza dell’area di studio.	786
Figura 9.279 – Valori di concentrazione di fluoruri e Arsenico nelle acque della falda superficiale nell’area studio.	787
Figura 9.280 – Rete piezometri società ENEL.	788
Figura 9.281 – Stazioni di campionamento di sedimenti marini e carote.	789
Figura 9.282 – Stato di contaminazione dell’area marina prospiciente al porto di Portoscuso, indagini del 1997.	790
Figura 9.283 – Stato di contaminazione dell’area marina del porto di Portoscuso in riferimento a indagini del 1997.	791
Figura 9.284 – Ubicazione delle stazioni di campionamento.	793
Figura 9.285 – Ubicazione sondaggi arenile Portovesme.	794
Figura 10.1 – Variazione della temperatura annuale – Sardegna.	798
Figura 10.2 – Anomalie mensili di temperatura e precipitazioni - Cambiamento climatico Sardegna.	799
Figura 10.3 – Processo di colonizzazione: distinzione in tre fasi.	809
Figura 10.4 – Fasi del processo biologico del biofouling.	810
Figura 10.5 – Le strutture dei parchi eolici offshore forniscono l’habitat per gli organismi invertebrati che attecchiscono alle strutture sommerse, attirando pesci predatori, uccelli marini e mammiferi marini.	812
Figura 10.6 – Attraversamento di specie esotiche tra l’ecosistema A e l’ecosistema B mediante l’azione umana.	813
Figura 10.7 – Schematizzazione del “Meccanismo trampolino di lancio” in presenza di strutture antropiche offshore.	817
Figura 10.8 – Scarico di acque di zavorra in prossimità di un impianto eolico offshore.	818
Figura 10.9 – Esempio di rischio di sviluppo di specie alloctone su una struttura offshore in porto.	819
Figura 11.1 – Rappresentazione grafica dei livelli di impatto.	820
Figura 11.2 – Fotoinserimento località VPT001, condizioni di perfetta trasparenza dell’aria.	836
Figura 11.3 – Fotoinserimento località VPT001, condizioni prevalenti con foschia sull’orizzonte.	837
Figura 11.4 – Fotoinserimento località VPT008, condizioni di perfetta trasparenza dell’aria.	838
Figura 11.5 – Fotoinserimento località VPT008, condizioni prevalenti con foschia sull’orizzonte.	839
Figura 11.6 – Fotoinserimento località VPT001, effetto della distanza e della climatologia.	840
Figura 11.7 – Fotoinserimento località VPT007, effetto della distanza e della climatologia.	841
Figura 11.8 – Fotoinserimento località VPT014, effetto della distanza e della climatologia.	842
Figura 11.9 – Fotoinserimento località VPT010, condizioni di perfetta trasparenza dell’aria.	844
Figura 11.10 – Fotoinserimento località VPT010, condizioni prevalenti con foschia sull’orizzonte.	845



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XXXII di LIII

Figura 11.11 – Sforzo di navigazione per le classi di imbarcazione sailing, pleasure craft, HS craft e passenger.	847
Figura 11.12 – Mappa delle soglie di visibilità dell'elettrodotto aereo.	852
Figura 11.13 – Situazione Ante-operam.....	853
Figura 11.14 – Simulazione “Esercizio, pre-smantellamento linea 220kV”	853
Figura 11.15 – Simulazione “Esercizio, post-smantellamento linea 220kV”	854
Figura 11.16 – Situazione Ante-operam.....	854
Figura 11.17 – Simulazione “Esercizio, pre-smantellamento linea 220kV”	855
Figura 11.18 – Simulazione “Esercizio, post-smantellamento linea 220kV”	855
Figura 11.19 – Situazione Ante-operam.....	856
Figura 11.20 – Simulazione “Esercizio, pre-smantellamento linea 220kV”	856
Figura 11.21 – Simulazione “Esercizio, post-smantellamento linea 220kV”	857
Figura 11.22 – Situazione Ante-operam.....	857
Figura 11.23 – Simulazione “Esercizio, pre-smantellamento linea 220kV”	858
Figura 11.24 – Simulazione “Esercizio, post-smantellamento linea 220kV”	858
Figura 11.25 – Situazione Ante-operam.....	859
Figura 11.26 – Situazione Post operam.	859
Figura 11.27 – Situazione Ante-operam.....	860
Figura 11.28 – Simulazione “Esercizio, pre-smantellamento linea 220kV”	860
Figura 11.29 – Simulazione “Esercizio, post-smantellamento linea 220kV”	861
Figura 11.30 – Situazione Ante-operam.....	861
Figura 11.31 – Simulazione “Esercizio, pre-smantellamento linea 220kV”	862
Figura 11.32 – Simulazione “Esercizio, post-smantellamento linea 220kV”	862
Figura 11.33 – Situazione Ante-operam.....	863
Figura 11.34 – Simulazione “Esercizio, pre-smantellamento linea 220kV”	863
Figura 11.35 – Simulazione “Esercizio, post-smantellamento linea 220kV”	864
Figura 11.36 – Situazione Ante-operam.....	864
Figura 11.37 – Simulazione “Esercizio, pre-smantellamento linea 220kV”	865
Figura 11.38 – Simulazione “Esercizio, post-smantellamento linea 220kV”	865
Figura 11.39 – Situazione Ante-operam.....	866
Figura 11.40 – Situazione post-operam	866
Figura 11.41 – Situazione Ante-operam.....	867
Figura 11.42 – Situazione post-operam.	867
Figura 11.43 – Situazione Ante-operam.....	868
Figura 11.44 – Situazione post-operam.	868
Figura 11.45 – Situazione Ante-operam.....	869
Figura 11.46 – Situazione post-operam.	869
Figura 11.47 – Definizione delle zone di impatto acustico.....	874



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XXXIII di LIII

Figura 11.48 – Riduzione del livello di esposizione sonora associata al movimento evasivo dell'animale.....	875
Figura 11.49 – Aree ritenute habitat critici per lo sviluppo dei cetacei (CCH) secondo ACCOBAMS.	885
Figura 11.50 – Valori di immissione acustica sottostazione di trasformazione e consegna, fase di esercizio.....	894
Figura 11.51 – Valori di emissione acustica sottostazione di trasformazione e consegna, fase di esercizio.....	895
Figura 11.52 – Verifica limite differenziale di immissione sottostazione di trasformazione e consegna, fase di esercizio.	896
Figura 11.53 – DPA, elettrodotto di esportazione a 220kV – posa in trincea.....	912
Figura 11.54 – DPA, elettrodotto di esportazione a 220kV – posa in controtubo mediante TOC.	913
Figura 11.55 – DPA, elettrodotto di connessione a 380kV – posa in trincea.	914
Figura 11.56 – DPA, elettrodotto di connessione a 380kV – posa in controtubo mediante TOC.....	915
Figura 11.57 – DPA, elettrodotto interrato RTN a 380kV – posa in trincea.	916
Figura 11.58 – Isolinee campo magnetico indotto elettrodotto aereo singola terna Sulcis-Villasor.	918
Figura 11.59 – Isolinee campo magnetico indotto elettrodotto aereo doppia terna Villasor-dorsale Ittiri-Selargius.	920
Figura 11.60 – Rotte delle navi offshore deputate alla costruzione ed alla manutenzione del parco eolico, confronto con traffico navale esistente.....	930
Figura 11.61 – Configurazione elettrodotto ibrido cavo/aereo (A): panoramica opere in progetto e impianti FER esistenti o approvati ricadenti nei buffer di interferenza.....	955
Figura 11.62 – Configurazione elettrodotto aereo (B): panoramica opere in progetto e impianti FER esistenti o approvati ricadenti nei buffer di interferenza.	956
Figura 11.63 – Impianti FER esistenti o approvati che ricadono all'interno dell'AVIC.	958
Figura 11.64 – Differenza tra DSM e DEM (DTM).....	958
Figura 11.65 – Intervisibilità del parco eolico offshore su mappatura impianti FER ricadenti nell'AVIC.	959
Figura 11.66 – Magnitudo visiva del parco eolico offshore su mappatura impianti FER ricadenti nell'AVIC.....	960
Figura 11.67 – Visibilità parco eolico offshore: punti di visuale scelti per analisi dell'impatto visivo cumulativo.	961
Figura 11.68 – Punto di visuale P1.	962
Figura 11.69 – Punto di visuale P2.	963
Figura 11.70 – Punto di visuale P3.	964
Figura 11.71 – Punto di visuale P4.	965
Figura 11.72 – Sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”: punti di visuale scelti su scala locale per analisi dell'impatto visivo cumulativo.....	966
Figura 11.73 – Nuraghe Sirai, Carbonia.....	967
Figura 11.74 – Punto di visuale P1: fotoinserimento sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”.	968
Figura 11.75 – Punto di visuale P2: fotoinserimento sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”.	969
Figura 11.76 – Sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”: punti di visuale scelti su scala vasta per analisi dell'impatto visivo cumulativo.....	970
Figura 11.77 – Punto di visuale P3.	971
Figura 11.78 – Punto di visuale P4.	972
Figura 11.79 – Nuova sezione 380 kV appartenente alla stazione RTN TERNA “Sulcis”: punti di visuale scelti per analisi dell'impatto visivo cumulativo.....	973
Figura 11.80 – Punto di visuale P1.	975



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XXXIV di LIII

Figura 11.81 – Punto di visuale P2.	976
Figura 11.82 – Stazione di smistamento “Villasor 380” ed elettrodotto aereo a 380 kV in doppia terna: punto di visuale scelto per l’analisi dell’impatto visivo cumulativo.....	977
Figura 11.83 – Punto di visuale P1.	979
Figura 11.84 – Impianti FER e impianto in progetto nell’area di Portoscuso su Mappa degli Ecosistemi d’Italia.	981
Figura 11.85 – Opera in progetto e impianti FER posizionati sugli ecosistemi di tipo erbaceo e arbustivo, nei pressi di Portoscuso. L’area impattata è stata valutata nei pressi delle opere, ovvero dentro l’area di riferimento indicata in azzurro.	982
Figura 11.86 – Aree IBA nei pressi dell’area interessata.	983
Figura 11.87 – Siti Rete Natura 2000 nei pressi dell’area interessata.	984
Figura 11.88 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Portoscuso.	986
Figura 11.89 – Ubicazione punti di misurazione, zona urbana e industriale.	987
Figura 11.90 – Valori di immissione acustica presso la sottostazione di trasformazione e consegna, fase di esercizio.	990
Figura 11.91 – Valori di emissione acustica presso la sottostazione di trasformazione e consegna, fase di esercizio.	990
Figura 11.92 – Valori differenziali di immissione acustica presso la sottostazione di trasformazione e consegna, fase di esercizio. I limiti non valgono per la zona acustica di classe VI.	991
Figura 11.93 – AVA nell’intorno della sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis” per calcolo dell’IPC.	993
Figura 11.94 – Area di verifica della stazione TERNA Sulcis per calcolo dell’IPC.....	994
Figura 11.95 – Area di verifica della stazione di transizione cavo/aereo per calcolo dell’IPC.	995
Figura 11.96 – Area di verifica della stazione Villasor380 per calcolo dell’IPC.	995
Figura 12.1 – Geomorfologia dei fondali e compatibilità con i vincoli di installazione.	1001
Figura 12.2 – Velocità del vento nell’area del parco.	1002
Figura 12.3 – Alternativa 2: sistema di ormeggio a catenaria con ancoraggio a trascinamento.	1003
Figura 12.4 – Soluzione proposta: sistema di ormeggio a linee tese sintetiche con ancoraggio a punti fissi.	1004
Figura 12.5 – Sviluppo degli aerogeneratori per uso offshore.....	1005
Figura 12.6 – Biocenosi e beni archeologici nell’area del corridoio di esportazione.	1007
Figura 12.7 – Punto di sbarco: alternative.	1008
Figura 12.8 – Esempio di materassi reattivi per applicazioni in aree contaminate e reimpianto di Posidonia Oceanica.	1009
Figura 12.9 – Producibilità annuale in MWh per MW di potenza installata a 150 m s.l.t. (offshore).....	1011
Figura 12.10 – Producibilità annuale in MWh per MW di potenza installata a 75 m s.l.t. (onshore).....	1011
Figura 12.11 – Vista dell’impianto Enel di Portoscuso.....	1013
Figura 12.12 – Tipico di fondazione di una turbina eolica onshore.	1013
Figura 12.13 – Viabilità e piazzole per la costruzione e manutenzione di un impianto eolico onshore.	1014
Figura 12.14 – Mappa delle tracce radar relative alle rotte seguite dagli uccelli per un parco eolico offshore Nysted... ..	1016
Figura 13.1 – Strategia di mitigazione acustica per il piling e valori di attenuazione tipici conseguibili.	1022
Figura 13.2 – Strategie di mitigazione acustica per il piling e valori di attenuazione tipici conseguibili.	1023
Figura 13.3 – Campo magnetico indotto, confronto tra conduttori elicordati e rettilinei.	1027



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina XXXV di LIII

Figura 13.4 – Tipico di posa con canaletta schermante. 1028

Figura 13.5 – Rappresentazione schematica dell'economia circolare. 1030

Figura 13.6 – Rappresentazione delle multiple funzioni delle pale eoliche nel tempo una volta dismesse. 1030

Figura 13.7 – Villaggio degli atleti (Rotterdam). 1031

Figura 13.8 – Turbina onshore con colorazione di una delle pale in nero..... 1037



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XXXVI di LIII

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 6.1 – Principali obiettivi su energia e clima dell’UE e dell’Italia al 2020 e al 2030.....	11
Tabella 6.2 – Obiettivo FER complessivo al 2030.....	12
Tabella 6.3 – Obiettivo FER complessivo al 2030.....	12
Tabella 6.4 – Obiettivi di crescita della potenza (MW) da fonte rinnovabile al 2030.....	14
Tabella 7.1 – Velocità media del vento per l’area di indagine in relazione a diversi dataset di vento disponibili.....	26
Tabella 7.2 – Principali vantaggi della soluzione di layout adottata.....	41
Tabella 7.3 – Caratteristiche dell’aerogeneratore di riferimento per la procedura di VIA.....	49
Tabella 7.4 – Principali caratteristiche degli oli minerali, esteri naturali e sintetici e liquidi siliconici.....	57
Tabella 7.5 – Fluidi di lavoro previsti per aerogeneratore.....	57
Tabella 7.6 – Fluidi di lavoro previsti per la sottostazione FOS.....	62
Tabella 7.7 – Dimensioni degli elementi primari cilindrici.....	66
Tabella 7.8 – Ingombri fondazione TetraSub.....	66
Tabella 7.9 – Configurazione in fase operativa.....	67
Tabella 7.10 – Proprietà materiali dei componenti della fondazione.....	67
Tabella 7.11 – Consuntivo delle caratteristiche elettriche e dimensionali della rete inter-array.....	71
Tabella 7.12 – Consuntivo delle caratteristiche elettriche e dimensionali dell’elettrodotto marino di esportazione.....	73
Tabella 7.13 – Matrice di rischio per valutazione CBRA interrimento cavi.....	79
Tabella 7.14 – Matrice di applicabilità delle tecniche di interrimento cavi.....	80
Tabella 7.15 – Elettrodotto Ofec. Matrice di applicabilità delle tecniche di interrimento cavi.....	80
Tabella 7.16 – Rete inter-array IAC. Matrice di applicabilità delle tecniche di interrimento cavi.....	81
Tabella 7.17 – Strategia di posa e interrimento.....	86
Tabella 7.18 – Profondità di interrimento.....	88
Tabella 7.19 – Consuntivo delle caratteristiche elettriche e dimensionali dell’elettrodotto di esportazione terrestre.....	96
Tabella 7.20 – Consuntivo delle caratteristiche elettriche e dimensionali dell’elettrodotto terrestre di connessione.....	98
Tabella 7.21 – Consuntivo delle caratteristiche elettriche e dimensionali dell’elettrodotto di esportazione terrestre.....	109
Tabella 7.22 – Caratteristiche elettriche dell’elettrodotto ST.....	114
Tabella 7.23 – Tipologie di sostegno.....	116
Tabella 7.24 – Caratteristiche elettriche dell’elettrodotto DT.....	120
Tabella 7.25 – Rotte esistenti per navi CARGO.....	134
Tabella 7.26 – Rotte esistenti per navi TANKER.....	135
Tabella 7.27 – Rotte esistenti per navi PASSENGER.....	135
Tabella 7.28 – Frequenze di impatto tra le imbarcazioni ed il parco eolico.....	136
Tabella 7.29 – Criterio generale di accettabilità del rischio di impatto navale.....	137
Tabella 7.30 – Mezzi navali coinvolti e durata delle operazioni, fase di costruzione.....	139
Tabella 7.31 – Giorni di attività e consumo di combustibile per ogni mezzo navale, fase di costruzione.....	139



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XXXVII di LIII

Tabella 7.32 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione delle opere a mare.....	140
Tabella 7.33 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la manutenzione ordinaria delle opere a mare. ...	141
Tabella 7.34 – Mezzi navali coinvolti e durata delle operazioni, manutenzione straordinaria.	143
Tabella 7.35 – Giorni di attività e consumo di combustibile per ogni mezzo navale, fase di costruzione.	143
Tabella 7.36 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione delle opere a mare.....	144
Tabella 7.37 – Stima del consumo di combustibile per le attività di posa degli elettrodotti interrati e la realizzazione del punto di giunzione.....	145
Tabella 7.38 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti interrati per macchine operatrici.	146
Tabella 7.39 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti interrati per macchine adibite al trasporto su gomma.....	146
Tabella 7.40 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti.	146
Tabella 7.41 – Stima del consumo di combustibile per la costruzione della sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”.....	147
Tabella 7.42 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione della sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis” per macchine operatrici.	148
Tabella 7.43 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione della sottostazione di trasformazione, misura e consegna ”Sulcis”per macchine adibite al trasporto su gomma.....	148
Tabella 7.44 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione della stazione di trasformazione e consegna.....	148
Tabella 7.45 – Stima del consumo di combustibile per la costruzione degli elettrodotti aerei.	149
Tabella 7.46 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti aerei per macchine operatrici.	150
Tabella 7.47 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti aerei per macchine adibite al trasporto su gomma.....	150
Tabella 7.48 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti aerei.....	150
Tabella 7.49 – Stima del consumo di combustibile per le attività di posa degli elettrodotti interrati e la realizzazione del punto di giunzione.....	151
Tabella 7.50 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti interrati e del punto di giunzione per macchine operatrici.	152
Tabella 7.51 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti interrati e del punto di giunzione per macchine adibite al trasporto su gomma.....	152
Tabella 7.52 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti interrati e del punto di giunzione.....	153
Tabella 7.53 – Stima del consumo di combustibile per la costruzione degli elettrodotti aerei.	153
Tabella 7.54 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti aerei per macchine operatrici.	154
Tabella 7.55 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti aerei per macchine adibite al trasporto su gomma.....	154
Tabella 7.56 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti aerei.....	154
Tabella 7.57 – Metodi di valutazione della visibilità e indici di impatto per le diverse fasi di costruzione,	159
Tabella 7.58 – Punti di interesse intervisibili interni all’AIVAT – Beni culturali archeologici.....	169



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XXXVIII di LIII

Tabella 7.59 – Punti di interesse intervisibili interni all'AIVAT – Beni culturali architettonici.	169
Tabella 7.60 – Punti di interesse intervisibili interni all'AIVAT – Beni culturali paesaggistici.	169
Tabella 7.61 – Punti di interesse intervisibili interni all'AIVAT – Beni culturali identitari.	175
Tabella 7.62 – Classificazione della visibilità in relazione al fattore di occupazione del campo visivo F.	176
Tabella 7.63 – Condizioni di rendering.	178
Tabella 7.64 – Classificazione degli indici per la valutazione della magnitudo di impatto visivo.	186
Tabella 7.65 – Rating di visibilità.	192
Tabella 7.66 – Caratteristiche di interesse per le operazioni di piling degli ancoraggi.	205
Tabella 7.67 – Parametri di infissione per diverse condizioni geotecniche del fondale.	205
Tabella 7.68 – Confronto livello sonoro equivalente con e senza applicazione della soglia di significatività.	209
Tabella 7.69 – Caratteristiche del sistema di discretizzazione del dominio di calcolo.	211
Tabella 7.70 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: esecuzione degli scavi.	223
Tabella 7.71 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: esecuzione della TOC.	223
Tabella 7.72 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: posa dei cavi.	223
Tabella 7.73 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: reinterro e ripristino.	223
Tabella 7.74 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: cantierizzazione e sistemazione del sito.	224
Tabella 7.75 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: movimento terra, scavi di fondazione.	224
Tabella 7.76 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: realizzazione delle fondazioni.	224
Tabella 7.77 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: montaggi elettromeccanici e degli edifici.	224
Tabella 7.78 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: realizzazione della viabilità interna.	225
Tabella 7.79 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: montaggio trasformatori, installazione sostegni.	225
Tabella 7.80 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: collaudi.	225
Tabella 7.81 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: area centrale o campo base.	226
Tabella 7.82 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: area sostegno.	226
Tabella 7.83 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: area di linea.	227
Tabella 7.84 – Caratteristiche dell'elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.	229
Tabella 7.85 – Valori di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor condizioni di forte pioggia.	230
Tabella 7.86 – Valori di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor condizioni con conduttori bagnati.	230
Tabella 7.87 – Caratteristiche dell'elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius.	232
Tabella 7.88 – Valori di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius condizioni di forte pioggia.	233
Tabella 7.89 – Valori di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius condizioni con conduttori bagnati.	233
Tabella 7.90 – Parametri di attenuazione in funzione del tipo di terreno.	238
Tabella 7.91 – Valutazione del disturbo e limiti di riferimento.	239



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XXXIX di LIII

Tabella 7.92 – Spettri di emissione vibrazionale in mm/s ² a 5 m per macchine operatrici e di trasporto contemporaneamente in funzione in fase di scavo per i tratti interessati.....	240
Tabella 7.93 – Spettri di emissione vibrazionale in mm/s ² a 5 m per macchine operatrici e di trasporto contemporaneamente in funzione in fase di posa in controtubo con metodologia TOC.	240
Tabella 7.94 – Spettri di emissione vibrazionale in mm/s ² a 5 m per macchine operatrici e di trasporto contemporaneamente in funzione in fase di scavo nell’area interessata.	240
Tabella 7.95 – Spettri di emissione vibrazionale in mm/s ² a 5 m per macchine operatrici e di trasporto contemporaneamente in funzione in fase di scavo per il basamento dei tralicci.	241
Tabella 7.96 – Elenco dei recettori individuati e analisi dell’impatto vibrazionale.	244
Tabella 7.97 – Valori di input. Modalità di posa: cavo tripolare su fondale marino.....	247
Tabella 7.98 – Range quantità di materiale impiegato espresso in t/GW.	262
Tabella 7.99 – Mezzi navali impiegati durante la fase di costruzione.	272
Tabella 7.100 – Mezzi navali impiegati durante la fase di manutenzione.	273
Tabella 7.101 – Estensione delle aree marine interessate dal progetto e calcolo del fattore di occupazione d’area.	280
Tabella 7.102 – Ore di pesca complessive nei 12 mesi riferiti alla GSA11 e all’area del parco eolico con la percentuale (%) delle ore sottratte alla pesca.....	284
Tabella 7.103 – Ore di pesca medie mensili e totali annuali riferiti alla GSA11 e all’area del parco eolico con la percentuale (%) delle ore sottratte.	284
Tabella 8.1 – Obiettivi del PGRA Sardegna.....	291
Tabella 8.2 – Fascia di rispetto in funzione dell’ordine gerarchico del corso d’acqua.	306
Tabella 8.3 – Sintesi della cartografia prodotta.....	336
Tabella 8.4 – Denominazione delle aree IPA più vicine alle opere in progetto.....	364
Tabella 8.5 – Set analitico suolo e sottosuolo.	376
Tabella 8.6 – Numero di sondaggi.	379
Tabella 8.7 – Numero di sondaggi.	382
Tabella 8.8 – Set analitico acque sotterranee.	383
Tabella 8.9 – Classificazione sismica del territorio nazionale.....	386
Tabella 8.10 – Obiettivi e interventi previsti per l’Energia pulita.	424
Tabella 9.1 – Valori limiti e soglia D.Lgs 155/2010	459
Tabella 9.2 – Valori di riferimento annui degli inquinanti (metalli) appartenenti al PM10.....	460
Tabella 9.3 – Valori obiettivo annuali IPA.....	460
Tabella 9.4 – Zone e agglomerati di qualità dell’aria	461
Tabella 9.5 – Classificazione delle zone secondo D.Lgs 155/2010.....	461
Tabella 9.6 – Concentrazione dei metalli.	463
Tabella 9.7 – Statistiche annuali e mensili per le caratteristiche d’onda.....	471
Tabella 9.8 – Stato Ecologico del corpo idrico di transizione ITG-0252-AT50650 - Peschiera di Boi Cerbus tra il 2016 e il 2021.....	473
Tabella 9.9 – Stato Ecologico del corpo idrico di transizione ITG-0252-AT50650 – Peschiera di Boi Cerbus negli anni 2018 e 2021.....	474



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XL di LIII

Tabella 9.10 – Stato Ecologico del corpo idrico di transizione ITG-0252-AT50650 – Peschiera di Boi Cerbus negli anni 2018 e 2021.....	474
Tabella 9.11 – Classificazione Stato Ecologico monitoraggio operativo.....	474
Tabella 9.12 – Stato chimico dei corpi idrici di transizione - monitoraggio operativo.....	476
Tabella 9.13 – Stato chimico dei corpi idrici marino costieri – monitoraggio operativo.	477
Tabella 9.14 – Intervalli di NDVI 8 bit per la produzione di un livello informativo sintetico.	483
Tabella 9.15 – Tabella riepilogativa dei valori assunti dall'indice ESAs.	532
Tabella 9.16 – Valori climatologici mensili e annuali 1981-2010 delle precipitazioni.....	542
Tabella 9.17 – Valori climatologici mensili e annuali 1981-2010 delle temperature minime.....	543
Tabella 9.18 – Valori climatologici mensili e annuali 1981-2010 delle temperature massime.....	543
Tabella 9.19 – Indici elaborati per la Sardegna e relativo numero di stazioni considerate.	544
Tabella 9.20 – Sistema di classificazione adottato per la Carta di Uso del Suolo ISPRA.	569
Tabella 9.21 – Sistema di classificazione adottato per la carta di copertura del suolo.....	576
Tabella 9.22 – Sistema di classificazione del consumo di suolo.....	587
Tabella 9.23 – Indicatori di consumo di suolo a livello regionale.....	587
Tabella 9.24 – Tipologie di complessi idrogeologici uniformi a livello nazionale prevista dal D. Lgs 30/2009.	603
Tabella 9.25 – Schema dei criteri da applicare nell'attuazione dei programmi di monitoraggio chimico (D.LGS 30/2009).	603
Tabella 9.26 – Schema riassuntivo dei criteri da applicare nell'attuazione dei programmi di monitoraggio quantitativo (D.lgs. 30/2009).....	611
Tabella 9.27 – Classificazione dei corpi idrici 2021.....	614
Tabella 9.28 – Cinque classi di qualità.....	615
Tabella 9.29 – Classificazione dei macropiti fluviali.....	616
Tabella 9.30 – Valori di riferimento attuali degli indici diatomici IPS e TI per i macrotipi fluviali.	616
Tabella 9.31 – Classificazione dello stato ecologico monitoraggio operativo.	617
Tabella 9.32 – Stato chimico dei corsi d'acqua.....	618
Tabella 9.33 – Stato chimico-monitoraggio operativo.....	618
Tabella 9.34 – Stato ecologico del corpo idrico fluviale ITG-0252-CF000102 – Rio Flumentepido negli anni 2016-2021.....	618
Tabella 9.35 – Stato ecologico del corpo idrico fluviale ITG-0252-CF000102 – Rio Flumentepido negli anni 2016-2021.....	619
Tabella 9.36 – Parametri caratteristici campione SC21S_01-GC.....	621
Tabella 9.37 – Parametri caratteristici campione SC21S_02-GC.....	622
Tabella 9.38 – Parametri caratteristici campione SC21S_03-GC.....	622
Tabella 9.39 – Parametri caratteristici campione SC21S_04-GC.....	622
Tabella 9.40 – Parametri caratteristici campione SC21S_05-GC.....	623
Tabella 9.41 – Descrizione unità sismiche area principale.....	625
Tabella 9.42 – Descrizione unità sismiche area EEC.	627
Tabella 9.43 – Risultati dei prelievi.....	640
Tabella 9.44 – Ubicazione punti di misurazione, zona urbana e industriale.....	648



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XLI di LIII

Tabella 9.45 – Valori misurati dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata “A”.	649
Tabella 9.46 – Piani di Classificazione Acustica vigenti.	650
Tabella 9.47 – Elenco dei pesci cartilaginei e dei pesci ossei presenti nel Mar di Sardegna.	657
Tabella 9.48 – Elenco dei crostacei presenti nel Mar di Sardegna.	658
Tabella 9.49 – Elenco dei molluschi presenti nel Mar di Sardegna.	658
Tabella 9.50 – Andamento stock ittici principali specie bersaglio italiane per GSA.	659
Tabella 9.51 – Rappresentazione a semaforo “traffic light” per le singole specie.	659
Tabella 9.52 – Principali tecniche di pesca nel GSA11.	686
Tabella 9.53 – Lista Rossa dei pesci italiani.	692
Tabella 9.54 – Schema dei diversi tipi di limiti inferiori delle praterie a <i>posidonia oceanica</i> .	696
Tabella 9.55 – Estensione delle praterie di <i>P. oceanica</i> (ha) nelle otto regioni considerate.	697
Tabella 9.56 – Elenco degli antozoi italiani minacciati.	700
Tabella 9.57 – Piante vascolari endemiche italiane. Numero totale e numero di esclusive del territorio regionale (agg. 2014).	706
Tabella 9.58 – Piante endemiche della Sardegna.	706
Tabella 9.59 – Serie di vegetazione prevalenti e serie minori.	711
Tabella 9.60 – Uso del suolo Distretto 19.	712
Tabella 9.61 – Serie di vegetazione prevalenti e serie minori.	713
Tabella 9.62 – Uso del suolo Distretto 20.	716
Tabella 9.63 – Serie di vegetazione prevalenti e serie minori.	717
Tabella 9.64 – Uso del suolo del Distretto 24.	720
Tabella 9.65 – Serie di vegetazione prevalenti e serie minori.	721
Tabella 9.66 – Uso del suolo del Distretto 25.	726
Tabella 9.67 – Categorie di minaccia delle piante vascolari valutate secondo i criteri IUCN.	728
Tabella 9.68 – Numero di entità di piante vascolari italiane che ricade su ciascuna categoria di minaccia valutate secondo i criteri IUCN.	729
Tabella 9.69 – Numero di entità di piante vascolari italiane valutate nel complesso del progetto Liste Rosse della Flora Italiane (Vol. 1 + Vol. 2).	729
Tabella 9.70 – Categorie di minaccia per Licheni, Briofite e Funghi italiani valutati secondo i criteri IUCN.	729
Tabella 9.71 – Categorie di rischio di estinzione e criteri IUCN per la flora presente in Sardegna.	730
Tabella 9.72 – Le specie aliene terrestri presenti nell’area della Sardegna e segnalate nella Lista di Rilevanza Unionale.	732
Tabella 9.73 – Le specie aliene di acqua dolce presenti nell’area della Sardegna e segnalate nella Lista di Rilevanza Unionale.	732
Tabella 9.74 – Elenco specie alloctone di acqua dolce presenti nella lista di rilevanza unionale.	733
Tabella 9.75 – Specie di Chiroatteri presenti in Sardegna: diffusione sul territorio.	737
Tabella 9.76 – Specie di chiroatteri di interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di Zone Speciali di Conservazione (Direttiva Habitat).	740
Tabella 9.77 – Specie di Chiroatteri presenti in Sardegna: movimenti migratori.	742



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XLII di LIII

Tabella 9.78 – Distanze massime di foraggiamento delle specie e altezza di volo.....	744
Tabella 9.79 – Specie maggiormente presenti rilevate negli anni 2003, 2004 e 2005.	745
Tabella 9.80 – Specie più abbondanti nel 2011.....	746
Tabella 9.81 – Areali di presenza attuale del daino (2012).....	747
Tabella 9.82 – Criteri per l'esclusione delle specie in una categoria della Lista Rossa IUCN.	752
Tabella 9.83 – Categorie di minaccia della classe <i>Aves</i> valutate secondo i criteri IUCN.	752
Tabella 9.84 – Categorie di minaccia della classe <i>Mammalia</i> valutate secondo i criteri IUCN.....	754
Tabella 9.85 – Categorie di minaccia della classe <i>Reptilia</i> valutate secondo i criteri IUCN.....	755
Tabella 9.86 – Categorie di minaccia della classe <i>Amphibia</i> valutate secondo i criteri IUCN.	756
Tabella 9.87 – Le specie aliene terrestri presenti nell'area della Sardegna e segnalate nella Lista di Rilevanza Unionale.	757
Tabella 9.88 – Le specie aliene di acqua dolce presenti nell'area della Sardegna e segnalate nella lista di Rilevanza Unionale.	757
Tabella 9.89 – Distribuzione della popolazione – Provincia di Sud Sardegna	760
Tabella 9.90 – Struttura per età della popolazione.....	761
Tabella 9.91 – Indici demografici.	762
Tabella 9.92 – Movimento naturale della popolazione - Provincia di Sud Sardegna.....	763
Tabella 9.93 – Tasso di occupazione. Classe d'età 15-64 anni.....	766
Tabella 9.94 – Mortalità e cause - Provincia di Sud Sardegna	766
Tabella 9.95 – Mortalità e cause sesso femminile - Provincia di Sud Sardegna	766
Tabella 9.96 – Mortalità e cause sesso maschile - Provincia di Sud Sardegna.....	767
Tabella 9.97 – Tassi di natalità e mortalità anni 2019-2020.....	767
Tabella 9.98 – Imprese attive e numero degli addetti.	768
Tabella 9.99 – Imprese registrate per status 2021 – Regione Sardegna.....	769
Tabella 9.100 – Imprese registrate per settore economico 2021 – Regione Sardegna.	769
Tabella 9.101 – Numero di imprese attive per settori di attività economica, anno 2021 (valori %).	770
Tabella 9.102 – Principali superamenti dei limiti normativi a seguito delle indagini di monitoraggio del suolo e sottosuolo svolte nel 2014.	783
Tabella 9.103 – Risultati acque sotterranee 2014.....	788
Tabella 9.104 – Coordinate Geografiche delle stazioni di campionamento	792
Tabella 10.1 – Effetti dei cambiamenti climatici sul settore energetico eolico.....	800
Tabella 10.2 – Misure per favorire un migliore adattamento del sistema energetico ai cambiamenti climatici.....	801
Tabella 10.3 – Alcuni esempi di organismi appartenenti al micro e macro-fouling	810
Tabella 10.4 – Le specie aliene marine presenti nell'area della Sardegna ed assenti nella Lista di Rilevanza Unionale...	814
Tabella 11.1 – Configurazione elettrodotto ibrido cavo/aereo: emissioni previste per ciascuna fase di progetto e valori cumulati.....	822
Tabella 11.2 – Configurazione elettrodotto aereo: emissioni previste per ciascuna fase di progetto e valori cumulati.	823



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XLIII di LIII

Tabella 11.3 – Fattori di emissione di contaminanti atmosferici dal settore elettrico per la produzione lorda di energia elettrica e calore a partire dal 2005.....	823
Tabella 11.4 – Emissioni totali della centrale elettrica equivalente.....	824
Tabella 11.5 – Configurazione elettrodotto ibrido cavo/aereo: confronto tra le emissioni previste del progetto e quelle della CEE.....	824
Tabella 11.6 – Configurazione elettrodotto aereo: confronto tra le emissioni previste del progetto e quelle della CEE....	824
Tabella 11.7 – Fotoinserimenti, località esaminate.	830
Tabella 11.8 – Velocità di fuga previste per le specie dei diversi gruppi acustici.	875
Tabella 11.9 – Soglie TTS e PTS per mammiferi marini del gruppo LF; distanze di superamento.....	877
Tabella 11.10 – Soglie TTS e PTS per mammiferi marini del gruppo HF; distanze di superamento.....	878
Tabella 11.11 – Soglie TTS e PTS per mammiferi marini del gruppo PCW; distanze di superamento.	879
Tabella 11.12 – Soglie TTS e PTS per pesci e tartarughe marine; distanze di superamento.	880
Tabella 11.13 – Insonificazione subacquea in fase di esercizio, confronto con le soglie comportamentali per mammiferi marini del gruppo LF.	886
Tabella 11.14 – Insonificazione subacquea in fase di esercizio, confronto con le soglie comportamentali per mammiferi marini del gruppo HF.....	887
Tabella 11.15 – Insonificazione subacquea in fase di esercizio, confronto con le soglie comportamentali per mammiferi marini del gruppo PCW.....	888
Tabella 11.16 – Insonificazione subacquea in fase di esercizio, confronto con le soglie comportamentali per pesci e rettili marini.....	889
Tabella 11.17 – Verifica dei limiti di emissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.....	897
Tabella 11.18 – Verifica dei limiti assoluti di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor condizioni di forte pioggia.....	897
Tabella 11.19 – Verifica dei limiti assoluti di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor condizioni con conduttori bagnati.....	897
Tabella 11.20 – Verifica dei limiti differenziali di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor condizioni di forte pioggia.....	898
Tabella 11.21 – Verifica dei limiti differenziali di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor condizioni con conduttori bagnati.....	898
Tabella 11.22 – Verifica dei limiti di emissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius.	899
Tabella 11.23 – Verifica dei limiti assoluti di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius condizioni di forte pioggia.....	899
Tabella 11.24 – Verifica dei limiti assoluti di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius condizioni con conduttori bagnati.	899
Tabella 11.25 – Verifica dei limiti differenziali di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius condizioni di forte pioggia.....	900
Tabella 11.26 – Verifica dei limiti differenziali di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius condizioni con conduttori bagnati.....	900
Tabella 11.27 – Valutazione del disturbo e limiti di riferimento.....	903
Tabella 11.28 – Elenco dei recettori individuati e analisi dell'impatto vibrazionale.	903
Tabella 11.29 – Elasmobranchi: fascia di influenza.	907



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XLIV di LIII

Tabella 11.30 – Altri pesci: fascia di influenza.....	908
Tabella 11.31 – Mammiferi marini: fascia di influenza.....	908
Tabella 11.32 – Rettili – tartarughe marine: fascia di influenza.....	909
Tabella 11.33 – Invertebrati: fascia di influenza.....	910
Tabella 11.34 – Vantaggi dell'energia eolica.....	923
Tabella 11.35 – Classificazione IUNC delle aree interessate dagli impianti in esame.....	980
Tabella 11.36 – Dettagli delle aree ZSC nei pressi dell'area interessata.....	984
Tabella 11.37 – Classificazione in zone acustiche.....	985
Tabella 11.38 – Ubicazione punti di misurazione, zona urbana e industriale.....	987
Tabella 11.39 – Valori misurati dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A".....	988
Tabella 12.1 – Alternative di progetto analizzate: variazioni rispetto alle soluzioni proposte.....	997
Tabella 12.2 – Confronto caratteristiche impianti onshore e offshore per la valutazione alternativa.....	1010
Tabella 12.3 – Occupazione di suolo per le alternative offshore e onshore.....	1014
Tabella 12.4 – Tipi di ripercussioni sugli uccelli e il ciclo di vita di un progetto riguardante impianti eolici a terra.....	1015
Tabella 12.5 – Tipi di ripercussioni sugli uccelli e il ciclo di vita di un progetto riguardante impianti eolici a mare.....	1015
Tabella 13.1 – Tipi di misure di mitigazione (Direttiva 2014/52/UE).....	1018
Tabella 13.2 – Variazione delle distanze di sicurezza dai punti di infissione in relazione a diverse combinazioni di strategie di mitigazione.....	1023



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XLV di LIII

INDICE DELLE VOCI

ACCOBAMS	Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area
AEP	Annual Energy Production
AHTS	Anchor Handling Tug Supply vessel
AIS	Stazioni isolate in aria
AIS	Automatic Identification System
AMP	Aree Marine Protette
AONB	Area of Outstanding Natural Beauty
APPA	Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente
APSFR	Areas of Potential Significant Flood Risk
ARPA	Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale
ARPAS	Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale Sardegna
ASPIM	Area Specialmente Protetta di Interesse Mediterraneo
ASTER GDEM	ASTER Global Digital Elevation Model
ASW	Anti-Submarine Warfare
AT	Alta Tensione
ATR	Autotrasformatore
AW	Atlantic Water
AZ	Zone of Audibility (Zona di Udibilità)
BAT	Best Available Technology
BoP	Balance of Plant
C	Coralligeno
C2WPST	C2Wind Park Siting Tool
CA	Corrente Alternata
CBD	Convenzione sulla Diversità Biologica
CC	Corrente Continua
CCH	Cetacean Critical Habitat
CCTV	Closed circuit television
CE	Commissione Europea
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
CFD	Computational Fluid Dynamics
CFP	Common Fisheries Policy
CGPM	Commissione Generale per la Pesca nel Mediterraneo
CIGRE	Conseil International des Grands Réseaux Électriques
CMEMS	Copernicus Marine Environment Monitoring Service
CMS	Convention on the Conservation of Migratory Species
CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche
Co.Ge.PA.	Consorzio di Gestione della Pesca Artigianale



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XLVI di LIII

COG	Centre Of Gravity
COP	Copenhagen Offshore Partners
CR	Pericolo critico
CSTEP	Comitato Scientifico, Tecnico ed Economico per la Pesca
DC	Detritico Costiero
DCF	Data Collection Framework
DEF	Pesci demersali
DEM	Digital Elevation Model
DFF	Design Fatigue Factor
DHI	Danish Hydraulic Institute
DL	Detritico del Largo
DLC	Design Load Case
DLGS	Decreto Legislativo
DM	Decreto Ministeriale
DNV	Det Norske Veritas
DOC	Denominazione di Origine Controllata
DOCG	Denominazione di Origine Controllata e Garantita
DOE	Department of Energy
DOP	Denominazione di Origine Protetta
DPA	Distanza di Prima Approssimazione
DPR	Decreto del Presidente della Repubblica
DPSP	Deep Sea Drilling Project
DSM	Digital Surface Model
DSM	Dynamic system monitor
DT	Doppia terna
DTI	Department of Trade and Industry
DTM	Digital Terrain Model
DWS	Specie di acque profonde
ECC	Export Cable Corridor
ECM	Extreme Current Model
ELF-EMF	Extremely Low Frequency-ElectroMagnetic Field
EMF	ElectroMagnetic Field
EN	European norm
EN	Pericolo
ENAC	Ente Nazionale Aviazione Civile
EPRI	Electric Power Research Institute
ERA5	ECMWF Reanalysis 5th Generation
ESS	Extreme Sea State
EUMOFA	European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture
EWM	Extreme Wind Model



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XLVII di LIII

FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FEAMP	Fondo Europeo per gli Affari Marittimi e la Pesca
FEP	Fondo Europeo per la Pesca
FER	Fonti di Energia Rinnovabile
FHWG	Fisheries Hydroacoustic Working Group
FLAG	Fisheries Local Action Groups
FM	Forza motrice
FO	Fibra ottica
FOS	Floating Offshore Substation
FOU	Floating Offshore Unit
FOWF	Floating Offshore Wind Farm
GE	Gruppo elettrogeno
GES	Good Environmental Status
GFCM	General Fishery Commission for the Mediterranean
GIS	Geographical Information System
GIS	Gas insulated switchgear
GL	Germanischer Lloyd
GPS	Global Positioning System
GSA	Geographic Sub Areas
GT	Gross tonnage
HDPE	High Density Poly-Ethylene
HF	High Frequency (Marine mammals)
HFOV	Horizontal Field Of View
HMI	Human machine interface
HP	Posidonia oceanica
HVAC	Heating ventilation and air conditioning
lac	Inter-array cable
IALA	International Association Of Marine Aids To Navigation And Lighthouse Authorities
IAMC-CNR	Istituto per l'Ambiente Marino Costiero - Consiglio Nazionale delle Ricerche
IARC	International Agency for Research on Cancer
IAS	Invasive Alien Species
IBA	Important Birds Areas
ICAO	International Civil Aviation Organization
ICCAT	International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas
ICCP	Impressed current cathodic protection
ICNIRP	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
IEA	International Energy Agency
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IEM	Iowa Environmental Mesonet



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XLVIII di LIII

IGM	Istituto Geografico Militare
IGP	Indicazione Geografica Protetta
IGT	Indicazione Geografica Tipica
ILA	Integrated Load Analysis
IMO	International Maritime Organization
IPBES	The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control
IR	Infrarosso
IROPI	Imperative Reasons of Overriding Public Interest
ISO	International Organization for Standardization
ISPRA	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
IUCN	International Union for Conservation of Nature
LC	Minor preoccupazione
LF	Low Frequency (Marine mammals)
LFAS	Low Frequency Active Sonar
LIW	Levantine Intermediate Water
LSI	Line side inverter
LVAC	Low voltage alternating current
MAG	Magnetometer
MaGIC	Marine Geohazards along the Italian Coasts
MARIN	MAritime Research Institute Netherlands
MBES	Multi Beam Echo Sounder
MBL	Minimum Breaking Load
MBS	Minimum Breaking Strength
MDD	Gruppo misto specie demersali e specie di acque profonde
MERRA2	Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications Version 2
METAR	METeorological Aerodrome Report
MIBAC	Ministero per i Beni Culturali e le Attività Culturali
MiPAAF	Ministero delle Politiche agricole alimentari e forestali
MISE	Messa in Sicurezza di Emergenza
MISP	Messa in Sicurezza Permanente
MIT	Mappa di Intervisibilità Teorica
MITE	Ministero della Transizione Ecologica
MMC	Modular multilevel converter
MMO	Marine Mammals Observer
mMSL	Meter Mean Sea Level
MOR	Meteorological Optical Range
MPLS	Multi-protocol label switching
MPSV	Multi-Purpose Service Vessel
MSDF	Marine Strategy Framework Directive



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
XLIX di LIII

MSFD	Marine Strategy Framework Directive
MSI	Machine side inverter
MSY	Maximum Sustainable Yield
N2K	Natura 2000
NAVAID	Navigational aid
NIEHS	National Institute of Environmental Health Sciences
NIS	Specie non indigene
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NREL	National Renewable Energy Laboratory
NRW	National Resources Wales
NSS	Normal Sea State
NT	Quasi minacciata
NTP	National Toxicology Program
NWP	Numerical Weather Prediction
O&M	Operation and Maintenance
OCA	Other marine Carnivores in Air
OCW	Other marine Carnivores in Water
OESEA	Offshore Energy Strategic Environmental Assessment
Ofec	Offshore export cable
OLTC	On load tap changer
OMS	Organizzazione Mondiale della Sanità
ONAF	Oil Natural Air Forced
ONAN	Oil Natural Air Natural
Oncc	Onshore connection cable
Onec	Onshore export cable
ONS	Onshore substation
ONU	Organizzazione delle Nazioni Unite
OSS	Offshore substation
OTB	Reti a strascico di fondo
OWA	Offshore Wind Accelerator
OWA	Offshore Wind Farm Area
PAI	Piano Stralcio Assetto Idrogeologico
PAI	Piano di Assetto Idrogeologico
PCA	Phocid Carnivores in Air
PCA	Piano di Classificazione Acustica
PCB	Policlorobifenili
PCC	Point of common coupling
PCM	Power conversion module
PCP	Politica Comune della Pesca
PCW	Phocid Carnivores in Water



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
L di LIII

PdGL	Piani di Gestione Locale
PdGN	Piano di Gestione Nazionale
PEAD	PoliEtilene Alta Densità
PGRA	Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni
PGRA	Piano gestione rischi alluvioni
PLC	Programmable logic controller
PMA	Piano di Monitoraggio Ambientale
PPR	Piano Paesaggistico Regionale
PQM	Power quality monitor
PRFV	Plastica rinforzata fibre di vetro
PSFF	Piano Stralcio delle Fasce Fluviali
PTS	Permanent Threshold Shift
PVC	PoliVinilCloruro
RAM	Range-dependent Acoustic Modelling
RANDI	Research Ambient Noise Directionality
RBS	Reference Breaking Strength
RL	Rocce del Largo
RMS	Root Mean Square
RNA	Rotor Nacelle Assembly
ROV	Remotely Operated Vehicle
RTN	Rete di Trasmissione Nazionale
RTU	Remote terminal unit
SA	Servizi ausiliari
SBP	Sub-bottom Profiler
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SE	Stazione Elettrica
SEL	Sound Exposure Level
SEPLA	Suction Embedded Plate Anchor
SFBC	Sabbia fine ben calibrata
SG	Servizi generali
SI	Sirenidi
SIA	Studio di Impatto Ambientale
SIC	Sito di Interesse Comunitario
SIN	Sito di Interesse Nazionale
SLA	Stato Limite Accidentale
SLF	Stato Limite di Fatica
SLU	Stato Limite Ultimo
SNPA	Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente
SO	Stiesdal Offshore
SPA/BD	Specially Protected Areas Regional Activity Centre



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
LI di LIII

SPCC	Sistema protezione comando controllo
SPD	Surge protection device
SPL	Sound Pressure Level
SPUE	Sighting Per Unit Effort
SR	Shunt reactor
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SSB	Spawning Stock Biomass
SSE	Sottostazione elettrica
SSS	Side Scan Sonar
ST	Singola terna
STATCOM	Static synchronous compensator
STMG	Soluzione Tecnica Minima Generale
SVC	Static var compensators
SW	Software
SZ	Shut-down Zone
TA	Trasformatore di corrente
TAS	Telephone and security
TDW	Acqua profonda Tirrenica
TIP	Trasformatore induttivo di potenza
TJB	Transition Junction Bay
TL	Transmission Loss
TLC	Telecomunicazioni
TOC	Trivellazione orizzontale controllata
TOL	Third Octave Level
TR	Trasformatore
TSR	Tip Speed Ratio
TTS	Temporary Threshold Shift
TV	Trasformatore di tensione
TVC	Trasformatore di tensione capacitivo
UHR	Ultra-High Resolution
UoA	Unit of Assessment
UPS	Uninterruptible power source
VAS	Valutazione Ambientale Strategica
VB-C	Fango compatto
VB-PSF	Fango molle
VB-VSG	Sabbia e fanghi con ghiaia
VFOV	Vertical Field of View
VHF	Very High Frequency (Marine mammals)
VIA	Vautazione di Impatto Ambientale
VInca	Valutazione di Incidenza Ambientale



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
LII di LIII

VLA	Vertical Load Anchor
VMS	Vessel Monitoring Systems
VTC	Fanghi Terrigeni Costieri
VTM	Vessel Traffic Managment
VU	Vulnerabile
WBCS	Worldwide Bioclimatic Classification System
WMO	World Meteorological Organization
WP	Work Packages
WTG	Wind Turbine Generator
WWF	World Wildlife Fund
XLPE	Cross-Linked Polyethylene
ZHI-PTS	Zone of Permanent Hearing Injury
ZHI-TTS	Zone of Temporary Hearing Injury
ZPS	Zone di Protezione Speciale
ZR-BTS	Zone of Behavioural Responsiveness
ZSC	Zone Speciali di Conservazione
ZSP	Zone di Protezione Speciale
ZTB	Zone a Tutela Biologica



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
1 di 1053

1. PREMESSA

Il presente Studio di Impatto Ambientale riguarda il progetto per la costruzione nel Mare di Sardegna Sud Occidentale, prospiciente le coste del Sulcis, di un impianto galleggiante per la produzione di 504 MW di energia elettrica da fonte eolica offshore.

L'impianto viene proposto dalla società Ichnusa Wind Power, controllata dal consorzio composto da GreenIT, la joint venture italiana per le energie rinnovabili tra *Plenitude* (Eni) e *CDP Equity* (Gruppo Cassa Depositi e Prestiti), e *Copenhagen Infrastructure Partners* (CIP).

Esso è parte sostanziale della filiera eolica offshore italiana sostenuta dal medesimo consorzio, che prevede la realizzazione di parchi eolici offshore galleggianti nei mari della Sicilia, della Sardegna e del Lazio, per una potenza complessiva di quasi 3 GW con una produzione annua di circa 7 TWh di energia rinnovabile, in grado di soddisfare i consumi elettrici di circa 2,5 milioni di famiglie, contribuendo così agli obiettivi di decarbonizzazione del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030.

L'appartenenza dell'impianto alla filiera citata genera importanti sinergie realizzative consentendo l'indispensabile raggiungimento di economie di scala in un settore nascente, caratterizzato da costi ancora molto elevati ed il cui contenimento è affidato quasi esclusivamente all'ottimizzazione delle catene di approvvigionamento e costruzione.

L'impianto è stato progettato affrontando responsabilmente il tema della sua compatibilità con le attività economiche presenti nei territori costieri (turismo, pesca ed attività connesse) e assicurando il rispetto dei numerosi vincoli di natura paesaggistica, culturale, ambientale e sociale.

Esso, infatti, si inserisce in un ambito territoriale assolutamente bisognoso di disponibilità energetica capace di alimentare in modo sostenibile le esigenze del comparto industriale sulcitano, a valle della programmata cessazione, prevista dal PNIEC entro il 2025, della produzione elettrica da carbone.

Alla luce di tale obiettivo PNIEC, appare fondamentale che, accanto alla programmazione relativa alla dismissione degli impianti a carbone, vi sia una visione strategica che miri a promuovere in maniera sinergica l'ingente aumento della capacità energetica da fonte rinnovabile.

Peraltro, le componenti elettriche accessorie che saranno costruite per la connessione dell'impianto alla RTN, sono state concertate con TERNA affinché contribuiscano al miglioramento della disponibilità elettrica in un'ampia area della Sardegna, tutt'ora priva di una adeguata magliatura delle reti ad alta tensione ed esposta fortemente al rischio di mancata copertura del carico elettrico necessario secondo il Rapporto Adeguatezza Italia 2021-TERNA.

Pertanto, la proposta di realizzare con il presente progetto un parco eolico galleggiante al largo della costa sud-occidentale della Sardegna, con immissione dell'energia prodotta nel territorio del Sulcis, oltre a perseguire gli obiettivi ambientali nazionali previsti dal PNIEC, consente di supplire con FER al deficit di produzione energetica che si verrà a creare nell'area industriale del Sulcis con la chiusura delle centrali a carbone al 2025, contribuendo alla salvaguardia occupazionale dei siti produttivi locali.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
2 di 1053

2. INTRODUZIONE

Il presente Studio di Impatto Ambientale (SIA) ha ad oggetto il progetto di realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica di tipo offshore con fondazioni galleggianti, ubicato nel Mare di Sardegna Sud-occidentale a circa 35 km ovest delle coste sarde. Tale tipologia di impianto è sottoposta al procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) da parte del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica ai sensi del D.lgs. n. 152/2006, affinché ne sia valutata la compatibilità ambientale.

Pertanto, il presente Studio è stato eseguito ai fini del rilascio del decreto di compatibilità ambientale nell'ambito del Provvedimento Unico in Materia Ambientale (PUA) comprensivo di ogni autorizzazione, intesa, parere, concerto, nulla osta, o atto di assenso in materia ambientale, richiesto dalla normativa vigente per la realizzazione e l'esercizio del progetto, ai sensi di quanto previsto dall'art. 27 del D.lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii. In particolare, la proponente richiede il rilascio delle autorizzazioni di cui alle lettere c, d, f:

- autorizzazione riguardante la disciplina dell'immersione in mare di materiale derivante da attività di escavo e attività di posa in mare di cavi e condotte di cui all'articolo 109 del decreto;
- autorizzazione paesaggistica di cui all'articolo 146 del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42;
- autorizzazione riguardante il vincolo idrogeologico di cui al regio decreto 30 dicembre 1923, n. 3267 e al decreto del Presidente della Repubblica 24 luglio 1977, n. 616;

Il progetto definitivo presentato con il presente Studio di Impatto Ambientale prevede l'installazione di 42 aerogeneratori aventi potenza nominale indicativa di 12 MW ciascuno, per una potenza da installare di 504 MW, che consentirà una produzione a regime fino a 1647 GWh/anno, corrispondenti al fabbisogno annuale di circa 610 mila famiglie¹, consentendo di evitare la produzione di oltre 522 mila ton/anno di emissioni di CO₂.

L'energia elettrica prodotta dalle turbine alla tensione di 66 kV sarà collettata attraverso una rete di cavi marini *inter-array* e convogliata verso due sottostazioni elettriche offshore galleggianti (FOS) per l'elevazione di tensione a 220 kV. Il trasporto dell'energia verso la terraferma avverrà mediante un elettrodotto di esportazione sottomarino (Ofec) fino ad un punto di giunzione a terra (Transition Junction Bay - TJB). L'energia sarà successivamente trasportata, mediante elettrodotto di esportazione interrato (Onec), presso una sottostazione elettrica di trasformazione e consegna nel comune di Portoscuso, ove sarà effettuata l'elevazione della tensione nominale da 220kV a 380kV. Da qui, un elettrodotto di connessione interrato (Oncc) permetterà il collegamento alla nuova sezione a 380kV all'interno della esistente stazione TERNA Sulcis. Il progetto prevede anche la sostituzione dell'esistente linea aerea 220 kV Sulcis-Villasor tramite la realizzazione di un nuovo elettrodotto a 380 kV per il collegamento fino alla dorsale Ittiri-Selargius.

Come disposto dall'art. 22 del Decreto Legislativo 152 del 2006 e ss.mm.ii., il presente Studio è stato redatto in conformità a quanto indicato dall'Allegato VII del Decreto, alle indicazioni fornite dalle "Linee guida per la predisposizione dello Studio di Impatto Ambientale" – Dir.2011/92/UE e Dir.2014/52/UE, nonché in ottemperanza delle prescrizioni contenute nel Parere Tecnico n. 133 del 11 dicembre 2020 espresso dalla Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale - VIA e VAS.

Il presente SIA è articolato nel seguente modo:

- Descrizione del progetto;
- Definizione dello scenario di base;
- Definizione dei fattori ambientali;
- Valutazione degli effetti sull'ambiente;
- Valutazione delle alternative;

¹ Secondo i più recenti dati dell'AREA, per la fornitura elettrica si considera "cliente tipo" una famiglia che ha una tariffa "domestico residente", 3 kW di potenza impegnata e un consumo annuo di 2700 kWh.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:

C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:

Giugno 2024

Pagina

3 di 1053

- Misure di mitigazione e compensazione.

Lo SIA è corredato, inoltre, da relazioni di approfondimento dei principali aspetti tecnici ed ambientali del progetto proposto, nonché dai relativi allegati grafici descrittivi (si veda la documentazione depositata). Infine, completano lo SIA una Relazione di Sintesi Non Tecnica (SNT), destinata alla consultazione da parte del pubblico, e il Piano di Monitoraggio delle componenti ambientali (PMA).

In considerazione del carattere multidisciplinare della procedura di VIA, il presente elaborato è stato redatto con il contributo di un team di professionisti esperti nelle discipline tecniche e scientifiche di preminente interesse, ai fini di una appropriata progettazione ambientale delle opere (es. geologia, geotecnica, pedologia, scienze naturali, acustica, archeologia, campi elettromagnetici e propagazione dei segnali, ecc.).

In maniera funzionale alla trattazione dell'inquadramento ambientale, è stata effettuata, inoltre, un'analisi progettuale relativa all'applicazione delle BAT (Best Available Techniques/Technologies, Migliori Tecniche/Tecnologie Disponibili), nonché sono state individuate le possibili azioni compensative, laddove opportune, affinché vi sia la massima riduzione dei potenziali impatti negativi conseguenti alla realizzazione del progetto.

L'analisi del contesto ambientale di inserimento del progetto è stata sviluppata attraverso la consultazione di numerose fonti informative e l'esecuzione di specifiche campagne di rilevamento *in situ*. Lo SIA è stato condotto con esplicito riferimento alle relazioni tecniche, specialistiche e agli elaborati grafici che compongono il Progetto Definitivo dell'impianto.

Infine, l'illustrazione dei presupposti dell'opera, con particolare riferimento al quadro della situazione energetica a livello regionale e nazionale, è stata condotta e sviluppata sulla base delle analisi contenute negli strumenti di Pianificazione di settore.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
4 di 1053

3. IL PROPONENTE

Il progetto oggetto del presente Studio è proposto da una *joint venture* tra Copenhagen Infrastructure Partners (CIP) e Green IT, a sua volta *joint venture* tra Eni Plenitude (51%) e Cassa Depositi e Prestiti (49%).

La prima, la danese CIP, è una società di gestione di fondi specializzata nell'offerta di investimenti su misura in asset di infrastrutture energetiche a livello globale, in particolare nell'ambito delle energie rinnovabili e del segmento *greenfield*, ed è in grado di fornire le risorse e la stabilità finanziarie per completare e gestire i suoi progetti e investimenti. La società ha attualmente otto fondi in gestione con risorse finanziarie per totali ~ 20 miliardi di euro.

GreenIT è una *joint venture* costituita nel 2021 per lo sviluppo, la costruzione e la gestione di impianti per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili in Italia ed è partecipata al 51% da Eni Plenitude (Eni) e al 49% da Cassa Depositi e Prestiti (CDP Equity), con la finalità di produrre energia principalmente da impianti fotovoltaici ed eolici per raggiungere una capacità installata al 2027 di circa 1GW con investimenti cumulati per oltre € 800 milioni di euro. In ambito eolico offshore, GreenIT, con CIP, sta sviluppando due parchi in Italia per un totale di 754MW. Detti parchi eolici verranno realizzati su piattaforme galleggianti posizionate ad oltre 35 km dalle coste di Sicilia e Sardegna (oggetto di questa istanza). Ai progetti contribuiscono, anche in qualità di soci di minoranza, due società italiane con provata esperienza nello sviluppo di impianti offshore, ossia NiceTechnology e 7Seas Wind Power.

Eni Plenitude è la Società Benefit di Eni che integra la produzione di energia 100% da fonti rinnovabili, la vendita di servizi energetici e un'ampia rete di punti di ricarica per veicoli elettrici. La Società, che al 2022 vanta un portafoglio di impianti rinnovabili in esercizio con capacità pari ad oltre 2.2 GW a livello mondiale (di cui circa 1GW eolico, 1.15GW fotovoltaico e la rimanente parte relativa a sistemi di accumulo a batteria), prevede di superare una capacità installata di 15 GW entro il 2030 e di raggiungere la neutralità carbonica entro il 2040, basandosi su un portfolio differenziato sia per fonti (solare, eolico onshore ed eolico offshore) che per aree geografiche e su una *pipeline* di progetti già identificati per oltre 10 GW di cui più di 5 GW sono progetti in operazione, in fase di costruzione o in fase matura di sviluppo.

Infine, CDP Equity è una holding di investimenti controllata al 100% da Cassa Depositi e Prestiti. Si tratta di un'impresa pubblica costituita con Decreto-Legge, che svolge attività imprenditoriale di assunzione di partecipazioni mediante investimenti in capitale di rischio, nel rispetto del principio dell'investitore privato operante in un'economia di mercato. Le operazioni di CDP Equity puntano a rafforzare gli asset industriali fondamentali per l'Italia ed il focus è rivolto a settori strategici per il Paese e a tecnologie chiave per il suo sviluppo, operando direttamente ed indirettamente nei principali ambiti del capitale di rischio, quali il *venture capital*, il *private equity*, il *private debt* e le infrastrutture.

Il presente progetto fa parte di un portfolio di sviluppo di impianti eolici offshore portato avanti dalla suddetta partnership per un totale di 2764 MW e comprendente i seguenti progetti:

- Progetto di un impianto eolico offshore di tipo floating nel Canale di Sicilia, a circa 35 Km in direzione sud-ovest dalla costa di Marsala (TP) della società 7SEAS med S.r.l. (250 MW);
- Progetto per la realizzazione di un Parco eolico offshore di tipo floating al largo delle coste di Civitavecchia della società Tyrrhenian Wind Energy S.r.l. (fino a 540 MW);
- Progetto di un parco eolico offshore floating al largo delle coste nord-orientali della Sardegna della società Nurax Wind Power S.r.l. (462 MW);
- Progetto di un parco eolico offshore floating, ubicato nella porzione nord-occidentale del Mar Tirreno della società Poseidon Wind Energy S.r.l. (1008 MW).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
5 di 1053

4. CRONISTORIA DEL PROGETTO

La Ichnusa Wind Power S.r.l., in qualità di proponente, in data 10.06.2020 ha presentato:

- Istanza di rilascio di Autorizzazione Unica (AU) ai sensi dell'art. 12, co. 3 D.lgs. 387/2003, indirizzata al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, al Ministero dello Sviluppo Economico Dip. dell'energia DG per l'energia nucleare, le energie rinnovabili e l'efficienza energetica (Div. III), Ministero dello Sviluppo Economico DG per le risorse minerarie ed energetiche (Div. I), Ministero dello Sviluppo Economico Dip. Per le comunicazioni – Ispettorato territoriale Settore III;
- Istanza di rilascio di Concessione demaniale marittima ai sensi dell'art. 36 cod.nav. indirizzata al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti;
- Istanza di definizione del contenuto dello Studio di impatto ambientale ai sensi dell'art. 21 D.lgs. 152/2006, indirizzata al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, nonché al Ministero dei Beni culturali e delle Attività Culturali e Turistiche.

Per quanto concerne la richiesta di Autorizzazione Unica, si deve notare che l'AU, in seguito alle modifiche intervenute ad opera dell'art. 23 D.lgs. 8 novembre 2021 n. 199 (il quale recepisce la Direttiva 2018/2001/UE), relativamente agli impianti *offshore*, incluse le opere per la connessione alla rete, è rilasciata dal Ministero della Transizione Ecologica (oggi Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica) di concerto con il Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili (oggi Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti) e sentito, per gli aspetti legati all'attività di pesca marittima, il Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali (oggi Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste) ed è comprensiva del rilascio della concessione d'uso del demanio marittimo. Tale procedura è completata dal parere obbligatorio non vincolante dell'autorità in materia paesaggistica, individuando, qualora necessario, specifiche prescrizioni finalizzate al migliore inserimento del progetto nel paesaggio e alla tutela dei beni di interesse archeologico.

Peraltro, in seguito alla recente emanazione del D.L. 13/2023, il comma 4 dell'art. 12 D.lgs. 387/2003 dispone che *"l'autorizzazione di cui al comma 3 è rilasciata a seguito di un procedimento unico, al quale partecipano tutte le amministrazioni interessate, svolto nel rispetto dei principi di semplificazione"* e che *"il rilascio dell'autorizzazione comprende il provvedimento di VIA e, ove previsto, costituisce titolo a costruire ed esercitare l'impianto in conformità al progetto approvato [...]".*

Con riguardo alla richiesta di rilascio della concessione demaniale marittima, con nota del 19/03/2021 prot. n. 12083 la Capitaneria di porto di Cagliari ha indetto la Conferenza di servizi decisori, la quale, tuttavia, è stata sospesa su istanza della proponente con avviso del 21/04/2021 prot. n.16676, atteso che il progetto era ed è tutt'ora sottoposto alla procedura di valutazione di impatto ambientale e che è necessario attenderne l'esito prima di proseguire con la conferenza di servizi concernente la concessione demaniale. In ogni caso, nel periodo di operatività della conferenza, sono pervenuti i pareri favorevoli dell'Agenzia del Demanio (nota prot. N. 3690 del 25/03/2021) e dell'Ufficio delle Dogane di Cagliari (prot. n. 7292 del 26/03/2021).

Relativamente al procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), in seguito all'apposita istanza sopraindicata, la Società proponente ha richiesto l'avvio di una fase di consultazione con il MiTE e i soggetti competenti in materia ambientale al fine di definire la portata delle informazioni, il relativo livello di dettaglio e le metodologie da adottare per la predisposizione dello Studio di impatto ambientale. A tal fine, essa ha trasmesso, in formato elettronico, il progetto preliminare quale prima alternativa esaminata rispetto al progetto definitivo elaborato per il presente SIA. È stata attivata, pertanto, la cosiddetta procedura di *"Scoping"*, mediante la quale sono stati definiti i contenuti degli studi e gli approfondimenti necessari alla VIA. Tale procedura si è conclusa con il parere n. 133 del 11/12/2020 emanato dalla Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA e VAS, Direzione Generale per la Crescita Sostenibile e la Qualità dello Sviluppo – Divisione V – Sistemi di Valutazione Ambientale del MATTM.

Successivamente, in data 24/04/2020 è stata presentata richiesta di connessione al gestore della RTN TERNA.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
6 di 1053

Dopo aver comunicato una prima STMG in data 10/11/2020, in seguito a richiesta di modifica da parte della proponente, in data 05/03/2021 è stata trasmessa la STMG accettata in data 03/06/2021. Tale soluzione prevede il collegamento dell'impianto in doppia antenna a 380 kV su una nuova sezione a 380 kV in GIS della esistente Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) 220/150 kV della RTN TERNA "Sulcis", previo:

- sostituzione della linea RTN 220 "Sulcis - Villasor" con nuova linea a 380 kV;
- realizzazione di una nuova sezione a 380 kV della SE 220/150 kV denominata Villasor, da raccordare alla linea RTN 380 kV "Ittiri – Selargius".

In seguito, in data 23/09/2021 la società Ichnusa Wind Power S.r.l. ha richiesto l'emissione di ordinanza, relativamente all'esecuzione di indagini scientifiche e tecniche da effettuarsi sul fondale marino antistante la costa sud occidentale del Mar di Sardegna, all'Ufficio Circondariale Marittimo di Portoscuso e all'Ufficio Circondariale Marittimo di Carloforte.

In data 27/09/2021, la Società ha richiesto il rilascio di nulla osta per l'esecuzione di dette indagini nell'ambito portuale di Portovesme e al di fuori dello stesso all'Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna e alla Regione Sardegna. Detti Enti hanno rilasciato il proprio nulla osta rispettivamente in data 13/10/2021 ed il 26/11/2021.

In data 20/10/2021, sia l'Ufficio Circondariale Marittimo di Portoscuso che quello di Carloforte hanno espresso il proprio parere favorevole all'esecuzione delle indagini scientifiche e tecniche, come da richiesta della Società. Successivamente, il 07/12/2021 l'Ufficio Circondariale Marittimo di Portoscuso ha emesso l'ordinanza n. 28/2021, con la quale ha reso noto lo svolgimento delle indagini da parte della Società proponente.

Relativamente alla valutazione degli impatti del progetto, per quanto attiene la tematica dell'avifauna è stata svolta un'accurata campagna ornitologica in sito sviluppata tra il periodo di migrazione autunnale del 2021 e il settembre 2022 a cura della Ornithologica Italiana e dalla Anthus snc, mediante l'impiego di tecnologia Radar, monitoraggio da punti fissi sulla costa Sarda, installazione di dispositivi GPS su Berte maggiori e Falchi della regina e transetti nel sito di installazione. È stato, inoltre, elaborato il modello di rischio di collisione dal Dott. Camillo Cusimano della stazione ornitologica Aegithalos dell'Università di Palermo.

Tra il 21/09/2022 e il 04/10/2022, il Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto per lo studio degli impatti Antropici e Sostenibilità in ambiente marino (CNR-IAS) di Oristano, mediante il coordinamento scientifico del Dott. Paolo Magni, su incarico del proponente, ha condotto dei test presso i laboratori dell'Istituto CNR di Oristano, Genova e Capo Granitola, ai fini della Caratterizzazione Ambientale delle aree marine nel Mare di Sardegna Sud Occidentale propedeutiche al progetto. Inoltre, il CNR di Oristano, sotto la guida del Dott. Giovanni De Falco, ha sviluppato l'interpretazione dei dati geofisici raccolti mediante apposite campagne strumentali nel sito di installazione comprendenti (SSS, MBES, SBP, MAGnetometro e indagini mediante ROV). Per quanto concerne l'interpretazione dei dati strumentali e immagini ROV riguardanti il coralligeno e la posidonia, il proponente si è avvalso del predetto CNR di Oristano e del Conisma (Università di Palermo).

Con riguardo alle indagini archeologiche a mare, sono state svolte apposite indagini strumentali i cui risultati sono stati analizzati dal dott. Francesco Tiboni archeologo subacqueo e navale della ASPS Servizi Archeologici s.n.c.

Gli studi archeologici a terra sono stati invece condotti dalla società di servizi archeologici Novelune.

La proponente ha provveduto a depositare la documentazione di progetto in data 07/04/2023 avviando la procedura di Provvedimento Unico in materia Ambientale (PNIEC-PNRR) con codice 9680, alla quale si sono succedute, durante la fase consultiva, diverse osservazioni, tra cui:

- osservazione del 08/04/24 da parte di Acme Energia Solare Srl, prot. m_amte.MASE.REGISTRO UFFICIALE.ENTRATA.0063968.04-04-2024;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
7 di 1053

- osservazioni della Commissione Tecnica PNRR-PNIEC prot. m_amte.CTVA.Registro Ufficiale.U.0002477.26-02-2024) e della Regione Sardegna (RAS AOO 05-01-00 Prot. Uscita n. 24055 del 08/08/2023);
- osservazioni della Regione Autonoma Sardegna – Assessorato alla difesa dell’Ambiente prot. M_amte.MASE.REGISTRO UFFICIALE.INGRESSO.0139629.04-09-2023.

In accoglimento di alcune specifiche osservazioni tra quelle sopra elencate, la configurazione della sezione onshore del progetto ha subito, rispetto a quando descritto nello Studio di Impatto Ambientale cod. “C0421YR03RELSIA00”, rilevanti modifiche. Nello specifico ci si riferisce a:

- osservazione di Acme Energia in cui viene evidenziata la sovrapposizione della nuova SE di smistamento “Villasor 380” e di alcuni tratti dell’elettrodotto 380 kV ivi connesso con una porzione dei terreni nella disponibilità di Acme Energia Solare Srl destinati all’installazione di una parte dell’impianto fotovoltaico (ID 9278);
- osservazione della Società Enel Green Power in cui viene evidenziata la sovrapposizione dell’elettrodotto di esportazione 220 kV con sottoservizi vari (condotte acqua mare, cavidotti).
- punti n. 7.3 e 7.4 delle osservazioni della Commissione Tecnica PNRR-PNIEC e della Regione Sardegna, in cui si chiede di elaborare un’alternativa progettuale che preveda il totale o parziale interrimento della linea aerea a farsi, o in alternativa, l’utilizzo di sostegni architettonici per mitigare l’impatto sul paesaggio;
- osservazioni della Regione Autonoma Sardegna – Assessorato alla difesa dell’Ambiente, in cui si suggeriva l’interrimento della linea elettrica a farsi per la mitigazione degli impatti paesaggistici.

Ulteriori modifiche discendono:

- dallo spostamento della stazione utente di trasformazione, misura e consegna “Sulcis” in località Portoscuso per indisponibilità alla vendita (da parte dei rispettivi proprietari) dei terreni inizialmente ipotizzati per la stazione con sua ricollocazione in area limitrofa su terreni di proprietà del Consorzio SICIP il cui Consiglio di Amministrazione ha positivamente deliberato in merito alla concessione d’uso quarantennale (eventualmente estendibile);
- dalle indicazioni del tavolo tecnico con TERNA, di cui la Proponente è Capofila, in merito a possibili interferenze con le aree dell’impianto agrivoltaico denominato “Villasor” della potenza complessiva di 72 MW (codice procedura ID 10378) proposto dalla società Alfa Ariete s.r.l..

Nel capitolo 7 si riporta una descrizione dettagliata del progetto aggiornato sulla base delle osservazioni e modifiche sopra elencate.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
8 di 1053

5. FINALITÀ DELLA PROCEDURA DI VALUTAZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE

La Valutazione di Impatto Ambientale è stata introdotta nell'ordinamento comunitario tramite la Direttiva 85/337/CEE e ss.mm.ii., concernente la valutazione di impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, approvata dal Consiglio il 27/06/1985 e successivamente modificata con la Direttiva 2011/92/UE e ss.mm.ii.

La VIA consiste in un procedimento amministrativo finalizzato alla valutazione preventiva degli effetti derivanti dalla realizzazione di opere di rilevante impatto ambientale e, se possibile, alla definizione di misure di mitigazione o compensazione. Ciò al fine di ridurre o evitare tale impatto o prevenirlo in una fase precedente a quella di autorizzazione alla costruzione del progetto. Relativamente alla normativa di livello nazionale, la VIA è regolamentata dal Testo Unico Ambientale (D.lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii.), Parte II.

Come strumento di ausilio al procedimento decisionale, la VIA viene in genere considerata come una salvaguardia ambientale di tipo proattivo che, anche tramite la partecipazione e la consultazione del pubblico, può aiutare a superare i timori più generali di carattere ambientale e a rispettare i principi definiti nelle varie politiche (Relazione della Commissione al Parlamento Europeo ed al Consiglio sull'applicazione e sull'efficacia della direttiva 85/337/CEE e ss.mm.ii.).

La VIA si ispira ai principi europei e nazionali di prevenzione, di precauzione e di integrazione. Ai sensi del principio di prevenzione, nel preambolo della direttiva VIA si legge che "la migliore politica ecologica consiste nell'evitare fin dall'inizio inquinamenti ed altre perturbazioni anziché combatterne successivamente gli effetti". Con tali presupposti, il presente Studio rappresenta il principale strumento per valutare la compatibilità con l'ambiente degli effetti che l'intervento potrà determinare.

In conformità al principio di precauzione, l'oggetto della VIA consiste in un'analisi globale degli effetti "diretti e indiretti" che possono derivare dalla realizzazione di un progetto sui fattori di seguito indicati:

- Popolazione e salute umana;
- Biodiversità, con particolare riferimento alle specie e agli habitat protetti in virtù della Direttiva n. 92/43/CEE e della Direttiva n. 2009/147/CE;
- Territorio, suolo, acqua, aria e clima;
- Beni materiali, patrimonio culturale, paesaggio;
- Interazione tra i fattori di cui ai punti precedenti.

Relativamente al principio di integrazione, infine, la VIA analizza anche le esigenze connesse con la tutela dell'ambiente, le quali devono essere integrate nella definizione e nell'attuazione delle politiche e azioni dell'Unione Europea, a sostegno di uno sviluppo di tipo sostenibile.

Pertanto, nel presente Studio la proponente mira ad individuare in modo integrato le molteplici interconnessioni sussistenti tra l'opera proposta e l'ambiente che deve ospitarla, inteso come "*sistema complesso delle risorse naturali ed umane e delle loro interrelazioni*".



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
9 di 1053

6. MOTIVAZIONI DEL PROGETTO

Il progetto si inserisce nel contesto delle iniziative intraprese dal consorzio costituito da CIP (Copenhagen Infrastructure Partners) e GreenIT (costituito da ENI – Plenitude e CdP Equity) e mirate alla produzione energetica da fonti rinnovabili a basso impatto ambientale.

Esso consiste nella realizzazione di un parco eolico a mare su fondazioni galleggianti e risulta pienamente coerente con il quadro di pianificazione e programmazione nazionale in materia energetica di riferimento. In particolare, la Direttiva n. 2018/2001/EU (Renewable Energy Directive) ha fissato l'obiettivo vincolante consistente in una quota minima complessiva pari il 32% di energia da produrre tramite lo sfruttamento di fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia entro il 2030, con possibilità di innalzamento del target. A tal proposito, l'Unione Europea sta puntando all'obiettivo del 40%, tramite tre atti legislativi:

- La Direttiva 2018/410/UE sul sistema per lo scambio di quote di emissioni;
- Il Regolamento 2018/842/UE sulla condivisione degli sforzi;
- Il Regolamento 2018/841/UE relativo all'uso del suolo, ai cambiamenti di uso del suolo e alla silvicoltura.

Inoltre, con il The 2030 Climate Target Plan (Commissione Europea, 2020), la Commissione Europea ha suggerito l'innalzamento dell'obiettivo di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra del 55% rispetto ai livelli del 1990 entro il 2030.

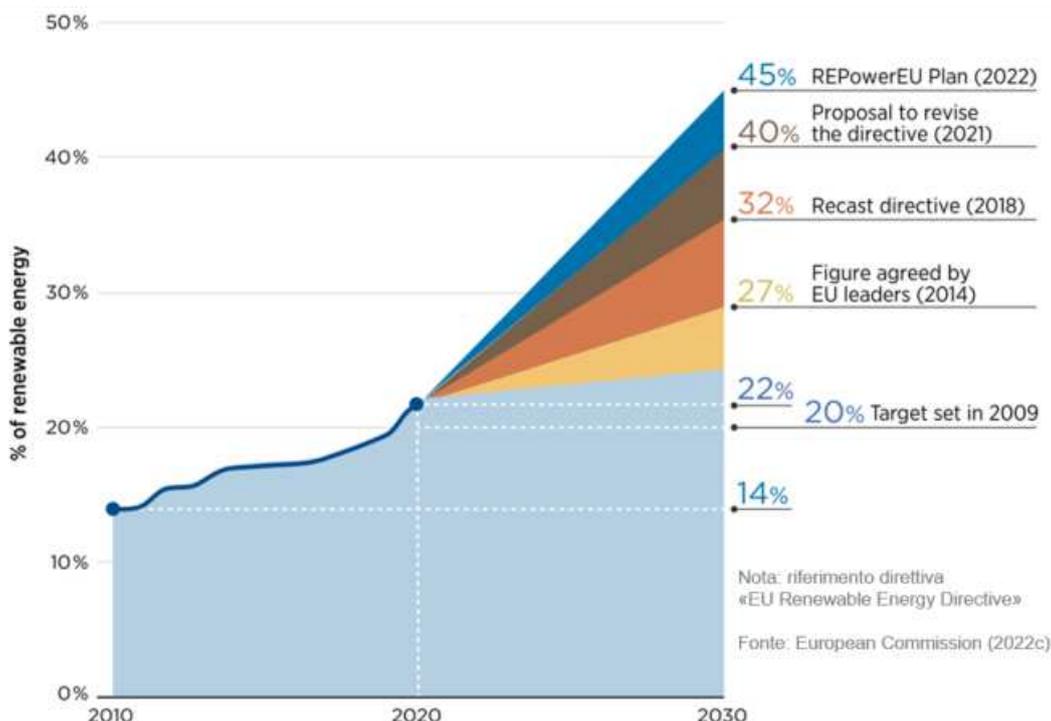


Figura 6.1 – Evoluzione dei target relativi alla quota di energia rinnovabile per il 2030.

Fonte: Sito ufficiale della Commissione Europea.

Alla luce degli ultimi eventi geopolitici, inoltre, sono emersi in maniera preponderante due temi ulteriori rispetto a quello strettamente ambientale: si tratta della sicurezza e dell'indipendenza energetica. In risposta a tali episodi, la Commissione Europea ha pubblicato in data 18/05/2022 il REPowerEU Plan (Commissione Europea, 2022), con il quale sono state definite misure miranti alla velocizzazione del processo di indipendenza energetica dai combustibili fossili forniti dalla Russia, processo che si intende realizzare entro il 2030.

Pertanto, la soluzione posta anche rispetto alle problematiche della sicurezza e dell'indipendenza energetica resta quella della transizione energetica. Il Piano REPowerEU si fonda su tre pilastri, ossia:



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 10 di 1053

- il risparmio energetico;
- la produzione pulita di energia;
- la diversificazione delle fonti energetiche nel territorio dell’Unione.

Infine, il Piano propone un ulteriore aumento del target relativo alla produzione energetica rinnovabile entro il 2030 al 45%. Ciò porterebbe la capacità complessiva di produzione di energia rinnovabile a 1236 GW entro il 2030.

La scelta di realizzare l’iniziativa nel mare prospiciente la costa sud–occidentale della Sardegna deriva dalle ottimali caratteristiche ambientali e geofisiche di tale area marina. Come affermato dal REPowerEU Plan, *“l’energia eolica, in particolare quella offshore, serba ottime potenzialità per il futuro: le risorse sono stabili e abbondanti e il consenso pubblico più ampio. L’Europa è già leader mondiale dell’eolico offshore. Per rafforzare ulteriormente la competitività mondiale dell’UE nel settore dell’energia eolica e conseguire gli obiettivi di REPowerEU grazie alla sua rapida espansione occorre rafforzare le catene di approvvigionamento e snellire in modo sostanziale le procedure di autorizzazione”*.

Per quanto riguarda la qualità della proposta, nel presente documento viene ampiamente illustrato come la scelta di posizionare l’impianto in acque profonde e lontane dalla costa, grazie all’utilizzo di innovative fondazioni galleggianti, riduca, sino a renderli trascurabili, gli impatti ambientali tipici delle installazioni offshore sino ad oggi proposte. Particolare attenzione è stata adottata per assicurare il minore impatto possibile nei confronti dell’avifauna e delle specie marine potenzialmente presenti nell’area.

È stato, altresì, affrontato il tema della compatibilità dell’impianto con le attività economiche presenti nei territori costieri (turismo, pesca ed attività connesse) ed è stato assicurato il rispetto dei numerosi vincoli di natura paesaggistica, archeologica, geologica, naturale e idrogeologica.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
11 di 1053

6.1. Inquadramento del fabbisogno energetico eolico in Italia

6.1.1. L'impegno italiano nelle tematiche energetiche

Nell'anno 2015 gli Stati membri della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici hanno sottoscritto l'Accordo di Parigi, così impegnandosi a limitare il riscaldamento globale a 2°C, facendo il possibile per limitarlo a 1.5° C rispetto ai livelli preindustriali. In linea con tale obiettivo, l'Unione Europea ha adottato il European Green Deal (COM/2019/640), tramite il quale ha definito nuovi target energetici e climatici estremamente ambiziosi, che richiederanno la riduzione dell'emissione dei gas climalteranti (Green House Gases, GHG).

L'Italia si impegna da anni nel perseguimento degli obiettivi posti dall'Unione Europea in materia di energia e ambiente. Con il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC – 2020) e con il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR – 2021) a seguito della crisi pandemica, il Governo ha posto i seguenti obiettivi:

- accelerare il processo di decarbonizzazione del Paese;
- favorire la crescita della produzione da fonti energetiche rinnovabili (FER);
- potenziare le infrastrutture di rete per accogliere l'aumento di produzione da FER e aumentare la resilienza a fenomeni estremi;
- aumentare l'efficienza energetica in tutti i settori e ridurre i consumi;
- incrementare la diversificazione delle fonti di energia dei relativi approvvigionamenti da Paesi terzi, nell'ottica di ridurre la dipendenza dalle importazioni di energia.

Tra i diversi obiettivi indicati dal PNIEC, l'Italia ha programmato la graduale cessazione della produzione elettrica da carbone entro il 2025, a favore di un mix energetico basato su una quota crescente di energia rinnovabile e, per la parte residua, sul gas.

I dati forniti dal Rapporto di Monitoraggio statistico degli obiettivi nazionali e regionali sulle FER – Anni 2012–2020 (GSE, 2022), pubblicati dal Gestore Servizi Energetici (GSE) nel luglio 2022, dimostrano come l'utilizzo delle Fonti Energetiche Rinnovabili sia cresciuto in maniera quasi costante nel corso degli ultimi anni. Peraltro, la quota dei consumi finali lordi complessivi coperti da FER nel 2020 è pari al 20.4% e, pertanto, per il settimo anno consecutivo risulta essere ben superiore al target assegnato all'Italia della direttiva 2009/28/CE, che è pari al 17%.

Tabella 6.1 – Principali obiettivi su energia e clima dell'UE e dell'Italia al 2020 e al 2030.

Rapporto di Monitoraggio statistico degli obiettivi nazionali e regionali sulle FER – Anni 2012–2020.

ENERGIE RINNOVABILI (FER)	Obiettivi 2020		Obiettivi 2030	
	UE	ITALIA	UE	ITALIA
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%	22%
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi per riscaldamento e raffrescamento			+1.3% annuo (indicativo)	+1.3% annuo (indicativo)

Inoltre, tramite l'approvazione del PNIEC, l'Italia intende raggiungere un totale del consumo finale lordo di energia da fonti rinnovabili pari al 30%, perseguendo un percorso di crescita sostenibile che miri alla completa integrazione di tali fonti all'interno del sistema energetico. 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.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
12 di 1053

Tabella 6.2 – Obiettivo FER complessivo al 2030.

Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima – 2020.

	2018	2019	2025	2030
Numeratore, Mtep	21605	21877	27168	33428
Produzione lorda di energia da FER, Mtep	10673	9927	12281	16060
Consumi fin. FER per riscaldamento e raffrescamento, Mtep	10673	10633	12907	15031
Consumi fin. FER nei trasporti, Mtep	1250	1317	1980	2337
Denominatore – Consumi finali lordi complessivi, Mtep	121406	120330	116064	111359
Quota FER complessiva, %	17.8	18.2	23.4	30.0

Il Rapporto Statistico 2020 sulle Fonti di Energia Rinnovabile in Italia (GSE, 2022) riporta i dati relativi alla produzione lorda di energia elettrica da FER per l'anno 2020, pari a 116.9 TWh, e rappresenta il 41.7% della produzione nazionale e il 37.6% del Consumo Interno Lordo di energia elettrica. La fonte che nel 2020 ha garantito il maggiore contributo alla produzione di energia elettrica da FER si riconferma essere quella idroelettrica (41%); seguono solare (21%), bioenergie (17%), eolica (16%) e geotermica (5%).

Tabella 6.3 – Obiettivo FER complessivo al 2030.

Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima – 2020.

Produzione energetica per fonte, GWh	2019	2020
Idraulica	46318.5	47551.8
Eolica	20202.0	18761.6
Solare	23688.9	24941.5
Geotermica	6074.9	6026.1
Bioenergie	19562.6	19633.8
Totale FER	115846.9	116914.7
Produzione lorda complessiva	293853	280531
Totale FER/Produzione complessiva	39.4%	41.7%
Consumo Interno Lordo	330159	310787
Totale FER/CIL	35.1%	37.6%

Con riguardo all'anno 2021, come riportato dal Rapporto trimestrale – Energia e clima in Italia (GSE, 2022), risultano installati c.a. 58 GW di impianti di produzione elettrica da fonti rinnovabili, con una prevalenza della fonte solare concentrata (23 GW), seguita da quella idraulica (19 GW) e, infine, eolica (11 GW). Tuttavia, i dati relativi alla produzione annuale mostrano un trend di produzione da FER in diminuzione rispetto all'anno precedente (-2%), per un totale di 116 TWh. In ogni caso, si è rinvenuta una crescita di c.a. il 12% per quanto riguarda la produzione da energia eolica.

Come si può notare, la fonte più utilizzata si riconferma essere quella idraulica anche per l'anno 2021 (39%), seguita da quella solare (22%) ed eolica (18%).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
13 di 1053

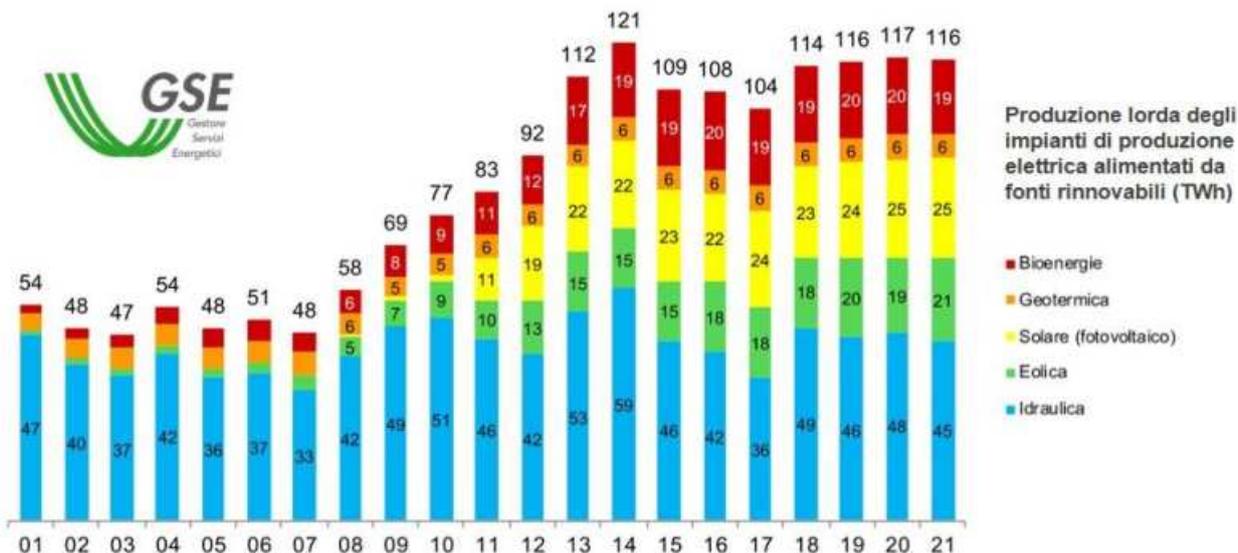


Figura 6.2 – Produzione lorda degli impianti di produzione elettrica alimentati da fonti rinnovabili (TWh).

Fonte: (GSE, 2022).

In Italia nel 2022, la potenza eolica è **umentata di 526 MW** con l'**aggiunta di circa 208 nuovi impianti**. Al 31 dicembre 2022 il totale della potenza eolica in Italia, al netto delle dismissioni, è stata di 11.848 MW. La crescita si attesta del 30.2% rispetto all'anno precedente, in cui sono stati installati impianti per 404 MW.

6.1.2. Strategie europee, nazionali e regionali per lo sviluppo dell'eolico offshore

Più volte l'Unione Europea ha affermato la necessità di accelerare il processo di decarbonizzazione del sistema energetico ed economico e, dunque, di transizione verso un'economia a zero emissioni in grado di garantire la sicurezza dell'approvvigionamento energetico ed il relativo accesso.

Partendo dalla ratifica dell'Accordo di Parigi, passando per l'emanazione del European Green Deal e della Legge sul clima, l'Unione Europea ha esplicitato il proprio sostegno per lo sfruttamento sostenibile degli spazi marittimi e, pertanto, per la diffusione degli impianti produttivi di energia pulita di tipo offshore, tramite anche l'approvazione della Strategia europea per le energie rinnovabili offshore del 16 febbraio 2022. Con tale Strategia, il Parlamento Europeo ha dimostrato di credere nelle potenzialità delle tecnologie offshore, relativamente alle quali l'Unione risulta essere leader e, conseguentemente, vi è stata una rilevante riduzione del costo medio delle tecnologie impiegate in tale ambito. Inoltre, sono numerosi i bacini marini che, in aggiunta a quello oramai assodato del Mare del Nord, possono essere utilizzati, tra i quali figura quello Mediterraneo. Più precisamente, viene evidenziato che proprio nel Mar Mediterraneo vi è un elevato potenziale naturale relativamente all'energia eolica prodotta da turbine galleggianti e che, peraltro, il loro utilizzo permette di ridurre gli impatti che tali impianti hanno sull'ambiente, sul paesaggio e sulle attività produttivo-economiche svolte a terra e in mare, tanto da renderli trascurabili.

Sulla base dei 25 GW di capacità eolica offshore attualmente installata in Europa, la Commissione Europea ritiene realistico e realizzabile l'obiettivo di disporre entro il 2030 di una capacità installata di almeno 60 GW di energia eolica offshore e di almeno 1 GW di energia oceanica, in modo da raggiungere rispettivamente 300 GW e 40 GW di capacità installata entro il 2050.

In Italia, come indicato nel PNIEC, si è posto di raggiungere nel 2030 una produzione eolica offshore pari a 900 MW. Il conseguimento di tali obiettivi apporterebbe notevoli benefici in termini di decarbonizzazione della produzione di energia elettrica e creerebbe importanti benefici in termini di occupazione e crescita, contribuendo in tal modo alla ripresa post-COVID-19 e consentendo all'UE di imporre la propria leadership nel settore delle tecnologie pulite, a beneficio del doppio obiettivo della neutralità climatica e dell'inquinamento



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
14 di 1053

zero. Tuttavia, per conseguire entro il 2050 l'obiettivo di una capacità installata di 300 GW di energia eolica offshore, il settore ha bisogno di un imponente cambiamento di scala in meno di trent'anni, ad una velocità che non ha precedenti nello sviluppo di altre tecnologie energetiche.

Tabella 6.4 – Obiettivi di crescita della potenza (MW) da fonte rinnovabile al 2030.

Fonte: PNIEC, 2020.

Fonte	2016	2017	2025	2030
Idrica	18641	18863	19140	19200
Geotermica	815	513	920	950
Eolica	9410	9766	15950	19300
di cui offshore	0	0	300	900
Bioenergie	4124	4135	3570	3760
Solare	19269	19682	28550	52000
di cui CSP	0	0	250	880
Totale	52258	53259	68130	95210

La Regione Sardegna con il Piano Energetico ed Ambientale 2015–2030 (PEARS) governa lo sviluppo del sistema energetico regionale con il compito di individuare le scelte fondamentali in campo energetico sulla base delle direttive e delle linee di indirizzo definite dalla programmazione comunitaria e nazionale, con l'obiettivo strategico di raggiungere per l'anno 2030 la riduzione delle emissioni di CO₂ associate ai consumi della Sardegna del 50% rispetto ai valori stimati per il 1990.

Per quanto riguarda le strategie da adottare per il settore eolico, il PEARS pone l'attenzione sulla necessità di compiere una ulteriore ricognizione delle aree idonee all'installazione degli impianti eolici onshore, al fine di indirizzare gli operatori del mercato verso scelte funzionali agli obiettivi regionali di produzione di energia FER, e al fine di definire successivamente per via legislativa un termine di riferimento quantitativo oltre il quale l'affollamento degli impianti è da ritenersi insostenibile dal punto di vista paesaggistico, del consumo del territorio e del grado di saturazione dell'infrastruttura di rete, oltre che non funzionale al raggiungimento degli obiettivi regionali.

Anche se lo strumento di pianificazione energetico della Sardegna non cita esplicitamente l'eolico offshore, la scelta di realizzare un impianto di produzione di energia da fonte eolica a distanze considerevoli dalla costa (minimizzando l'impatto visivo) risulta essere la scelta più sostenibile ai fini della tutela del paesaggio sardo.

6.1.3. La questione del phase-out da carbone della Sardegna

Come già riferito, tra gli obiettivi a lungo termine indicati nel PNIEC, vi è la graduale cessazione della produzione elettrica da carbone entro il 2025. L'addio al carbone in Italia farà venire meno circa 8 GW di capacità installata e attualmente distribuita tra otto impianti, tra cui le centrali Enel dislocate in Sardegna.

Alla luce di tale obiettivo, è fondamentale che, accanto alla programmazione relativa alla dismissione degli impianti a carbone, vi sia una visione strategica che miri a promuovere in maniera sinergica l'ingente aumento della capacità energetica da fonte rinnovabile. Infatti, tale accrescimento degli impianti FER è necessario al fine di soddisfare la domanda energetica, assicurando la sicurezza e la continuità dell'approvvigionamento energetico.

Nel Rapporto Adeguatezza Italia 2021 (Terna S.p.a., 2021), il gestore del sistema di trasmissione della rete nazionale ha affermato che, ai fini della decarbonizzazione della regione Sardegna, sarà necessaria la



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
15 di 1053

realizzazione di nuova capacità per 500 MW di Capacità Disponibile in Probabilità (CDP)². In particolare, si ritiene che, alla luce della peculiare condizione che caratterizza l'isola (tra cui soprattutto la presenza di una rete poco magliata), il nuovo approvvigionamento dovrà essere distribuito per 200 MW di CDP nell'area nord dell'isola e per 300 MW nell'area sud.

Inoltre, il Rapporto riporta anche preziose informazioni relative alla *Loss of Load Expectation* (LOLE)³, relativamente alla quale la soglia massima ammissibile per il sistema elettrico italiano è pari a 3 h/anno. Ebbene, la Sardegna risulta essere l'area maggiormente esposta al rischio di mancata copertura di carico a livello nazionale, in quanto il valore medio di LOLE è superiore a 50 h/anno e ciò a causa del mancato contributo delle fonti rinnovabili non programmate.

La chiusura delle centrali a carbone in Sardegna e, in particolare, della Centrale termoelettrica Enel "Grazia Deledda" situata nell'area industriale di Portovesme, rappresenta una problematica di difficile soluzione per i seguenti motivi:

- la conversione di tali strutture in impianti alimentati a gas naturale risulta di difficile attuazione per tutta la Sardegna poiché l'isola, ad oggi, è priva di tale risorsa e non è servita da alcun metanodotto;
- la dismissione del carbone come fonte fossile per la produzione energetica potrebbe costituire un serio pericolo principalmente per la sopravvivenza e la ripresa produttiva degli stabilimenti industriali che si approvvigionano di energia dalle centrali elettriche attualmente funzionanti a carbone.

Inoltre, si deve evidenziare che la Centrale "Grazia Deledda" ha funzionato negli ultimi anni ad un tasso di capacità produttiva inferiore al 25% ed è stata dichiarata da Enel non essenziale, in quanto non più indispensabile a garantire il controllo delle tensioni nella porzione di rete del sistema elettrico sardo.

Pertanto, la proposta di realizzare con il presente progetto un parco eolico galleggiante al largo della costa sud-occidentale della Sardegna, con immissione dell'energia prodotta nel territorio del Sulcis, oltre a perseguire gli obiettivi energetici nazionali previsti dal PNIEC, consente di supplire con FER al deficit di produzione energetica che si verrà a creare nell'area industriale del Sulcis con la chiusura delle centrali a carbone al 2025, contribuendo alla salvaguardia occupazionale dei siti produttivi locali.

² CDP: il fabbisogno di capacità necessaria per garantire l'adeguatezza si misura in Capacità Disponibile in Probabilità (CDP). La CDP viene calcolata riducendo convenzionalmente la potenza efficiente netta attraverso appositi tassi di de-rating che tengono conto dell'effettiva disponibilità di ciascuna specifica risorsa.

³ LOLE: il totale delle ore all'anno in cui quota parte della domanda di energia elettrica non è soddisfatta per vincoli del parco di generazione e/o del sistema di trasmissione



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
16 di 1053

7. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'energia eolica offshore è senz'altro la fonte energetica rinnovabile più importante per il contrasto ai cambiamenti climatici, per il raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione e l'incremento della stabilità e sicurezza degli approvvigionamenti del sistema energetico nazionale. Malgrado ciò, nel nostro Paese, il suo sfruttamento stenta a partire fatto salvo l'unico impianto da 30 MW installato e operativo nella rada esterna del Porto di Taranto.

Tra le cause di questa inerzia agisce principalmente l'avversione delle comunità locali, spesso giustificata, nei confronti di proposte tecniche eccessivamente vicine alle coste e inclini a generare sensibili impatti visivi e interferenze con attività antropiche economicamente importanti per i territori costieri (turismo, pesca, ed attività connesse).

Tale vicinanza, dettata dall'esigenza tecnica di bassi fondali per l'utilizzo di sistemi di fondazione fissi, può però essere eliminata attraverso l'utilizzo di tecnologie innovative e sistemi di fondazione galleggianti (rif. Figura 7.1).

Questi sistemi offrono il vantaggio di poter utilizzare aree marine profonde e molto distanti dalle coste, dove i venti sono più intensi e costanti e la percezione visiva dalla terraferma è estremamente ridotta, mitigando così gli impatti legati alle alterazioni del paesaggio tipici degli impianti realizzati sulla terraferma o in prossimità delle coste.



Figura 7.1 – Illustrazione schematica delle diverse tipologie di fondazione.

In quest'ottica, il progetto di Ichnusa Wind Power Srl propone la realizzazione di un impianto offshore per la produzione di energia elettrica da fonte eolica collocato nelle acque profonde del Mare di Sardegna sud-occidentale nel settore geografico ovest-nord-ovest delle coste di Portoscuso e dell'isola di San Pietro a oltre 35 km dalle più vicine coste sarde.

L'impianto di produzione eolica garantirà una potenza nominale massima pari a 504MW attraverso l'utilizzo di 42 aerogeneratori e 2 sottostazioni elettriche di trasformazione sostenuti da innovative fondazioni galleggianti. L'impianto consentirà la produzione di energia per complessivi 1647 GWh/anno sufficienti a compensare il fabbisogno elettrico di oltre 600 mila famiglie.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
17 di 1053

L'impiego di questi sistemi consente l'installazione in aree marine profonde e molto distanti dalle coste, dove i venti sono più intensi e costanti e la percezione visiva dalla terraferma è estremamente ridotta, mitigando così gli impatti legati alle alterazioni del paesaggio tipici degli impianti realizzati sulla terraferma o in prossimità delle coste. La collocazione del parco, frutto di una approfondita conoscenza delle caratteristiche del sito, armonizza le risultanze di studi e consultazioni finalizzati alla migliore integrazione delle opere all'interno del contesto naturale e antropico pre-esistente.

L'opera in oggetto, nella sua completezza, si sviluppa secondo una componente a mare (sezione offshore), dedicata prevalentemente alla produzione di energia, ed una a terra (sezione onshore) destinata al suo trasporto e immissione nella rete elettrica nazionale.

Ciascun aerogeneratore (*Wind Turbine Generator – WTG*), con potenza nominale 12 MW, sarà costituito da un rotore tripala con diametro fino a 255 m calettato su torre ad una quota sul livello medio mare fino a 155 m. L'energia elettrica prodotta dalle turbine alla tensione di 66 kV sarà collettata attraverso una rete di cavi marini inter-array (*Inter-array cable – Iac*) e convogliata verso due sottostazioni elettriche offshore galleggianti (*Floating Offshore Substation – FOS*) per l'elevazione di tensione al livello 220 kV. Il trasporto dell'energia verso la terraferma avverrà con un elettrodotto di esportazione sottomarino (*Offshore export cable – Ofec*) fino ad un punto di giunzione a terra (*Transition Junction Bay – TJB*). L'energia sarà quindi trasportata, mediante elettrodotto di esportazione interrato (*Onshore export cable – Onec*), presso una sottostazione elettrica di trasformazione e consegna nel Comune di Portoscuso, ove sarà effettuata l'elevazione della tensione nominale da 220kV a 380kV. Da qui, un elettrodotto di connessione interrato (*Onshore connection cable – Oncc*), permetterà la connessione ad una nuova sezione a 380kV della esistente stazione RTN TERNA "Sulcis".

L'intervento prevede anche la realizzazione di opere della RTN Terna consistenti nel "[...] riclassamento a 380kV della linea 220kV "Sulcis-Villasor" [...] (e) [...] realizzazione di una nuova sezione a 380kV della SE 220/150kV denominata "Villasor" da raccordare alla linea RTN 380kV "Ittiri-Selargius. [...]" come da STMG formalmente accettata in data 19/06/2023. Gli interventi di riqualificazione e ammodernamento della linea, già previsti nella Proposta di Piano di Sviluppo TERNA 2023 nell'ambito dell'intervento "Dorsale sarda: HVDC Fiumesanto – Montalto (SAPEI 2) e Sardinian Link" oltre a traguardare i nuovi obiettivi di stabilità della rete e la capacità di trasporto previste dal Piano, costituirà anche una opportunità per ulteriori iniziative di produzione di energia da fonte rinnovabile, nonché il miglioramento dei servizi elettrici al territorio del Sulcis aumentandone l'efficienza e la fruibilità.

L'intervento di riclassamento prevede, nello specifico, la sostituzione dell'esistente elettrodotto aereo a 220 kV "Sulcis-Villasor" attraverso la costruzione di un nuovo elettrodotto a 380 kV cercando di mantenere il medesimo corridoio infrastrutturale.

In merito agli interventi suddetti, la Commissione Tecnica PNRR-PNIEC, con lettera prot. m_ante.CTVA.Registro Ufficiale.U.0002477.26-02-2024), ha richiesto di elaborare una alternativa progettuale che prevedesse il totale interrimento della suddetta linea o, in alternativa, il suo parziale interrimento combinato all'utilizzo di sostegni architettonici così da mitigare l'impatto sul paesaggio.

Nel recepire tale richiesta, il proponente ha quindi sviluppato nuove configurazioni di progetto.

Posto che la realizzanda linea "Sulcis-Villasor" costituirà parte della rete primaria 380kV, ovvero la più importante del sistema elettrico nazionale deputata alla regolazione di tensione e frequenza dell'energia distribuita, sono richiesti specifici requisiti di affidabilità e disponibilità che riverberano sulla stabilità, non solo della rete regionale, ma anche di quella nazionale. In tal senso, la soluzione con completo interrimento della linea è stata scartata per insuperabili criticità dal punto di vista tecnico sia in termini di affidabilità e sicurezza del sistema elettrico nazionale, sia in termini di ingombro dimensionale che gli standard tecnici impongono per tali tipi di opere.

La valutazione ambientale ha quindi riguardato due soluzioni tecniche di seguito indicate come:



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
18 di 1053

- Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo;
- Configurazione con elettrodotto aereo.

Se da un lato si ritiene che entrambe le soluzioni siano compatibili da un punto di vista ambientale, la decisione finale sulla compatibilità tecnica non è tuttavia appannaggio della Proponente e dovrà essere concertata, in sede di Conferenza dei Servizi, con il Gestore di rete TERNA e gli operatori terzi coinvolti nel relativo tavolo tecnico.

Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo

La configurazione (Figura 7.2) si svilupperà secondo:

- un elettrodotto interrato 380 kV in doppia terna di circa 20 km che collegherà la nuova sezione 380 kV TERNA Sulcis ad una stazione di compensazione della potenza reattiva nel territorio del Comune di Iglesias dove avverrà la transizione da elettrodotto in cavo ad aereo;
- un elettrodotto aereo 380 kV ST (Singola Terna) tra la stazione di transizione e la nuova stazione elettrica di smistamento “Villasor 380”;
- un elettrodotto aereo a 380 kV DT (Doppia Terna) di raccordo alla dorsale regionale 380 kV “Ittiri-Selargius”.

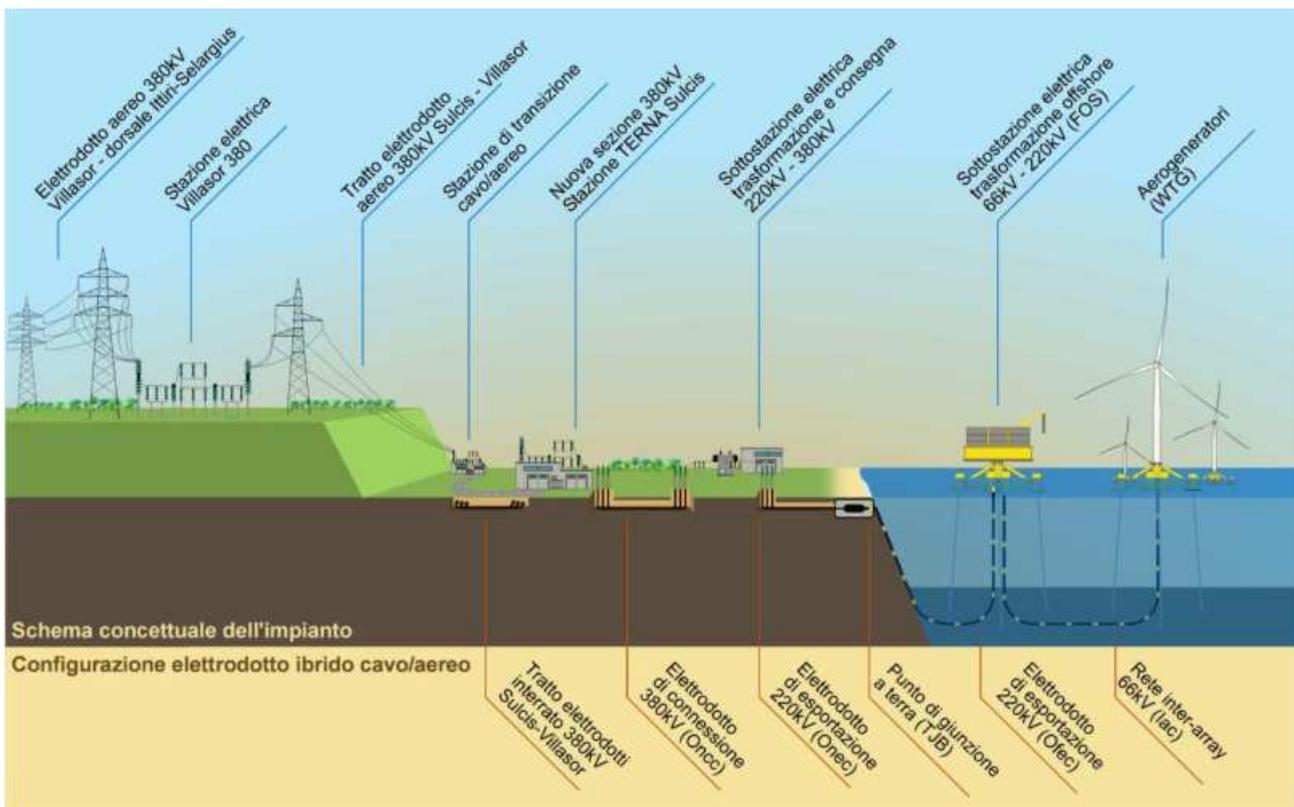


Figura 7.2 – Schema concettuale della configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo.

Elaborazione iLStudio.

Configurazione con elettrodotto aereo

Rispetto alla configurazione ibrida cavo/aereo sopra descritta, tale configurazione prevede (Figura 7.3) la sola sostituzione dell'elettrodotto ibrido “Sulcis-Villasor” con una soluzione completamente aerea, eliminando dunque il tratto interrato e la relativa stazione di transizione.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
19 di 1053

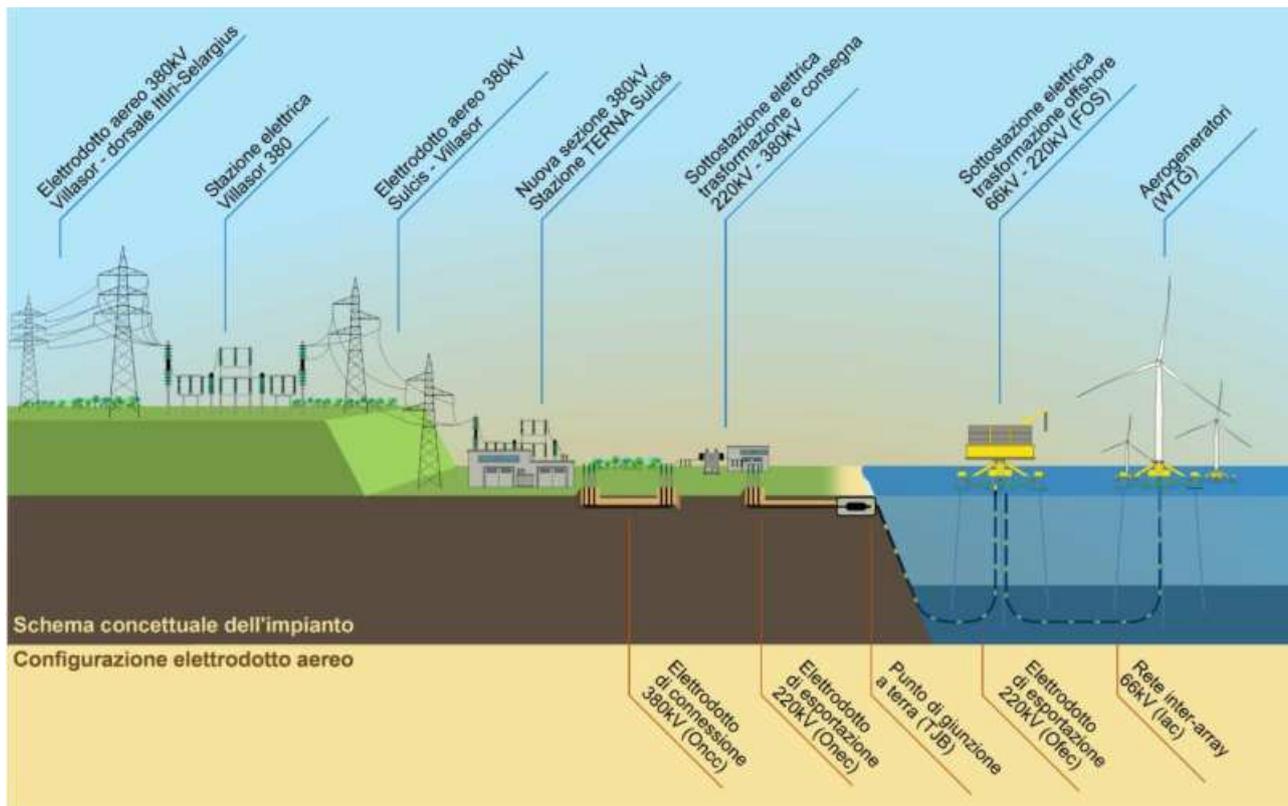


Figura 7.3 – Schema concettuale della configurazione con elettrodotto aereo.

Elaborazione iLStudio.

Il confronto topologico tra le due configurazioni, escluse le opere fino alla stazione utente Sulcis, è mostrato nelle successive figure.

Nel seguito del presente elaborato, laddove necessario per una completa valutazione, sono state considerate e confrontate entrambe le configurazioni di progetto di cui sopra.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
20 di 1053

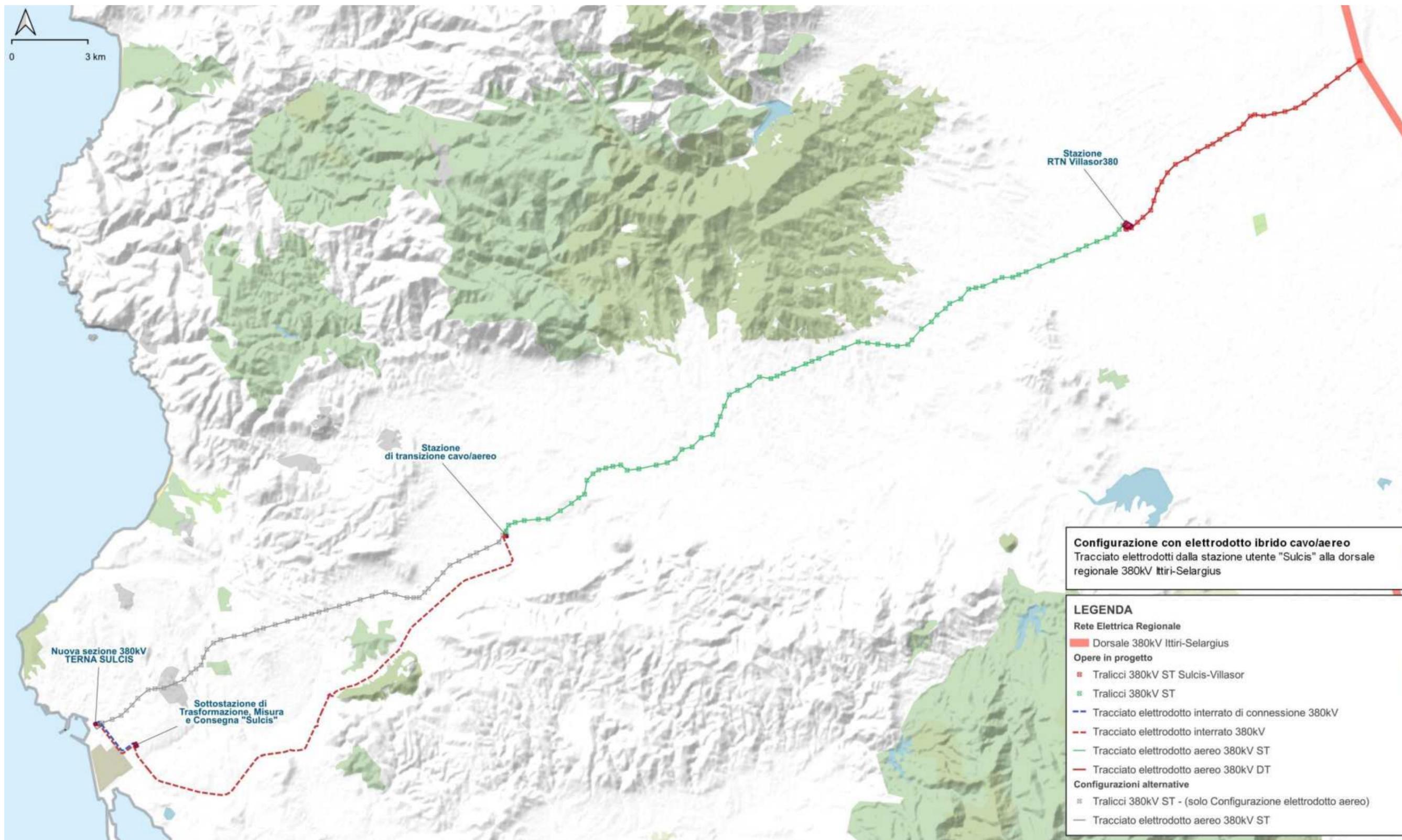


Figura 7.4 – Opere in progetto – Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo.
Elaborazione iLStudio



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
21 di 1053

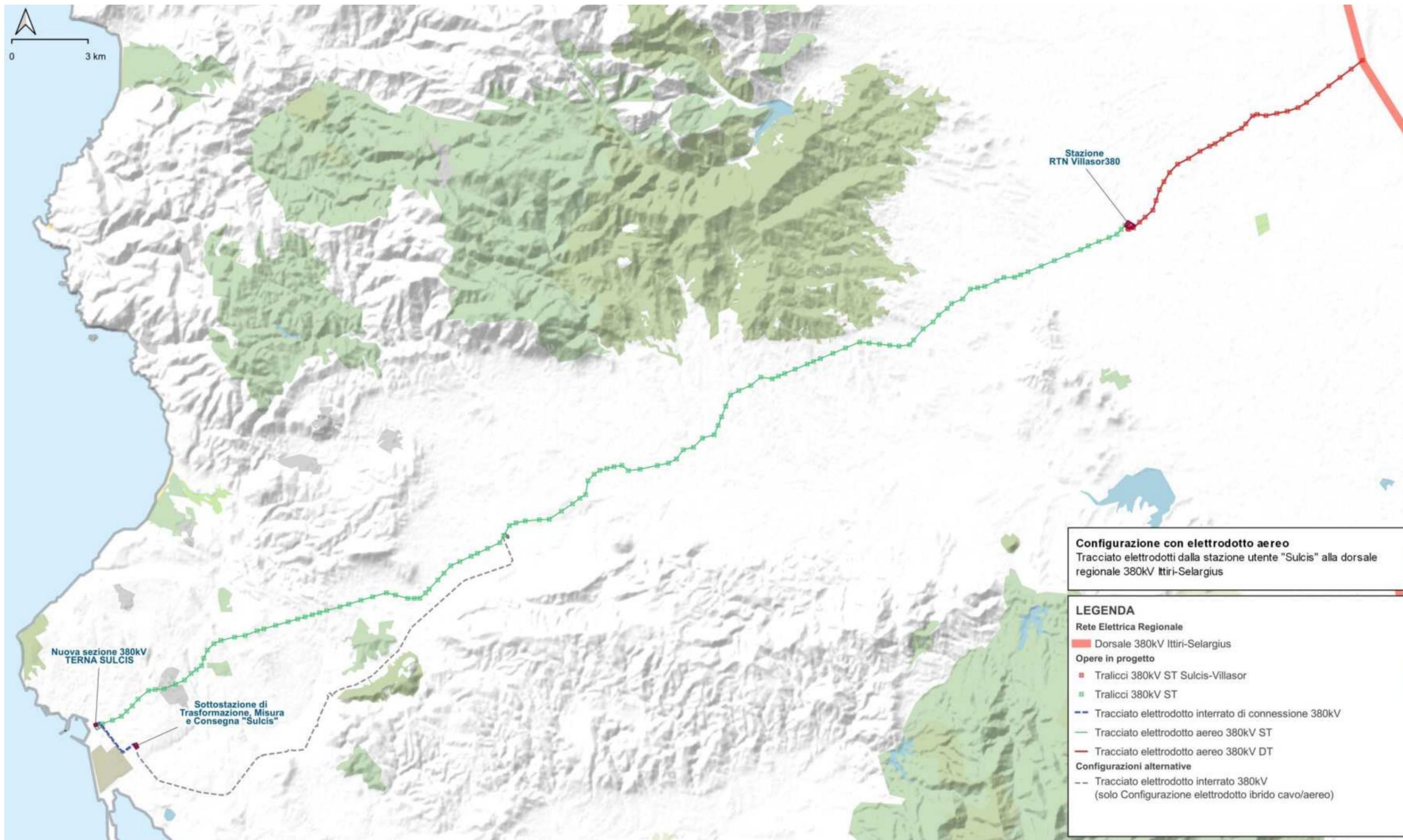


Figura 7.5 - Opere in progetto – Configurazione con elettrodotto aereo.
Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

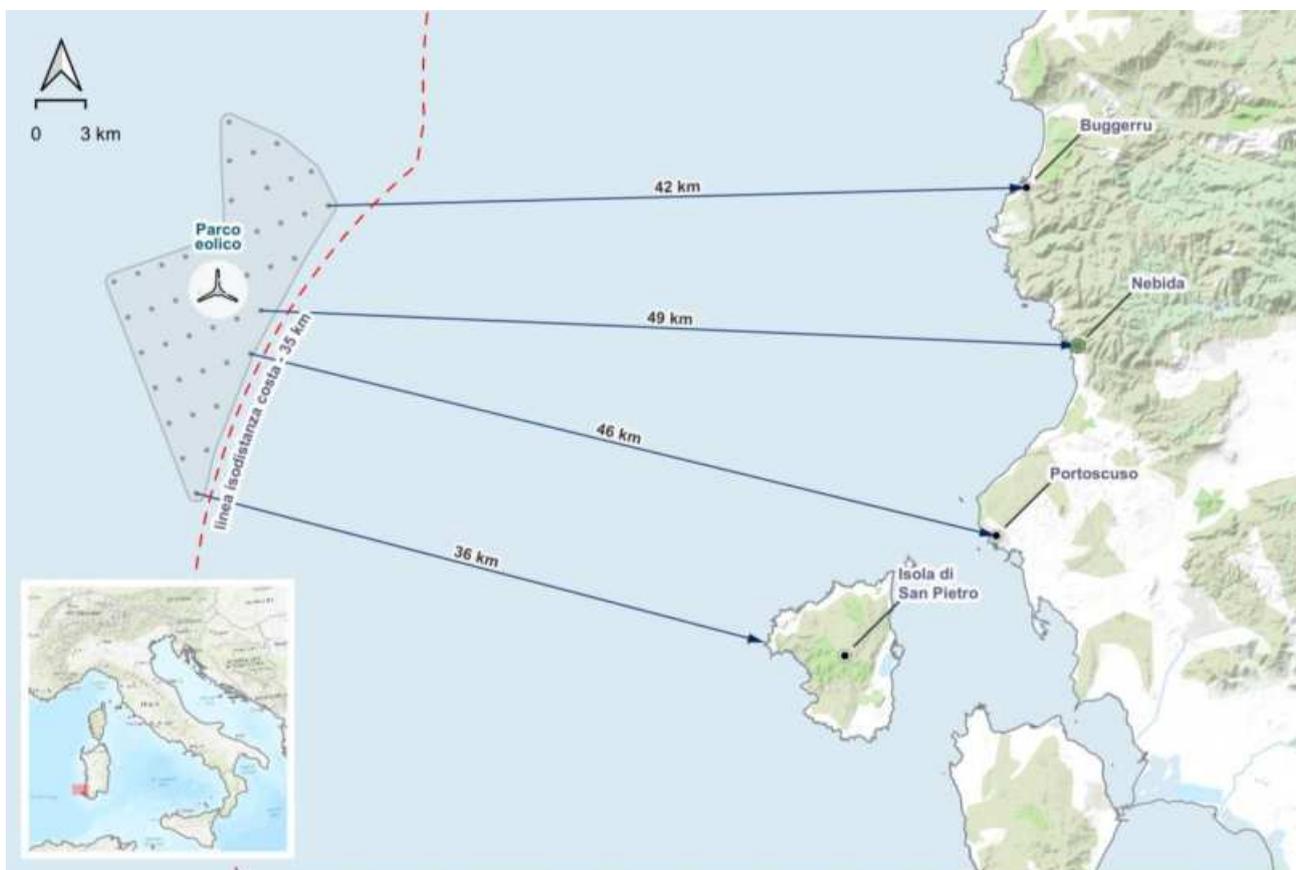
Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
22 di 1053

7.1. Criteri localizzativi e inquadramento dell'area di progetto

La collocazione del parco eolico e degli impianti ancillari di condizionamento, trasporto e consegna dell'energia elettrica presso la rete nazionale, è frutto di una approfondita conoscenza delle caratteristiche del sito e armonizza le risultanze di studi e consultazioni finalizzati alla migliore integrazione delle opere all'interno del contesto naturale e antropico pre-esistente.

Il parco eolico, ad esempio, si dispone su un'area marina con fondali profondi tra 350 e 700 metri così da rendere trascurabili gli impatti ambientali e visivi oltre ad escludere e/o minimizzare l'interferenza con aree protette, di pregio naturalistico o ecosistemi ricchi di biodiversità connotati da elevata produttività biologica e per questo di grande importanza per la conservazione delle specie e per la pesca. Parimenti, per le opere terrestri, sono contemplate tutte le forme di vincolo e/o tutela ambientale vigenti così come prescritte dalla normativa vigente.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Ubicazione parco eolico e distanza media da alcune località di riferimento.

Elaborazione iLStudio.

Figura 7.6 – Posizionamento del parco eolico galleggiante e distanze medie da alcune località di riferimento.

Elaborazione iLStudio.

È bene sottolineare che l'uso di tecnologie *floating* (flottanti, galleggianti), oggi caratterizzato da costi di costruzione ancora molto più elevati rispetto quelli caratteristici degli impianti eolici con fondazioni "fisse", è reso possibile solo attraverso la localizzazione degli impianti in aree marine dotate di requisiti necessari a garantire la sostenibilità economica della proposta progettuale.

Questi requisiti sono principalmente legati all'adeguatezza delle:

- Caratteristiche meteomarine del sito, con particolare riferimento al regime dei venti che condiziona la producibilità energetica dell'impianto;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
23 di 1053

- Caratteristiche geofisiche del sito, con particolare riferimento alla geomorfologia del fondale marino che condiziona la sicurezza del posizionamento delle fondazioni flottanti;
- Caratteristiche infrastrutturali del territorio, con particolare riferimento alla possibilità di connessione alla rete di trasporto dell'energia ed al livello di supporto logistico ed industriale del territorio;
- Criteri di sostenibilità ambientale, con particolare riferimento all'avifauna, ai mammiferi marini alla flora e fauna marina.

Per il progetto in esame, la verifica positiva di tali requisiti, eseguita mediante studi specialistici, costituisce il presupposto di sostenibilità economica che, al pari della verifica di sostenibilità ambientale, eseguita tramite accurati studi ambientali, territoriali, paesaggistici, archeologici, culturali e sociali, ha consentito lo sviluppo di una progettazione definitiva dell'impianto in grado di garantire il rispetto dei vincoli gravanti sia sull'area marina che su quella terrestre e, conseguentemente, la corretta definizione degli impatti ambientali associabili.

Sulla scorta degli studi effettuati, le localizzazioni individuate per il posizionamento in acque lontane e profonde delle unità eoliche galleggianti, così come per il punto di sbarco dei cavi elettrici o il punto di connessione alla RTN, costituiscono le migliori soluzioni tecnicamente possibili nel contesto territoriale esaminato, e garantiscono la salvaguardia degli aspetti paesaggistici ed ambientali cogliendo le migliori potenzialità presenti nei nostri mari in termini di produzione energetica.

7.1.1. Adeguatezza delle caratteristiche meteomarine del sito

Condizioni e parametri meteomarini di progetto

L'analisi delle condizioni meteomarine di progetto è stata effettuata con la collaborazione del consulente specializzato DHI (Dansk Hydraulic Institut). La base di studio è fondata su 42 anni di dati meteomarini (disponibili dal 1979 al 2020) sia per i venti che per le onde, estratti dal database MWM (Mediterranean Wind Wave Model) di DHI. I dati hindcast idrodinamici per corrente 3D, livello del mare e temperatura/salinità sono estratti dai database CMEMS (Copernicus Marine Environment Monitoring Service). Il confronto con i dati satellitari e le misurazioni disponibili hanno mostrato che tutti i modelli funzionano adeguatamente.

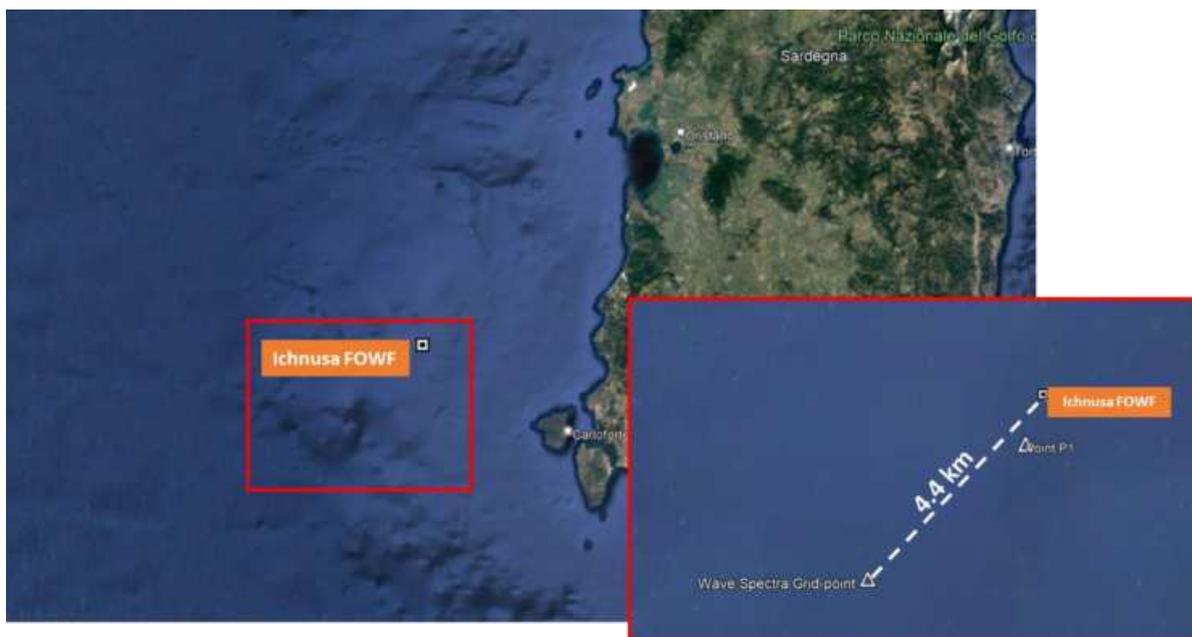


Figura 7.7 – Punto di estrazione dei dati meteomarini.

Elaborazione DHI.

I dati generali di vento e onda sono stati analizzati in un punto P1 (Figura 7.7) interno al sito del progetto,



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
24 di 1053

considerato rappresentativo delle condizioni del sito. Per quanto riguarda la distribuzione delle correnti e il livello del mare, sono stati combinati i dati CMEMS con quelli del modello Global Tide (DHI) per tenere conto dell'influenza delle maree. I risultati delle analisi dei valori normali ed estremi sono considerati rappresentativi delle condizioni meteomarine del sito del progetto.

La regione del Mediterraneo è una delle regionali ciclogenetiche più attive del mondo. Lo studio eseguito fornisce in merito una panoramica generale sui *medicane*, comprese le loro caratteristiche statistiche sulla base della letteratura disponibile, e fornisce anche una valutazione quantitativa delle potenziali altezze d'onda indotte sul sito di progetto, basata su simulazione numerica (Figura 7.8) a partire dai dati reali di tracciamento relativi a due medicane storici, *Ilona* (19 – 22 gennaio 2014) e *Rolf* (6 – 9 novembre 2011). In base ai risultati simulati, si ritiene che il passaggio di tempeste simil-tropicali sia statisticamente non determinante ai fini della stima delle onde estreme nell'area del Parco Eolico.

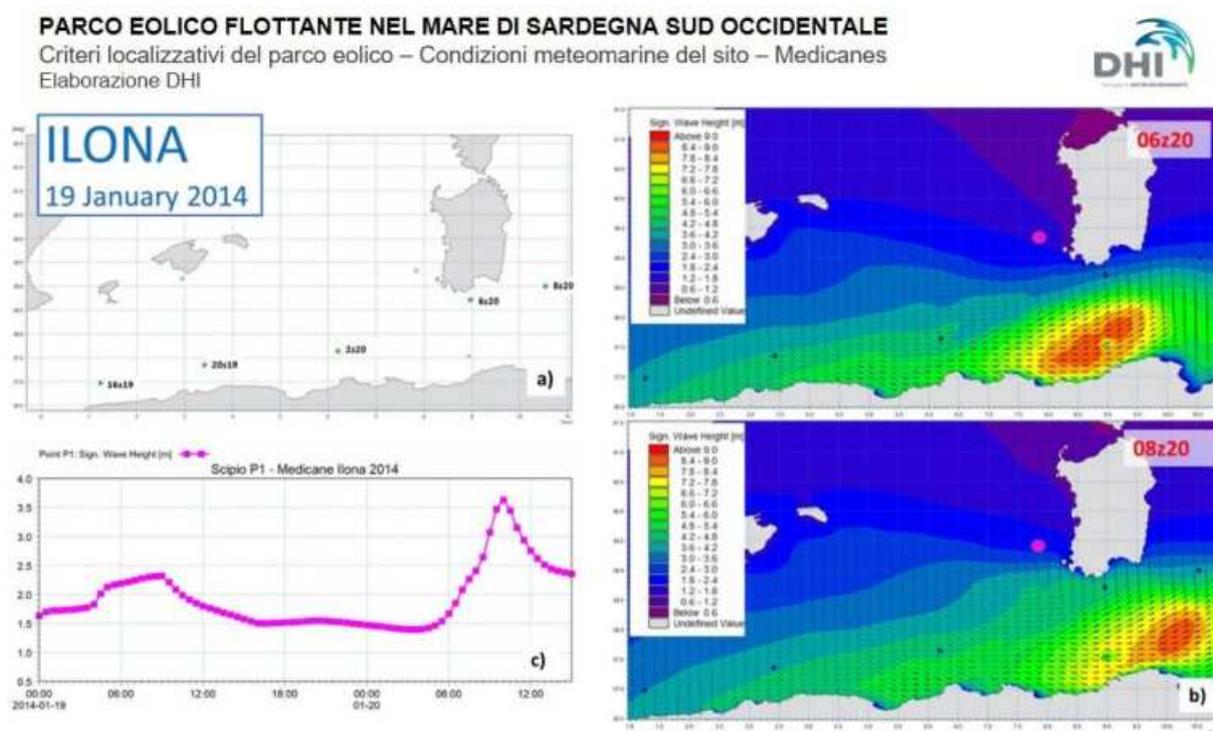


Figura 7.8 – Medicane Ilona: risultati della modellazione di onda.

Posizione dell'occhio del ciclone (a), campo d'onda durante il picco della tempesta (b) e la serie temporale di altezza d'onda significative presso il punto P1 del FOWF (marcatore magenta in b)). Elaborazione DHI.

Lo studio include infine una valutazione previsionale – qualitativa del potenziale impatto del Parco Eolico sull'ambiente fisico, ivi inclusa la modificazione del campo di vento, del moto ondoso e delle correnti, mostrando come l'effetto complessivo sia in realtà lieve o moderato su piccola scala e assolutamente trascurabile a scala regionale più ampia. La valutazione si è basata sulla più recente letteratura e, in generale, sui risultati di monitoraggio di vari progetti di parchi eolici offshore. Ulteriori dati sito specifici saranno disponibili per le fasi di progettazione esecutiva, grazie alle rilevazioni in campo di una boa meteoceanica per misurazioni scientifiche strumentata con FLIDAR (Floating – Light Detection And Ranging), correntometro e ondometro.

Regime anemologico e producibilità energetica

La valutazione della risorsa energetica del sito è stata effettuata in fasi successive: una prima valutazione durante gli studi di fattibilità preliminari ed una rivalutazione più approfondita in fase di preparazione del



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
25 di 1053

progetto definitivo con la collaborazione di un consulente specializzato in analisi anemologiche (C2Wind ApS⁴). La valutazione preliminare eseguita durante lo studio di fattibilità si è basata sui seguenti set di dati:

- mappe della ventosità del Global Wind Atlas;
- mappe della ventosità dello New European Wind Atlas;
- mappe della ventosità dell’Atlante Eolico Italiano RSE;
- dati storici del servizio MetOcean (DHI, 2020) elaborati secondo il modello NCEP CFSR (Climate Forecast System Reanalysis), periodo 1 gennaio 1979 – 31 maggio 2019 e relativi alla quota 10 mMSL.

Lo studio specialistico eseguito da C2Wind ApS, i cui risultati sono inclusi nella “Relazione tecnica – Analisi della producibilità del sito” cod. C0421BR09RELPRO00 allegata allo Studio di Impatto Ambientale, ha confermato le valutazioni preliminari e l’adeguatezza energetica del sito sulla base di robusti dataset e serie temporali estratte, per i punti di interrogazione riportati in Figura 7.9, a partire da modelli atmosferici hindcast e a mesoscala costituiti da:

- serie temporali a mesoscala a lungo termine (20 anni) estratte dal database commerciale Vortex in una posizione interna all’area di progetto. Il set di dati comprende valori della velocità e della direzione del vento insieme ad altri parametri ambientali per diverse quote di riferimento da 50 a 300 mMSL;
- serie temporali di rianalisi a lungo termine (30 anni) per i nodi dati prossimi alla posizione di progetto estratte dai dataset MERRA2 (Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications Version 2) ed ERA5 (ECMWF Reanalysis 5th Generation). La serie temporale di ERA5 comprende velocità e direzione del vento a 10 e 100 mMSL, mentre la serie MERRA2 comprende velocità e direzione del vento a 50 m MSL;

Tutte le serie di rianalisi sono state acquisite e analizzate utilizzando il software commerciale WindPRO 3.5.

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Criteria localizzativi del parco eolico - Velocità del vento
Elaborazione C2Wind

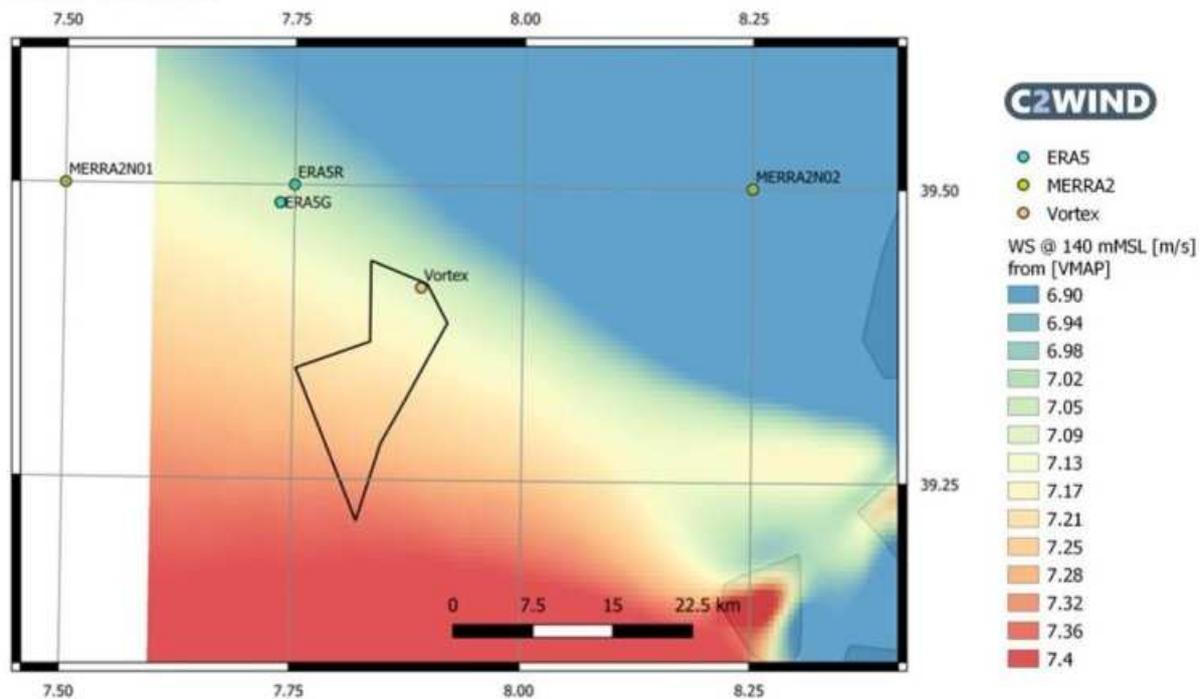


Figura 7.9 – Mappa della velocità media annua del vento a 140 mMSL.

Punti di estrazione dati per la valutazione della risorsa energetica. Elaborazione C2Wind.

⁴ C2Wind ApS è una società di consulenza danese costituita nel 2015 con ampia esperienza nell’eolico offshore. Per maggiori informazioni si rimanda alla pagina web <https://c2wind.com/>.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
26 di 1053

L'analisi ha evidenziato un clima eolico di lungo periodo assolutamente favorevole con velocità media stimata pari a circa 7.1 m/s @ 140 mMSL e cospicuo contenuto energetico nei settori di vento centrati sui 315 e 135 gradi nord (Figura 7.10). I risultati della valutazione anemologica sono riassunti nella tabella seguente.

Tabella 7.1 – Velocità media del vento per l'area di indagine in relazione a diversi dataset di vento disponibili.

Elaborazione iLStudio.

FONTI DATI	VELOCITÀ MEDIA DEL VENTO
■ Global Wind Atlas	5.64 m/s @ 10 mMSL, 7.26 m/s @ 100 mMSL
■ New European Wind Atlas MESO	6.82 m/s @ 50 mMSL, 7.01 m/s @ 100 mMSL
■ Atlante Eolico d'Italia	6.85 m/s @ 50 mMSL, 7.16 m/s @ 100 mMSL
■ C2Wind Long – term estimation	7.1 m/s @ 140 mMSL
■ Dato ottenuto in fase di progetto preliminare	
■ Dato ottenuto in fase di progetto definitivo	

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Criteri localizzativi del parco eolico – Velocità del vento, rose dei venti mensili @ 140 mMSL
Elaborazione C2Wind su dati Vortex, periodo di riferimento 20 anni

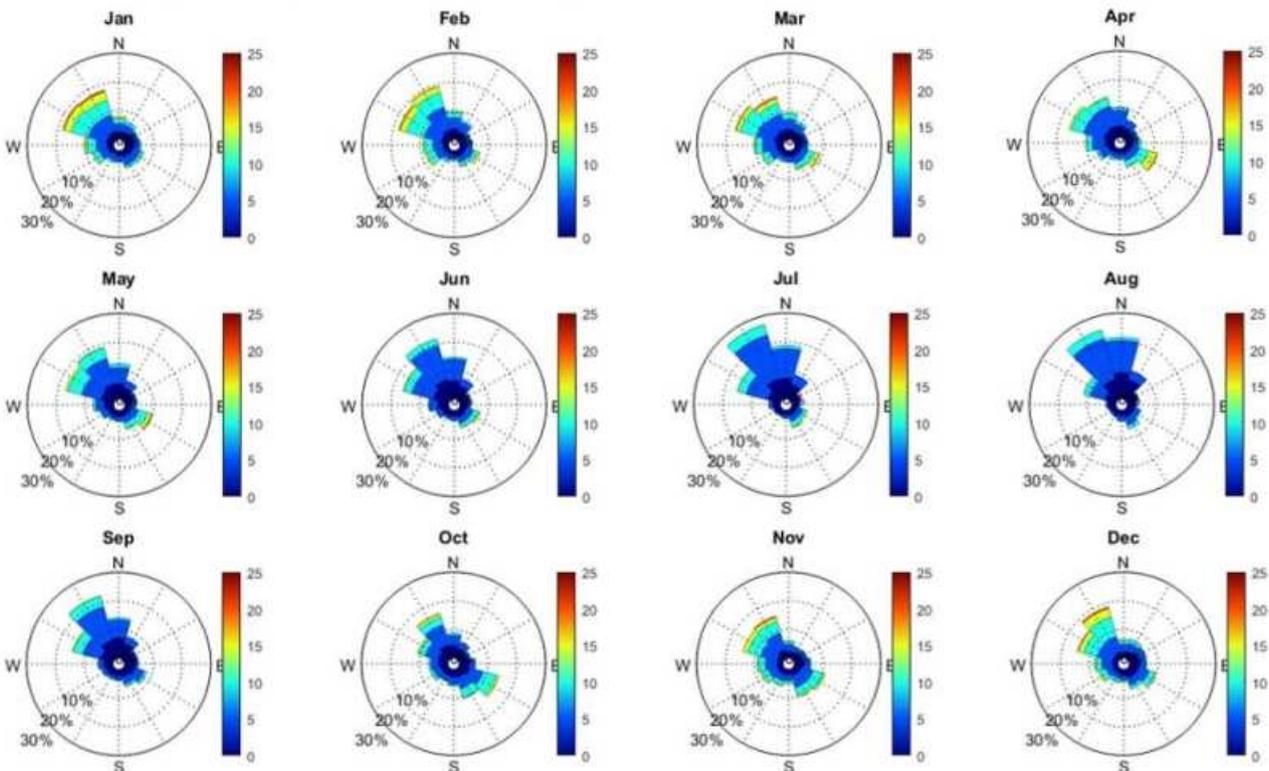


Figura 7.10 – Rose dei venti a 140 mMSL per la località di progetto. Media di lungo periodo (20 anni).

Elaborazione C2Wind.

7.1.2. Adeguatezza delle caratteristiche geofisiche del sito

Il progetto prevede l'utilizzo delle seguenti componenti territoriali:

- *Piattaforma Continentale Italiana*: per l'installazione delle torri eoliche galleggianti, della sottostazione di trasformazione elettrica anch'essa galleggiante, dei cavi marini in alta tensione e dell'elettrodotta marino fino alla terraferma;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
27 di 1053

- *Parte del territorio regionale sardo*: per il passaggio dell'elettrodotto terrestre dal punto di approdo sulla costa, fino al raccordo con la dorsale RTN Ittiri – Selargius.

L'area marina, individuata secondo criteri di ridotta pendenza ed elevata stabilità, è concettualmente divisibile in due macro zone secondo la tipologia di elementi tecnici ivi installati:

- area del parco eolico;
- area dell'elettrodotto di esportazione;

A livello geomorfologico, le due aree hanno caratteristiche molto simili. Il parco eolico si insedia su un fondale sedimentario fra circa 350 e 700 metri di profondità; l'elettrodotto di esportazione parte dall'area del parco e giunge sulla costa di Portoscuso attraversando le diverse batimetrie fino alla terraferma.

La tecnica di ormeggio e ancoraggio delle unità galleggianti è stata definita assumendo come obiettivi principali la garanzia della sicurezza marittima e la minimizzazione dell'impatto ambientale sui fondali in relazione alle loro caratteristiche geofisiche e morfologiche.

Si è quindi optato per l'esclusione di tecnologie di ancoraggio mediante catenarie ed ancore a trascinamento (seppur costituiscono, tutt'oggi, il sistema più utilizzato negli impianti offshore galleggianti) ritenendo invece più idoneo l'utilizzo di sistemi di ormeggio ad elementi tesi (*taut mooring*) accoppiati ad un sistema di ancoraggio a punti fissi costituito da pali in acciaio installati mediante battitura, vibro-infissione o avvitamento. Gli elementi di ormeggio saranno invece costituiti da funi tese in poliestere connesse, mediante brevi tratti di catene tese, ai punti di fissaggio sulla fondazione galleggiante e sul dispositivo di ancoraggio. Per maggiori approfondimenti si faccia riferimento alle relazioni specialistiche allegato allo SIA "Relazione tecnica – Dimensionamento delle strutture di ancoraggio e ormeggio" cod. C0421SR15RELORM00, "Relazione tecnica – Dimensionamento della fondazione galleggiante" cod. C0421SR14RELFON00, "Relazione geologica" cod. C0421TR06RELGEO01 e "Rapporto sulle indagini a mare" cod. C0421YR31GEOMAR00.

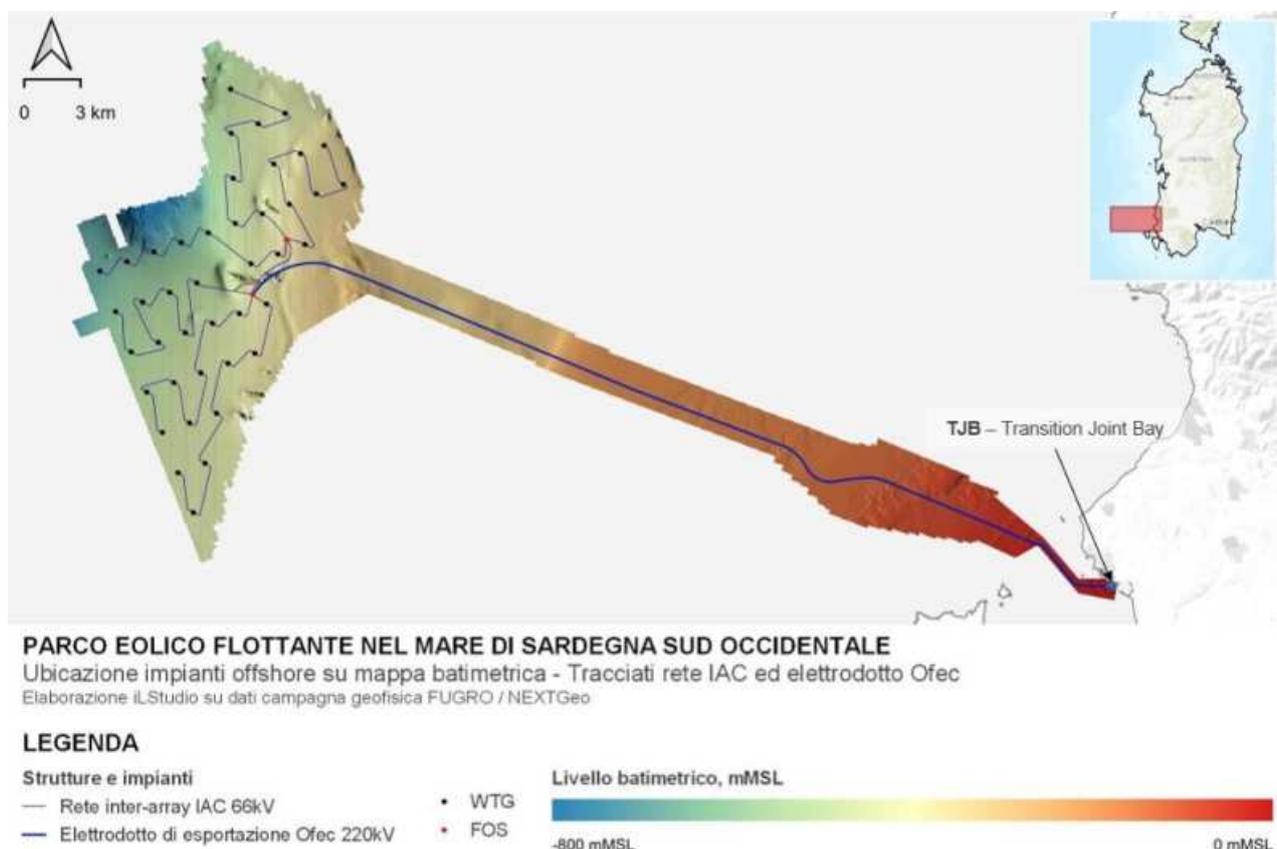


Figura 7.11 – Mappa del gradiente di profondità del fondale.

Rilievo durante la campagna oceanografica presso il sito.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
28 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
Ubicazione impianto offshore su mappa pendenza - Tracciati rete IAC ed elettrodotto Ofec
Elaborazione iLStudio su dati campagna geofisica FUGRO / NEXTGeo

LEGENDA

Strutture e impianti

— Rete inter-array IAC 66kV

— Elettrodotto di esportazione Ofec 220kV

• WTG

• FOS

Pendenza del fondale, deg



Figura 7.12 – Mappa del gradiente di pendenza del fondale.

Rilievo durante la campagna oceanografica presso il sito.

7.1.3. Adeguatezza delle caratteristiche infrastrutturali del territorio

Infrastruttura elettrica di connessione alla RTN

L'immissione dell'energia elettrica prodotta dal parco sarà effettuata presso il più vicino nodo della rete di trasmissione nazionale. L'applicazione del criterio di prossimità ha delineato, in relazione alla localizzazione dell'area marina interessata dal progetto, il nodo elettrico di Portoscuso come miglior candidato per la connessione alla esistente infrastruttura di rete. La capacità ricettiva della rete è stata concertata con TERN, gestore della RTN, che ha assicurato la fattibilità della connessione dell'impianto concordando una Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) con Ichnusa Wind Power Srl.

Lo schema generale di connessione prevede, per la sezione terrestre, la realizzazione di un breve elettrodotto di esportazione interrato (Onec) dal punto di sbarco (TJB) fino alla nuova stazione di consegna utente e successivo collegamento (Oncc) alla nuova sezione a 380kV all'interno della esistente stazione TERN Sulcis. Un nuovo elettrodotto in classe 380 kV, sostituendo il tracciato della esistente linea 220kV Sulcis-Villasor, conetterà le stazioni di "Sulcis" e "Villasor 380" e consentirà il definitivo raccordo alla rete regionale in corrispondenza della dorsale 380 kV Ittiri-Selargius. Tali interventi sono in linea con quelli già previsti nel Piano di Sviluppo della RTN.

Le condizioni di connessione determineranno un importante ammodernamento dell'attuale infrastruttura di rete favorendo la progressiva evoluzione dello scenario di generazione dell'area attraverso migliori condizioni di connessione per nuove iniziative di produzione rinnovabile.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
29 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Criteri localizzativi del parco eolico – Infrastrutture elettriche di rete

Elaborazione iLStudio su dati (ENTSO-e, 2022)

Lines and cables

- Different voltages (colours)
- 750 kV transmission line
 - 500 kV transmission line
 - 380-400 kV transmission line
 - 300-330 kV transmission line
 - 220-275 kV transmission line
 - 110-150 kV transmission line
 - DC-line

- Different lines (for all voltages) under operation
- 1 circuit
 - Double circuit
 - Double circuit with 1 circuit mounted
 - >= 3 circuits

Power plants

- Brown coal/Lignite
- Coal derived gas
- Fossil fuel
- Fossil gas
- Fossil oil
- Fossil peat
- Geothermal
- Hard coal
- Hydro marine
- Hydro mixed pump storage
- Hydro pure pump storage
- Hydro pure storage
- Hydro run of river and pondage

Other elements

- Connection line
- Substation
- Phase shifter
- Converter station
- Converter station back-to-back
- Substation(s) & Power plant(s)

Figura 7.13 – Schema della rete elettrica regionale in alta tensione.

Elaborazione iLStudio su dati (ENTSO-e, 2022).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
30 di 1053

Infrastruttura logistica per la costruzione dell'impianto

Come noto, le aree demaniali gestite dall'Autorità Marittima rappresentata dalle Autorità di Sistema Portuale (AdSP), possono essere assegnate in concessione d'uso esclusivamente mediante procedure di evidenza pubblica, a seguito di specifiche richieste sostenute da un piano industriale la cui definizione temporale potrà essere effettuata solo a seguito di apposita regolamentazione da parte del MASE.

Si fa presente che, già dall'inizio della fase di scoping del progetto, il Proponente ha provveduto ad instaurare diversi contatti con l'Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna per un confronto sui possibili utilizzi delle infrastrutture portuali disponibili e/o da implementare per le necessità dell'industria dell'eolico offshore e rendere possibile la costruzione degli impianti eolici offshore sul territorio nazionale.

L'ultimo incontro sul tema è avvenuto lo scorso 9 Febbraio 2024 nella sede dell'AdSP di Cagliari alla presenza del Presidente dott. Deiana. L'incontro ha avuto come punti principali di discussione un aggiornamento sullo stato di avanzamento autorizzativo del progetto Ichnusa Wind Power e sulle necessità di infrastrutture portuali per l'implementazione del progetto e dell'intera filiera alla luce sia della maggiore conoscenza sviluppata dal Proponente sul tema nel corso del tempo sia in relazione all'opportunità offerta dal D.L. 9 Dicembre 2023 n. 181 "Sicurezza energetica, fonti rinnovabili e ricostruzione territori alluvionati".

In base al bando pubblicato dal MASE ad Aprile, le AdSP sono chiamate a esprimere entro il 18 Maggio 2024 il proprio interesse all'individuazione di aree demaniali marittime per lo realizzazione delle infrastrutture idonee allo sviluppo della filiera dell'eolico galleggiante; da questo punto in poi saranno quindi le AdSP di concerto con i Ministeri, a meglio definire le aree portuali utilizzabili per le necessità della filiera industriale.

Ad ogni modo, in via preliminare, il proponente ha effettuato una valutazione sulla base delle superfici di banchina disponibili, delle profondità del fondale e della distanza dal sito di installazione, così come di seguito descritto.

Premesso che le tecniche costruttive delle strutture floating consentono la loro fabbricazione ed assemblaggio in qualunque area europea attrezzata per lo scopo per poi essere trasportate in galleggiamento sul sito di installazione, il progetto in esame ha cercato di privilegiare la possibilità di realizzare tutte le operazioni di costruzione/assemblaggio di tali strutture sul territorio regionale in modo da creare un significativo ritorno occupazionale.

Per la selezione del porto di assemblaggio sono state analizzate le specifiche tecniche richieste per l'assemblaggio delle unità galleggianti in termini di distanza dal sito di installazione e disponibilità di aree idonee.

Le specifiche generali relative alla logistica del sito di assemblaggio sono qualitativamente descritte nella rappresentazione di Figura 7.14.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

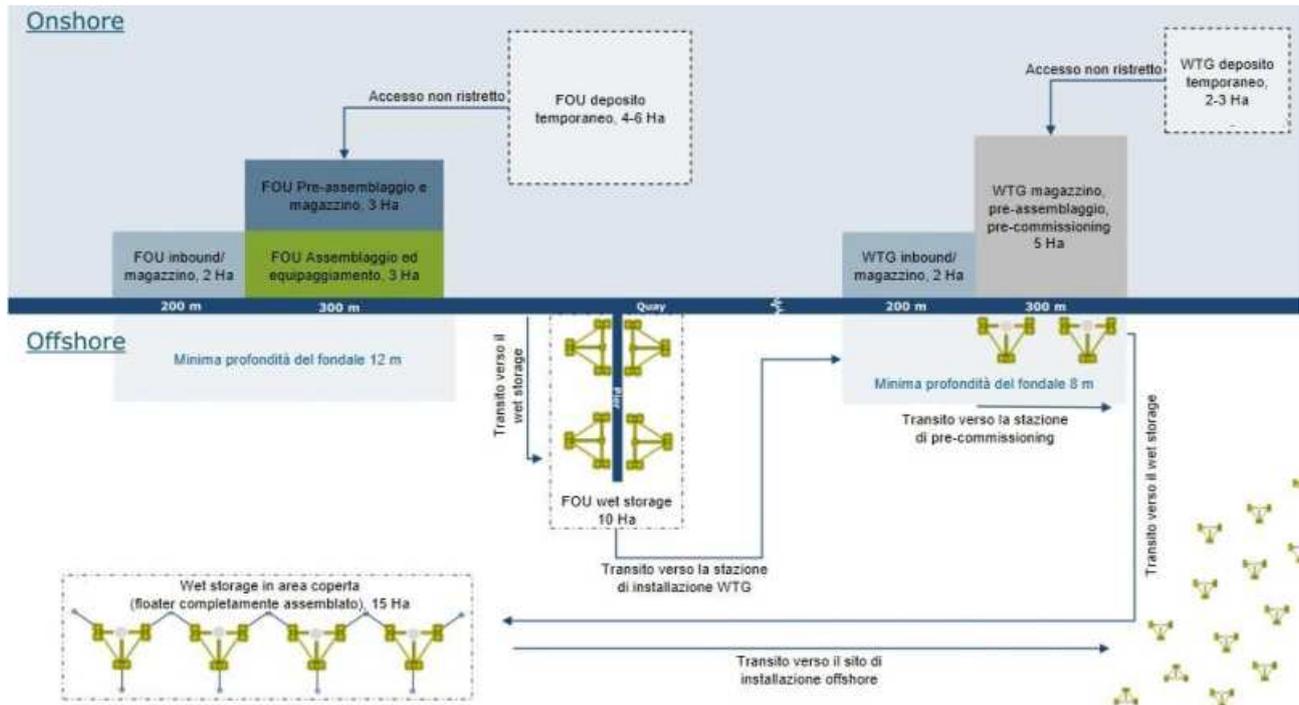
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
31 di 1053



Solo per finalità di illustrazione, scopi e specifiche potrebbero variare in relazione al sito e alle modalità di assemblaggio selezionati.

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Specifiche generali per la realizzazione del cantiere di assemblaggio delle unità galleggianti.
Elaborazione Copenhagen Offshore Partners

Figura 7.14 – Logistica minima per la selezione del cantiere di assemblaggio delle unità galleggianti.

Elaborazione Copenhagen Offshore Partners.

La distanza dal sito di installazione offshore è uno tra i parametri discriminanti in relazione alla necessità di mantenere favorevoli condizioni meteorologiche durante le operazioni di trasporto e installazione in situ; sono stati quindi individuati tre areali limite corrispondenti alle curve isodistanza 150, 300 e 450 miglia nautiche dal sito di installazione (Figura 7.15) corrispondenti a condizioni di *preferibilità*, *accettabilità* e *limite di accettabilità* della soluzione.

Sulla base delle valutazioni effettuate, in relazione alle migliori informazioni disponibili, l'area portuale di Oristano è stata individuata come miglior candidata disponibile. L'area potenzialmente sfruttabile per la realizzazione dei cantieri di assemblaggio è indicata in Figura 7.16.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
32 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
Mappa dei porti disponibili per le operazioni di assemblaggio delle unità galleggianti.
Elaborazione iLStudio

Figura 7.15 – Porti disponibili per le operazioni di assemblaggio delle unità galleggianti.

Elaborazione iLStudio.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
Opzione individuata per la realizzazione della base cantieristica di assemblaggio delle unità galleggianti presso l'area portuale di Oristano (Sardegna)
Elaborazione iLStudio

Figura 7.16 – Area disponibile per la realizzazione del cantiere di assemblaggio delle unità galleggianti.

Area portuale di Oristano. Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
33 di 1053

Fatti salvi i dovuti aggiornamenti infrastrutturali, il porto di Oristano costituisce, ad oggi, una buona soluzione rispetto a criteri di vicinanza al sito di installazione e disponibilità di aree idonee allo sviluppo delle infrastrutture richieste dall'industria eolica offshore. In relazione all'opportunità offerta dal D.L. 9 Dicembre 2023 n. 181 "Sicurezza energetica, fonti rinnovabili e ricostruzione territori alluvionati", il bando pubblicato dal MASE ad Aprile, chiede alle AdSP di esprimere entro il 18 Maggio 2024 il proprio eventuale interesse all'individuazione di aree demaniali marittime per la realizzazione delle infrastrutture idonee allo sviluppo della filiera dell'eolico galleggiante; saranno quindi le AdSP di concerto con i Ministeri, a meglio definire le aree portuali utilizzabili per le necessità della filiera industriale. Nelle successive fasi del progetto dunque, anche a valle di un più approfondito studio della logistica e delle attrezzature richieste, compatibilmente con gli sviluppi futuri dell'area portuale, sarà possibile confermare l'ipotesi di progetto oppure prevedere, in caso di inattuabilità, il trasferimento di tale attività in differenti aree portuali.

7.1.4. Criteri di sostenibilità ambientale

Avifauna

Per quanto concerne i criteri di sostenibilità ambientale, il progetto ha tenuto in particolare evidenza la necessità di localizzare l'impianto evitando aree caratterizzate da corridoi seguiti dalle rotte migratorie dell'avifauna, criterio peraltro segnalato nel parere rilasciato dalla Sottocommissione VIA (Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – MiTE).

Sulla scorta di tale dovuta sensibilità, già in fase di progettazione preliminare, e ancora più nella progettazione definitiva allegata al presente SIA, è stata individuata una macroarea che rispetta il requisito di salvaguardia di tali rotte migratorie. In seguito tale area è stata oggetto di un accurato approfondimento realizzato mediante una campagna di monitoraggi effettuati in situ.

I monitoraggi, sulla base delle osservazioni dirette e dei rilevamenti radar, hanno fornito le direzioni e le altezze di volo delle specie migratorie e stanziali presenti. Nello specifico è stato confermato che i movimenti dei rapaci e di altri grandi veleggiatori, attraverso la macroarea del progetto in esame, sono ipotizzabili di scarsa entità, ovvero i dati hanno mostrato una tendenza a convergere sulla terraferma evitando il mare che comporterebbe un maggior dispendio energetico per il suo attraversamento, I dati di telemetria per la Berta maggiore (*Calonectris diomedea*) e il Falco della regina (*Falco eleonora*), hanno evidenziato un uso marginale dell'area dell'impianto.

Per approfondimenti in merito di rimanda al documento specialistico "Relazioni di monitoraggio, inquadramento tecnico e valutazione degli impatti sull'avifauna" cod. C0421YR25IMPAV100.

Cetacei

Pari importanza è stata data agli studi sulla presenza di cetacei nell'area di progetto ed al possibile impatto dell'impianto su di essi, problematica anche questa posta in evidenza nel parere rilasciato dalla Sottocommissione VIA (Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – MITE).

Studi bibliografici (dettagliati nel "Report tecnico di compatibilità ambientale con la cetofauna" cod. C0421YR33JDCMAM00 allegato allo studio di impatto ambientale) sono stati eseguiti dalla Jonian Dolphin Conservation, organizzazione per la ricerca scientifica e la tutela sui cetacei con sede a Taranto.

Tali studi hanno avuto ad oggetto non solo le presenze dei cetacei, ma anche la loro sensibilità ai rumori ambientali, ai campi elettromagnetici e lo stress a cui queste specie risultano attualmente sottoposte a causa dei traffici marittimi dovuti alla pesca e alla navigazione. Dai dati raccolti, delle 21 specie di mammiferi marini in Mediterraneo, otto sono considerate presenti con regolarità nei differenti sottobacini mediterranei (inclusi i mari della Sardegna):



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
34 di 1053

- tursiope (*Tursiops truncatus*);
- stenella striata (*Stenella coeruleoalba*);
- delfino comune (*Delphinus delphis*);
- capodoglio (*Physeter macrocephalus*);
- grampo (*Grampus griseus*);
- zifio (*Ziphius cavirostris*);
- globicefalo (*Globicephala melas*);
- balenottera comune (*Balaenoptera physalus*).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

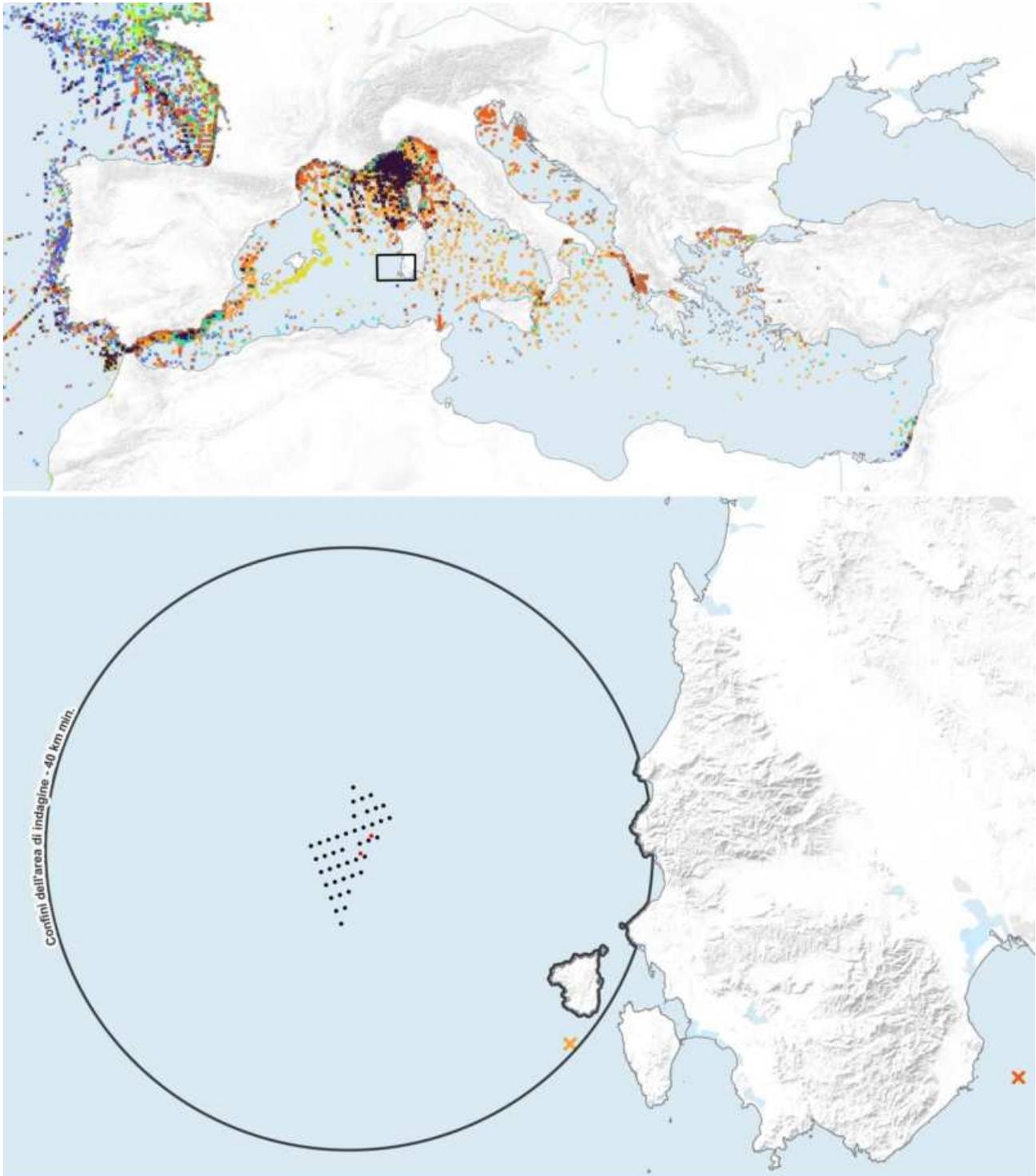
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
35 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Analisi di impatto acustico - Avvistamenti di mammiferi marini nel Mediterraneo e nell'area vasta di progetto

Elaborazione iLStudio su dati EMODnet Biology 2020, avvistamenti dal 1905 al 2019

LEGENDA

Strutture e impianti

• WTG

• FOS

Specie osservate

✕ Balaenoptera physalus

✕ Delphinus delphis

✕ Globicephala melas

✕ Grampus griseus

✕ Monachus monachus

✕ Phocoena phocoena

✕ Physeter macrocephalus

✕ Stenella coeruleoalba

✕ Tursiops truncatus

✕ Ziphius cavirostris

Figura 7.17 – Mappa degli avvistamenti di mammiferi marini nel mar Mediterraneo.

Elaborazione iLStudio su dati EMODNET Biology.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:

C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:

Giugno 2024

Pagina

36 di 1053

Le informazioni attualmente disponibili in letteratura, sulla presenza e distribuzione dei cetacei del mare della Sardegna sud-occidentale, sono scarse e datate. I tursiopi sono stati osservati frequentemente nelle zone costiere, mentre le stenelle striate sono state osservate nelle aree pelagiche al largo. Esemplari di balenottera comune sono stati osservati al largo della costa sud-occidentale e nord-occidentale della Sardegna in una zona di mare con profondità variabile da circa 200 m a più di 2000 m (Gannier et al., 1998).

Dagli studi bibliografici e dai dati raccolti ed elaborati, risulta plausibile ritenere che l'installazione del parco eolico offshore non genererà conseguenze a lungo termine sulla cetofauna locale. L'utilizzo di strutture galleggianti permette di ridurre al minimo le emissioni sonore durante le fasi di installazione e di operatività del parco, non inducendo alcuna possibilità di danno significativo alla cetofauna.

Per quanto riguarda le emissioni elettromagnetiche, l'elettrodotto marino, grazie anche alla disposizione compatta dei conduttori a trifoglio e all'utilizzo di cavi cordati ad elica, minimizza gli impatti connessi, garantendo comunque una fascia di possibile influenza sui comportamenti dei cetacei particolarmente contenuta (~3.5m).

Per approfondimenti in merito, si rimanda alle relazioni specialistiche "*Rapporto tecnico di compatibilità ambientale con la cetofauna*" cod. C0421YR33JDCMAM00, "*Relazione Tecnica – Valutazione di impatto acustico marino*" cod. C0421YR21ACUMAR00 e "*Relazione Tecnica – Valutazione impatto elettromagnetico sulla fauna marina*" cod. C0421YR23EMFMAR00 allegate al progetto.

Visibilità

È opinione diffusa che gli impianti eolici offshore generino inaccettabili alterazioni del paesaggio marino a causa della variazione della qualità scenica indotta dalla presenza delle nuove opere.

Tale opinione è senz'altro supportata da proposte progettuali finora localizzate in posizioni vicine alla costa e, per questo, causa di impatti visivi importanti e potenzialmente interferenti con attività antropiche di importanza economica per i territori costieri come il turismo e le attività connesse.

La proposta progettuale di Ichnusa Wind Power, con un notevole sforzo tecnologico, opta invece per soluzioni tecniche che consentono il posizionamento dell'impianto in acque molto profonde e lontane dalla costa, così riducendo al minimo, tra gli altri, gli impatti visivi connessi. All'aumentare della distanza tra l'oggetto e l'osservatore, diminuisce infatti il livello di dettaglio percepito dell'oggetto rendendolo, di fatto, difficilmente distinguibile rispetto allo sfondo. Sono altresì ridotte al minimo le interferenze con le altre attività marittime.

Ai fini dell'individuazione di un'area ottimale per l'installazione del parco sono stati quindi indagati i potenziali effetti visivi e i conseguenti livelli di impatto determinati dal progetto durante le fasi di costruzione, esercizio e dismissione degli impianti. In particolare, sono state approfondite, in relazione ai dati storici di visibilità forniti dalle stazioni meteorologiche prospicienti il sito di progetto, le condizioni di contrasto visivo delle strutture offshore rispetto allo sfondo, valutando gli effetti della foschia (condizione climatica prevalente) sulla capacità dell'osservatore medio di individuare il parco. I metodi di analisi sono descritti nelle successive sezioni del presente studio; per ulteriori dettagli si rimanda comunque al documento specialistico "*Relazione tecnica – Valutazione di Impatto Visivo*" cod. C0421YR19IMPVIS00).

Per quanto riguarda le componenti a terra del progetto, costituite da elettrodotti interrati, aerei e sottostazioni elettriche, si evidenzia che:

- la connessione terrestre dell'impianto a mare con la stazione elettrica RTN TERNA Sulcis seguirà un percorso interrato prediligendo sedi stradali esistenti. Tale scelta progettuale permetterà di salvaguardare i valori ambientali, urbanistici e culturali, le aree di interesse archeologico e le varie componenti paesaggistiche nel loro complesso pur in un'area già fortemente antropizzata e industrializzata;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
37 di 1053

- la sottostazione di consegna utente sarà localizzata in un'area distante circa 1.5 km dall'esistente stazione elettrica RTN TERNA Sulcis nel comune di Portoscuso, caratterizzato dalla presenza di infrastrutture industriali e sgombra da vincoli. Le stazioni di transizione cavo/aereo e di smistamento Villasor 380 sorgeranno invece in aree ad uso prevalentemente agricolo; la compatibilità paesaggistica delle sottostazioni sarà comunque garantita attraverso l'adozione di soluzioni per il mascheramento a verde mediante piantumazione di specie tipiche del paesaggio locale, inoltre il design della sottostazione utente richiederà l'architettura, la forma, i colori e i materiali tipici del territorio sardo. Infatti, la sottostazione avrà la forma di un nuraghe per un miglior inserimento nel contesto paesaggistico sardo e valorizzerà la zona circostante, zona industrializzata;
- la nuova linea 380kV Sulcis–Villasor, di interesse strategico per la stabilità e fruibilità del sistema elettrico regionale, sarà realizzata in sostituzione della esistente linea 220kV determinando, ad opera finita, un impatto aggiuntivo trascurabile rispetto al livello valutato per lo scenario di base;
- infine, il nuovo elettrodotto di raccordo in doppia terna tra la nuova stazione Villasor 380 e l'esistente dorsale elettrica 380kV Ittiri–Selargius si svilupperà nel pieno rispetto dei dispositivi di tutela paesaggistica preservando per quanto possibile il carattere scenico dei luoghi e la loro fruizione da parte dei ricettori sensibili.



Figura 7.18 – Sottostazione di trasformazione, misure e consegna. Fotoinserimento con mascheramento a verde.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
38 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Sottostazione di Transizione cavo / aereo. Fotoinserimento.
Elaborazione iLStudio

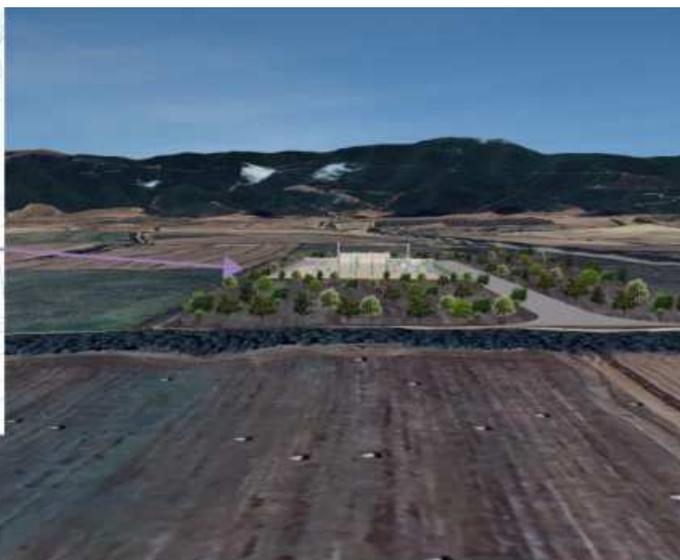


Figura 7.19 – Sottostazione elettrica di transizione cavo/aereo. Fotoinserimento con mascheramento a verde.

Elaborazione iLStudio.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Sottostazione di Smistamento Villazor 380 kV. Fotoinserimento.
Elaborazione iLStudio



Figura 7.20 – Sottostazione elettrica di smistamento Villazor 380. Fotoinserimento con mascheramento a verde.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
39 di 1053

7.2. Descrizione delle caratteristiche fisiche del progetto

L'approccio adottato nell'ambito di questa procedura di VIA e finalizzato alla descrizione delle caratteristiche fisiche del progetto è quello del cosiddetto *Design Envelope* ovvero *involucro di progettazione* o *spazio progettuale*.

Lo sviluppo dell'eolico ha subito negli ultimi anni un forte impeto soprattutto per quanto riguarda il comparto offshore per il quale, nei prossimi anni, si prevedono, ad esempio, turbine sempre più grandi ed efficienti con una sempre maggiore capacità di adattarsi alle molteplici condizioni ambientali. In vista di un così rapido sviluppo è pertanto opportuno non vincolare la procedura di VIA ad una specifica soluzione tecnica ma piuttosto adottare un approccio design envelope attraverso cui, invece, stabilire parametri di scenario realistici massimi e minimi rispetto ai quali sia possibile effettuare una valutazione di impatto di tipo conservativo.

In altre parole, l'approccio basato sullo spazio di progettazione consente di definire una serie di scenari progettuali possibili per garantire contemporaneamente la massima flessibilità progettuale, per l'adattamento agli inevitabili miglioramenti della tecnica e l'accesso a nuove BAT, e la maggior adattabilità della VIA alle condizioni di progetto definitive.

In quest'ottica, dunque, per ciascun ambito tematico descritto nella valutazione di impatto ambientale sarà considerata la configurazione dello spazio progettuale in grado di originare il maggior effetto potenziale ovvero la maggiore magnitudo di impatto. In questo modo, qualsiasi variazione dei parametri di progetto a valori uguali o inferiori a quelli valutati si tradurrà in effetti ambientali dello stesso ordine di grandezza o inferiori mantenendo valido l'esito della procedura di VIA.

7.2.1. Descrizione generale delle opere

L'architettura delle opere in progetto è descritta, da un punto vista concettuale, nello schema di Figura 7.2 e Figura 7.3.

Sono ben distinguibili due sezioni di riferimento, una *offshore* costituita dai sistemi di generazione, trasformazione e trasporto dell'energia elettrica prodotta dal parco eolico fino alla terraferma, l'altra *onshore* che si sviluppa attraverso il punto di giunzione per la transizione elettrodotto marino – terrestre, la stazione elettrica di trasformazione, consegna e misure (con il relativo punto di consegna utente in AT), l'elettrodotto AT di trasporto in cavo interrato, il nuovo elettrodotto in classe 380kV in sostituzione della esistente linea 220kV Sulcis-Villasor, la nuova stazione di smistamento Villasor 380 e il raccordo aereo in doppia terna con la esistente dorsale 380kV Ittiri–Selargius.

La catena di generazione, trasformazione e trasporto dell'energia sulla sezione offshore del progetto comprende:

- 42 aerogeneratori tripala ad asse orizzontale (WTG, floating Wind Turbine Generator) del tipo *upwind* (sopravento) su fondazione galleggiante aventi diametro rotore fino a 255 m e altezza massima fino a 285 m, potenza nominale elettrica 12 MW e tensione elettrica di uscita 66 kV AC (rif. Paragrafo 7.2.4);
- due sottostazioni elettriche offshore interconnesse FOS (Floating Offshore Substation) di trasformazione, regolazione e compensazione dell'energia elettrica prodotta dal parco e diretta verso la terraferma con funzione primaria di elevazione della tensione da 66 kV (tensione di parco) a 220 kV AC (tensione di trasporto) e regolazione della potenza reattiva (rif. Paragrafo 7.2.5);
- 44 fondazioni galleggianti del tipo semi – submersibile con casse di zavorra stabilizzanti (42 per WTG, 2 per FOS) (rif. Paragrafo 7.2.6);
- 44 sistemi di ormeggio del tipo taut a cavi tesi (42 per WTG, 2 per FOS) ciascuno costituito da 6 linee ibride in materiale sintetico (poliestere) e sezioni terminali a catene tese (rif. Paragrafo 7.2.7);
- 44 sistemi di ancoraggio al fondale marino a punti fissi con ancore del tipo a pali metallici installati per battitura, vibro–infissione, avvitalamento o perforazione (42 per WTG, 2 per FOS) (rif. Paragrafo 7.2.7);



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
40 di 1053

- una rete di cavi inter-array IAC (Inter-Array Cable) del tipo dinamico per uso marino operante al livello di tensione 66 kV AC per l'interconnessione elettrica tra i generatori e le sottostazioni FOS (rif. Paragrafo 7.2.8);
- un elettrodotto di esportazione Ofec (Offshore Export Cable) realizzato mediante coppia di cavi marini tripolari del tipo dinamico/statico (con giunzione sottomarina) operante al livello di tensione 220 kV AC (rif. Paragrafo 7.2.9).

Per la sezione onshore del progetto si riportano di seguito due sezioni contenenti una descrizione delle alternative di progetto:

Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo

Per la presente configurazione, la sezione onshore comprende:

- una baia di giunzione TJB (Transition Joint Bay) con due junction box per la transizione elettrica dall'elettrodotto marino a quello terrestre (rif. Paragrafo 7.2.10);
- un elettrodotto AT 220 kV AC Onec (Onshore Export Cable) in doppia terna con cavo interrato posato a trifoglio per una lunghezza complessiva di circa 13 km dal punto di giunzione fino alla stazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis" (rif. Paragrafo 7.2.11 e Paragrafo 7.2.12);
- una sottostazione elettrica di consegna onshore ONS-SC (Onshore - Stazione di Consegna) in vicinanza alla stazione elettrica RTN TERNA Sulcis ove sono alloggiare, tra le altre, le apparecchiature di trasformazione 220/380 kV, le reattive di compensazione (attive, statiche o entrambe) e gli eventuali filtri armonici per la successiva iniezione nella rete elettrica di trasmissione nazionale in coerenza con i requisiti del Codice di Rete TERNA (rif. Paragrafo 7.2.13);
- un elettrodotto di connessione AT 380 kV AC Oncc (Onshore Connection Cable) in singola terna posata in cavo interrato in configurazione trifoglio per una lunghezza complessiva di circa 2.2 km dalla stazione di consegna utente fino alla nuova sezione 380kV della stazione elettrica RTN TERNA Sulcis (rif. Paragrafo 7.2.14);
- una nuova sezione 380kV isolata in SF6 interna al perimetro della esistente stazione elettrica RTN TERNA Sulcis e comprendente, tra gli altri, stalli di arrivo produttore e partenza rete, trasformatori di tensione e scaricatori (rif. Paragrafo 7.2.15);
- un elettrodotto 380kV, interrato in doppia terna per una lunghezza di circa 23km e aereo in ST per una lunghezza di circa 29km, in sostituzione dell'esistente linea 220kV Sulcis - Villasor. L'elettrodotto aereo sarà realizzato con sostegni del tipo a delta rovescio serie unificata in semplice terna tra il portale della stazione di transizione cavo/aereo e il portale della nuova stazione di smistamento Villasor 380 (rif. Paragrafo 7.2.16 e 7.2.17);
- una stazione di transizione/compensazione cavo/aereo ubicata nel comune di Iglesias necessaria per il passaggio da elettrodotto interrato ad aereo (rif. Paragrafo 7.2.19);
- una nuova stazione di smistamento denominata Villasor 380, ubicata nel Comune di Villasor nelle vicinanze della esistente stazione elettrica RTN 220/150 kV VILLASOR, comprendente, tra gli altri, un sistema a doppia sbarra con 6 stalli (uno stallo arrivo linea da "Ittiri", uno stallo arrivo linea da "Selargius", uno stallo arrivo linea da "Sulcis", uno stallo arrivo linea da "Rumianca" e due stalli per il parallelo sbarre), sistemi di monitoraggio, comando e controllo (rif. Paragrafo 7.2.21);
- un elettrodotto di raccordo 380kV in configurazione entra-esce per la connessione tra la stazione Villasor 380 e la dorsale 380kV Ittiri - Selargius realizzato con sostegni della serie unificata 380 kV in doppia terna per uno sviluppo complessivo (dal portale della nuova stazione Villasor 380 alla linea esistente) pari a circa 12 km (rif. Paragrafo 7.2.22).

Configurazione con elettrodotto aereo

Per la presente configurazione, la variante riguarda esclusivamente la porzione di elettrodotto interrato 380 kV in uscita dalla nuova sezione 380kV RTN TERNA: in questa alternativa, il collegamento tra la nuova sezione



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
41 di 1053

380 kV RTN TERNA e la stazione elettrica di smistamento “Villasor 380” avviene totalmente tramite elettrodotto aereo 380 kV in ST, per uno sviluppo complessivo pari a circa 47.8 km. La presente configurazione non necessita di una stazione di transizione cavo/aereo.

7.2.2. Layout del parco eolico

La progettazione e l’ottimizzazione del layout di un parco eolico è un processo complesso e iterativo che compendia un gran numero di input e vincoli, tra cui:

- *caratteristiche del sito di installazione*, ad esempio, la velocità e direzione del vento, il livello batimetrico dei fondali, i campi verticali e orizzontali delle correnti marine, il regime ondometrico, le caratteristiche geofisiche e geotecniche dei fondali, i vincoli ambientali (antropogenici e naturali) e amministrativi, l’eventuale presenza di relitti, ordigni inesplosi e/o infrastrutture sottomarine esistenti (elettrodotti, cavi telecomunicazione, gasdotti, etc.) e il traffico marittimo;
- *caratteristiche di natura progettuale* come la tipologia e le specifiche tecniche degli aerogeneratori, la progettazione dei sistemi di fondazione, ormeggio e ancoraggio, la progettazione elettrica, la compatibilità con i metodi di installazione e i requisiti O&M (Operation and Maintenance);

La progettazione si esplica generalmente in due fasi successive di macrolocalizzazione (macro-siting) e microlocalizzazione (micro-siting); l’output della prima fase è l’area di intervento ovvero la collocazione dell’impianto sul territorio, quello della fase di microlocalizzazione è invece il puntuale posizionamento delle infrastrutture di impianto all’interno dell’area di progetto.

Il processo è per sua natura iterativo in ciascuna delle due fasi e si conclude con il soddisfacimento degli obiettivi di progetto che, per il caso specifico, sono sintetizzabili in:

- massimizzazione della producibilità energetica (energy yield),
- eliminazione o minimizzazione degli impatti negativi prevedibili sull’ambiente naturale,
- eliminazione o minimizzazione degli impatti negativi prevedibili sull’ambiente antropico,
- mantenimento di elevati standard di sicurezza durante l’intero ciclo di vita dell’opera.

Il layout proposto, scelto in relazione alle diverse alternative progettuali esaminate, è il risultato di un ciclo di iterazioni che tiene conto delle migliori informazioni disponibili al momento della sua esecuzione e prevede la disposizione delle turbine e delle sottostazioni FOS secondo filari paralleli che estendono da sud-est verso nord-ovest favorevolmente alla direzione di vento prevalente spirante lungo la direttrice NNO – SSE.

La soluzione ottimizza diversi aspetti così come desumibile dal quadro sinottico di Tabella 7.2.

Tabella 7.2 – Principali vantaggi della soluzione di layout adottata

Producibilità energetica	La disposizione delle turbine secondo filari paralleli che si estendono da sud-est verso nord-ovest favorevolmente alla direzione di vento prevalente spirante lungo la direttrice NNO – SSE, unitamente al mantenimento di una distanza inter – array variabile tra un massimo di 9 e un minimo di 6 diametri di rotore nella direzione di vento prevalente o ortogonalmente ad essa, garantisce una producibilità energetica ottimale minimizzando le perdite fluidodinamiche di scia (<i>wake losses</i>); è quindi garantita la più efficiente estrazione di energia dal vento così da sfruttare appieno la cospicua risorsa eolica disponibile (per ulteriori dettagli si rimanda al documento specialistico “ <i>Relazione tecnica – Analisi della producibilità del sito</i> ” cod. C0421BR09RELPRO00).
Eliminazione o minimizzazione degli impatti negativi prevedibili sull’ambiente naturale	Le infrastrutture del parco insistono su aree naturali non protette e sono inoltre evitate, o comunque minimizzate in seguito ad approfonditi studi di dettaglio, le interferenze con habitat naturali sensibili (coralligeno, praterie di posidonia, etc.), specie naturali protette e/o rotte migratorie della fauna marina (es. mammiferi marini) e degli uccelli.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
42 di 1053

Eliminazione o
minimizzazione degli impatti
negativi prevedibili
sull'ambiente antropico

IMPATTO VISIVO: la grande distanza dalle coste (mediamente superiore a 35 km), unitamente alla accurata progettazione del layout effettuata anche sulla base di approfonditi studi sulla visibilità (rif. documento specialistico "*Relazione tecnica – Valutazione impatto visivo*" cod. C0421YR19IMPVIS00), minimizza gli impatti sul paesaggio così come percepito dai suoi fruitori preservando il carattere e le bellezze naturali delle aree terrestri prospicienti le installazioni.

INFRASTRUTTURE ESISTENTI: la disposizione delle strutture offshore, ivi compresi gli elettrodotti di esportazione dell'energia, i sistemi di ormeggio e ancoraggio al fondale, è progettata per non interferire con le infrastrutture sottomarine esistenti e garantirne la continuità e sicurezza di esercizio e la manutenibilità durante l'intera vita utile prevista per l'impianto.

Mantenimento di elevati
standard di sicurezza
durante l'intero ciclo di vita
dell'opera

TRAFFICO NAVALE: la collocazione dell'impianto e il layout sono compatibili con il normale traffico navale dell'area e minimizzano la probabilità di collisione contro le strutture (rif. documento specialistico "*Relazione tecnica – Valutazione rischi della navigazione*" cod. C0421LR20IMPNAV00) durante l'esercizio dell'impianto.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

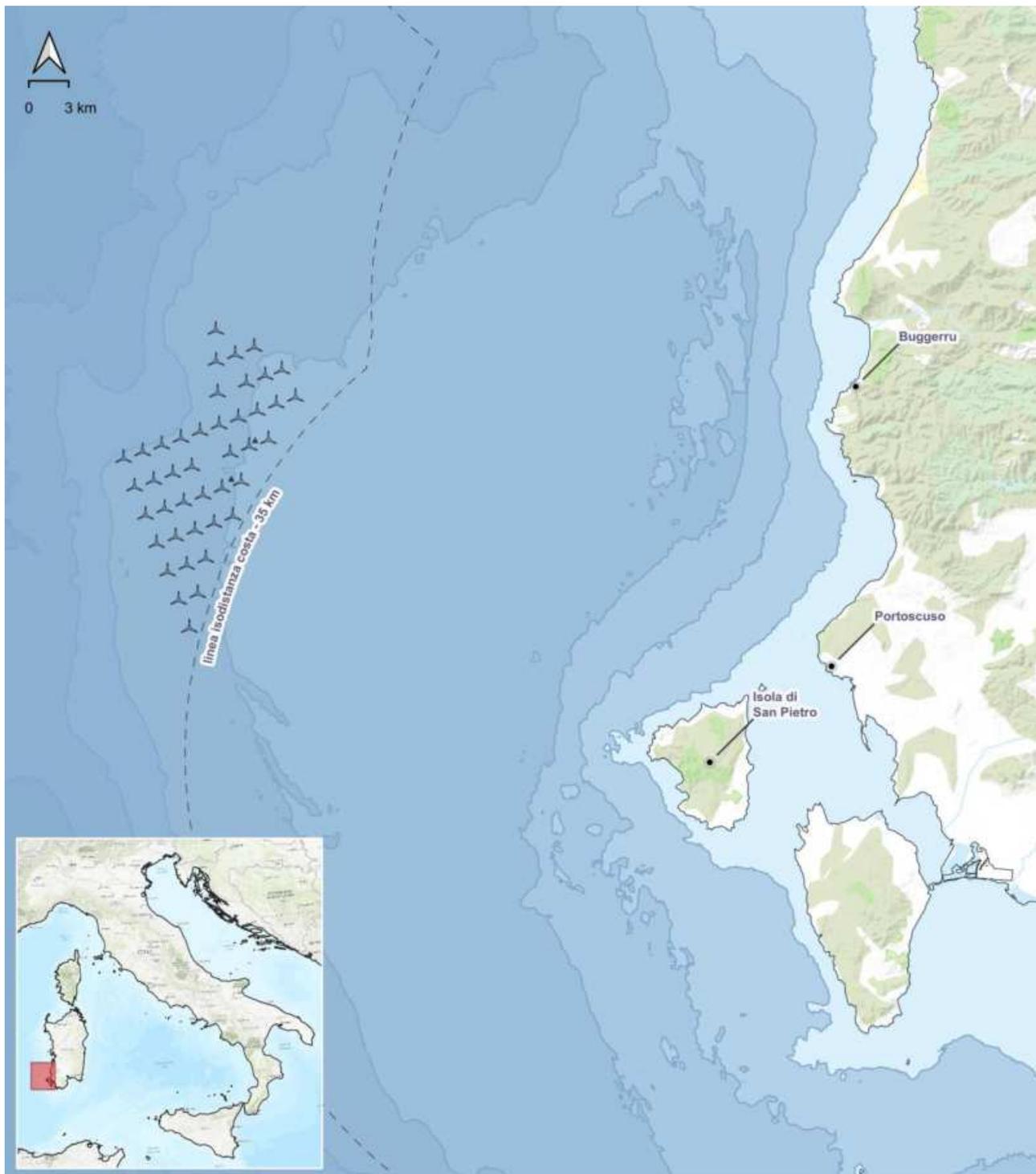
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
43 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Ubicazione parco eolico e layout generale della sezione offshore

Elaborazione iLStudio

LEGENDA

Strutture e impianti

▲ WTG

▲ FOS

Perimetrazioni

-- Linea isodistanza dalla costa

● Punti di riferimento

Figura 7.21 – Ubicazione del parco eolico e layout di impianto.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
44 di 1053

7.2.3. Schema elettrico preliminare

L'architettura elettrica per la trasmissione dell'energia prodotta dal sito di generazione fino al punto di consegna e immissione nella rete di trasmissione nazionale è mostrata in Figura 7.2 e Figura 7.3.

La sezione offshore dell'impianto comprenderà 42 aerogeneratori galleggianti WTG elettricamente ripartiti in 6 stringhe di produzione afferenti a due sottoparchi di 21 aerogeneratori ciascuno. Il collegamento elettrico tra gli aerogeneratori sarà realizzato mediante una rete di cavi inter-array tripolari a 66 kV del tipo dinamico per uso marino con conduttori in rame a sezione elettrica variabile e ottimizzata in ragione della corrente massima trasportata. Le tre stringhe di sottoparco saranno connesse in parallelo sulla sezione di ingresso della relativa sottostazione offshore di trasformazione FOS nella quale si realizzeranno l'elevazione della tensione dal valore di generazione (66 kV) al valore di esportazione (220 kV) e la prima compensazione della potenza reattiva mediante un reattore shunt sul lato in alta tensione. Da ciascuna sottostazione offshore partirà quindi un cavo elettrico tripolare ibrido dinamico – statico AT al livello di tensione 220 kV per il trasporto di energia elettrica verso la terraferma. I cavi di esportazione saranno ottenuti mediante giunzione (in fabbrica) di un elemento dinamico per il tratto di discesa dalla FOS fino al punto di contatto con il fondale (*touchdown point*) e un elemento di tipo statico per il tratto fra il touchdown point e il punto di sbarco a terra. In corrispondenza del punto di sbarco, a partire dal quale si svilupperà la sezione onshore dell'impianto, è prevista la realizzazione di apposita baia di giunzione TJB (*transition joint bay*), dotata di due junction box, per realizzare la transizione elettrica tra il cavo di tipo marino e quello di tipo terrestre. All'interno del TJB, ciascun cavo tripolare marino sarà quindi trasformato in una terna interrata di cavi monopolari posati a trifoglio. Il percorso in cavo si estenderà per circa 13 km fino alla nuova sottostazione elettrica di consegna e misura distante circa 1.5km dalla esistente stazione elettrica RTN TERNA Sulcis. All'interno della stazione di consegna utente sarà effettuata anche la trasformazione di tensione da 220 a 380 kV per la successiva immissione in RTN in corrispondenza della nuova sezione 380kV del nodo elettrico RTN TERNA Sulcis. Il collegamento sarà effettuato mediante un elettrodotto interrato di connessione (Oncc) in singola terna, posata anch'essa a trifoglio, secondo un tracciato parallelo a quello previsto per l'Onec. Raggiunta la stazione RTN TERNA Sulcis, da qui partirà un nuovo elettrodotto 380 kV, in sostituzione della esistente tratta 220 kV diretta a Villasor; quest'ultima, al termine dei lavori di costruzione della nuova linea, sarà dismessa senza interruzione di servizio alle utenze. A seconda della configurazione considerata, il nuovo elettrodotto sarà:

- interrato in Doppia Terna fino alla stazione di transizione cavo/aereo e con dorsale aerea 380 kV in singola terna diretta a Villasor;
- in alternativa, aereo in Singola Terna fino alla stazione di smistamento Villasor 380.

Una nuova stazione di smistamento denominata "Villasor 380" sarà dunque realizzata in prossimità della esistente stazione elettrica RTN TERNA Villasor per consentire il raccordo aereo in entra-esci a doppia terna alla esistente dorsale 380kV Ittiri – Selargius, favorire l'inserimento in rete di nuove iniziative di produzione rinnovabile e migliorare la fruibilità e stabilità dell'attuale rete elettrica regionale. Sotto si riportano gli schemi concettuali di entrambe le configurazioni di progetto.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

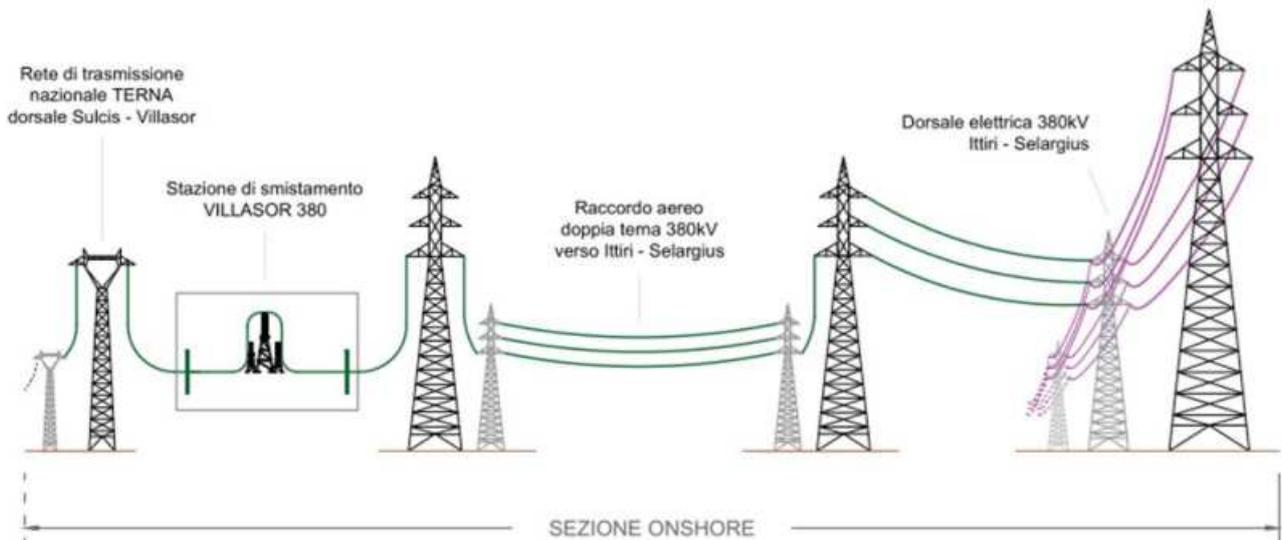
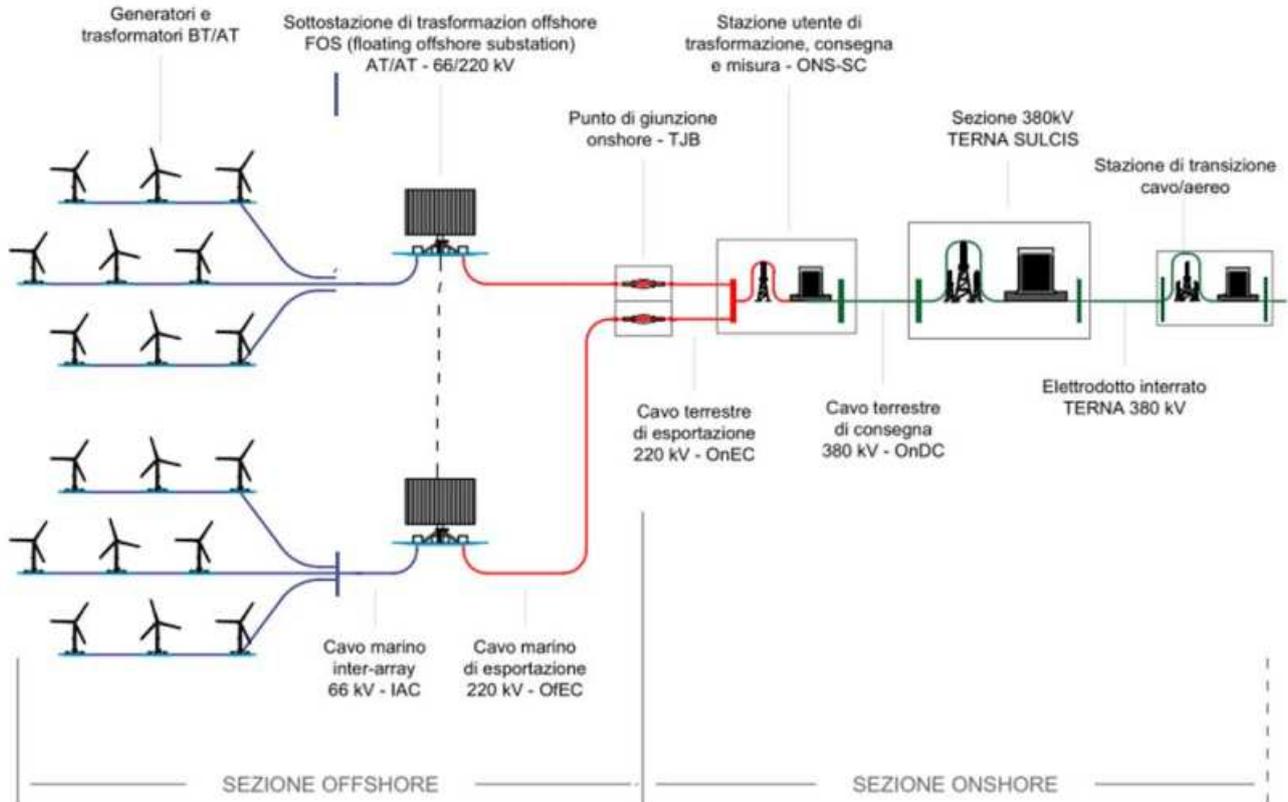
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
45 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Caratteristiche fisiche del progetto – Schema concettuale elettrico della proposta progettuale.

Elaborazione iLStudio

Figura 7.22 – Architettura elettrica del progetto – configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo.

Schema elettrico concettuale dal punto di generazione fino al punto di immissione in rete sulla dorsale 380kV Ittiri – Selargius.
Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

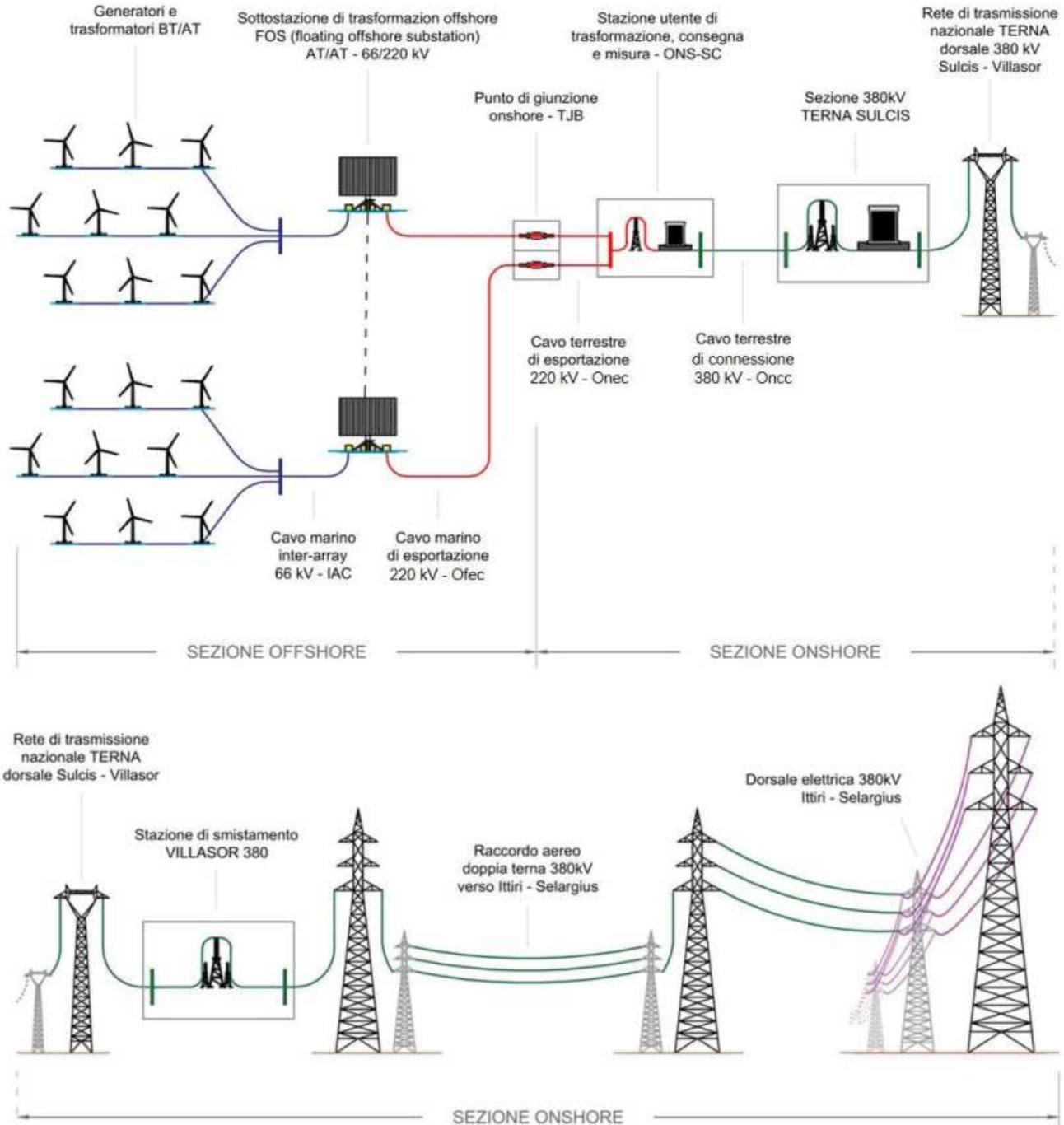
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
46 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Caratteristiche fisiche del progetto – Schema concettuale elettrico della proposta progettuale.
Elaborazione iLStudio

Figura 7.23 – Architettura elettrica del progetto – configurazione con elettrodotto aereo.

Schema elettrico concettuale dal punto di generazione fino al punto di immissione in rete sulla dorsale 380kV Ittiri – Selargius.
Elaborazione iLStudio.

Lo schema unifilare elettrico d’impianto fino al punto di consegna è riportato nella successiva Figura 7.24 (per il dettaglio si rimanda all’elaborato grafico “Schema unifilare” cod. C0421ET00UNIFIL00).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

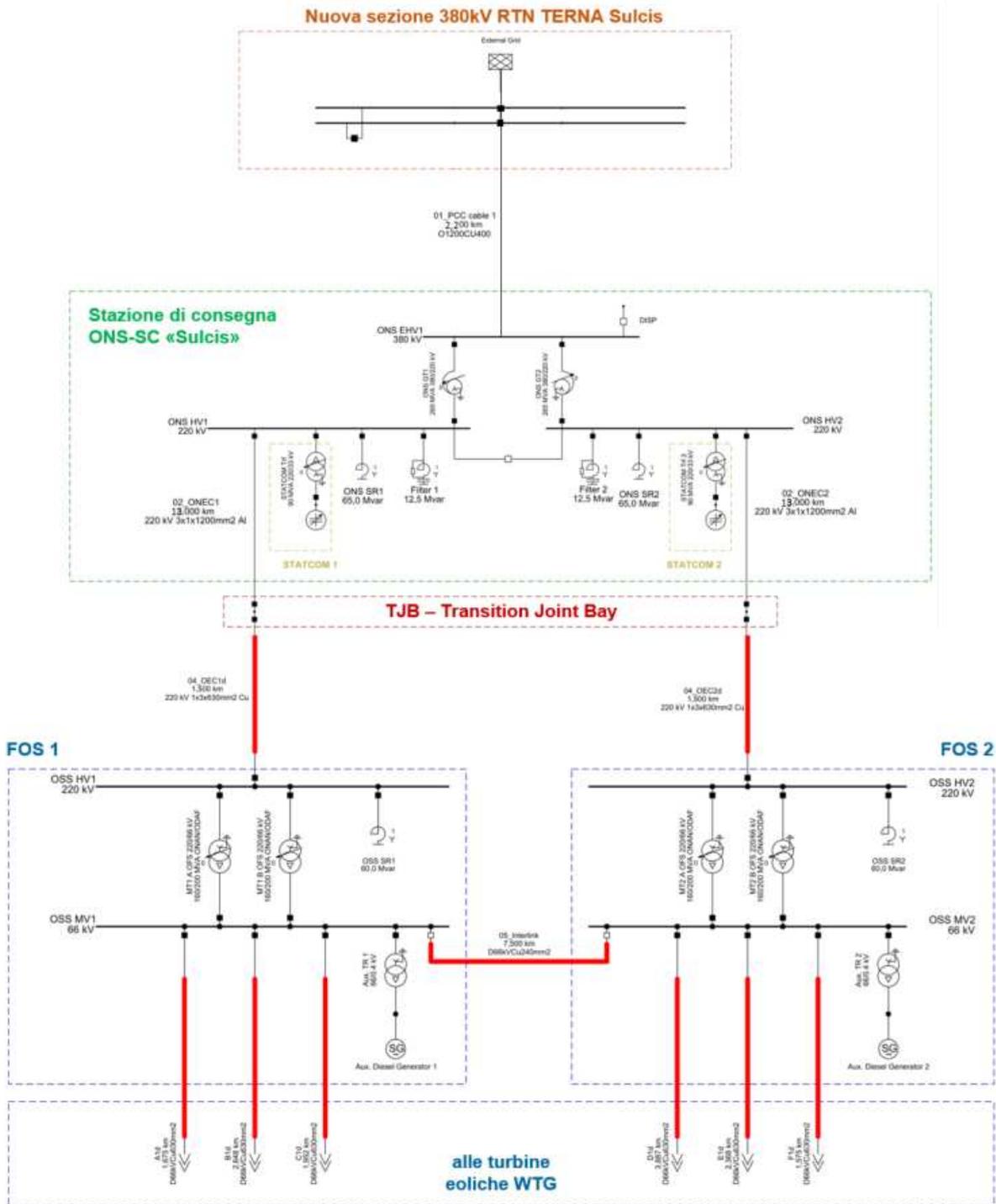


Figura 7.24 – Schema unifilare elettrico dell’impianto in progetto.

Dalla sezione di generazione al punto di consegna. Elaborazione iLStudio.

7.2.4. Turbine eoliche

Con il progressivo sfruttamento dell'energia eolica, la tecnologia degli aerogeneratori ha visto un forte sviluppo riconoscibile soprattutto nella crescente dimensione delle apparecchiature installate. Basti pensare che, intorno alla metà degli anni '80, il mercato era dominato da turbine con potenza nominale media di circa 75 kilowatt e diametri del rotore attorno a 17 metri; in poco meno di 35 anni, alla fine del 2018, la potenza nominale media delle turbine offshore installate nel mondo era di 3.94 MW con diametro rotore attorno a 140 m (Federal



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
48 di 1053

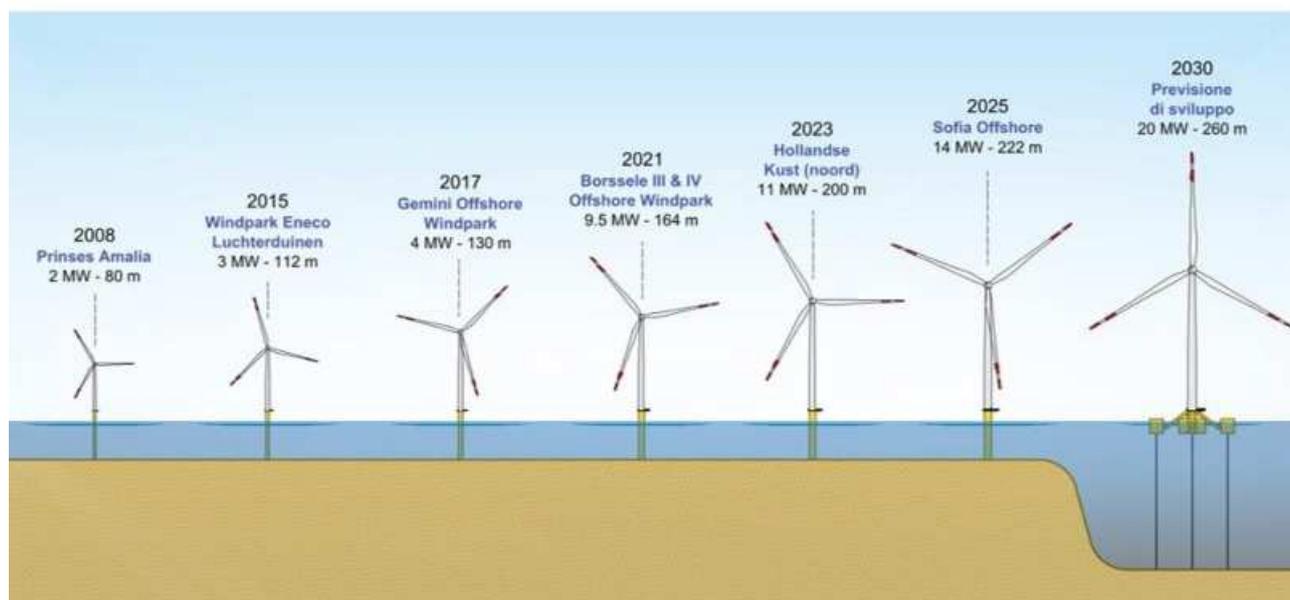
Ministry for Economic Affairs and Energy, 2021).

NREL (National Renewable Energy Laboratory), il laboratorio nazionale del Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti d'America dedicato alla ricerca e allo sviluppo sulle energie rinnovabili e sull'efficienza energetica, nel suo rapporto tecnico "Definition of the IEA 15-Megawatt Offshore Reference Wind Turbine" per la definizione di una turbina offshore di riferimento compatibile con i trend di sviluppo dettati dall'industria di settore, fa riferimento ad una potenza nominale di 15 MW con un diametro rotore di 240 m (NREL, 2021).

Nello stesso anno Siemens Gamesa lanciava sul mercato la turbina offshore SG 14-222 DD con potenza nominale 14 MW e diametro rotore 222 m (SIEMENS GAMESA, 2020); qualche tempo dopo Vestas ha annunciato il suo modello di punta V236-15.0 MW con un diametro di rotore di 236 m (VESTAS, 2020) in perfetta coerenza con le indicazioni del documento NREL.

Infine, alla data del presente documento sono già in studio controllori e soluzioni tecniche per nuovi aerogeneratori offshore con potenze fino a 20 MW e diametri rotore fino a 260 m (TNO Innovation for Life, 2020) (DTU, 2020).

In uno scenario così dinamico, l'approccio di analisi basato sul *design envelope* è dunque fondamentale per una valutazione di impatto flessibile e adattabile alle mutevoli condizioni del mercato e che favorisca, peraltro, l'accesso a nuove BAT (Best Available Technologies).



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Previsione di crescita delle dimensioni (diametro rotore) e potenza elettrica nominale. Proposte progettuali internazionali. Elaborazione iLStudio su dati (energy.gov, 2021), (NREL, 2020) e (Van Oord, 2022)

Figura 7.25 – Sviluppo degli aerogeneratori per uso offshore.

Previsione di crescita del diametro rotore e della potenza elettrica nominale. Proposte progettuali in progetto internazionali. Elaborazione iLStudio su dati (energy.gov, 2021), (NREL, 2020) e (Van Oord, 2022).

Per la definizione della turbina eolica di riferimento, sono stati quindi considerati aspetti diversi tra cui il previsto trend di sviluppo della tecnologia costruttiva nonché i risultati delle principali valutazioni di rischio ambientale (tra cui la valutazione di rischio collisione per l'avifauna, rif. documento specialistico "Relazione di monitoraggio, inquadramento tecnico e valutazione degli impatti sull'avifauna" cod. C0421YR25IMPAVI00). Considerando quindi un orizzonte temporale al 2025-2030, potendo ragionevolmente ipotizzare un diametro di rotore attorno a 250-260 m e, sulla base dei risultati della valutazione ornitologica, un franco minimo tra il livello medio mare e il più basso tip di pala (*air gap*) attorno a 30 m, scaturiscono i modelli di riferimento della Tabella 7.3 i cui parametri sono riferiti alla Figura 7.26.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

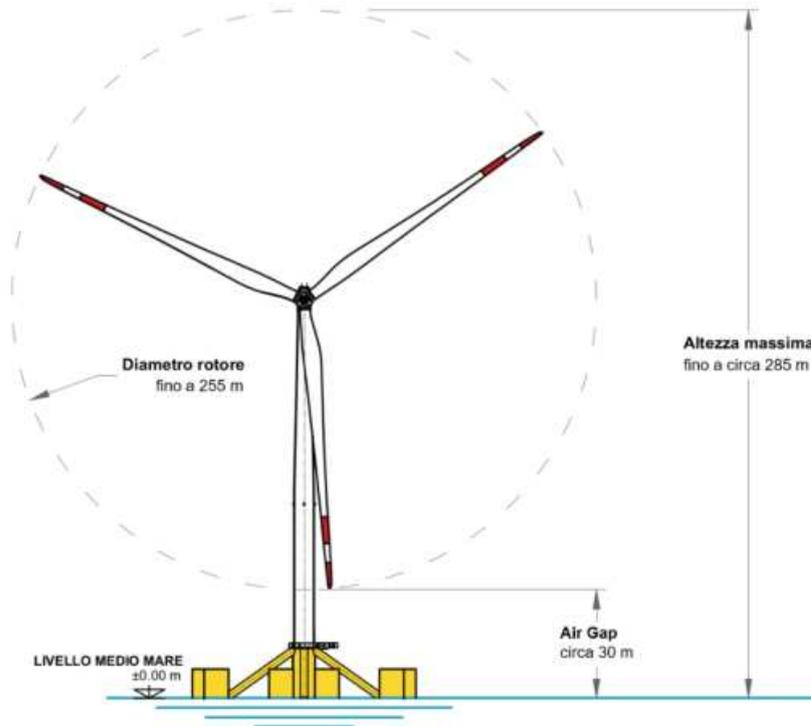


Figura 7.26 – Dimensioni caratteristiche per la definizione del modello di aerogeneratore.
Elaborazione iLStudio

Tabella 7.3 – Caratteristiche dell'aerogeneratore di riferimento per la procedura di VIA.

Elaborazione iLStudio.

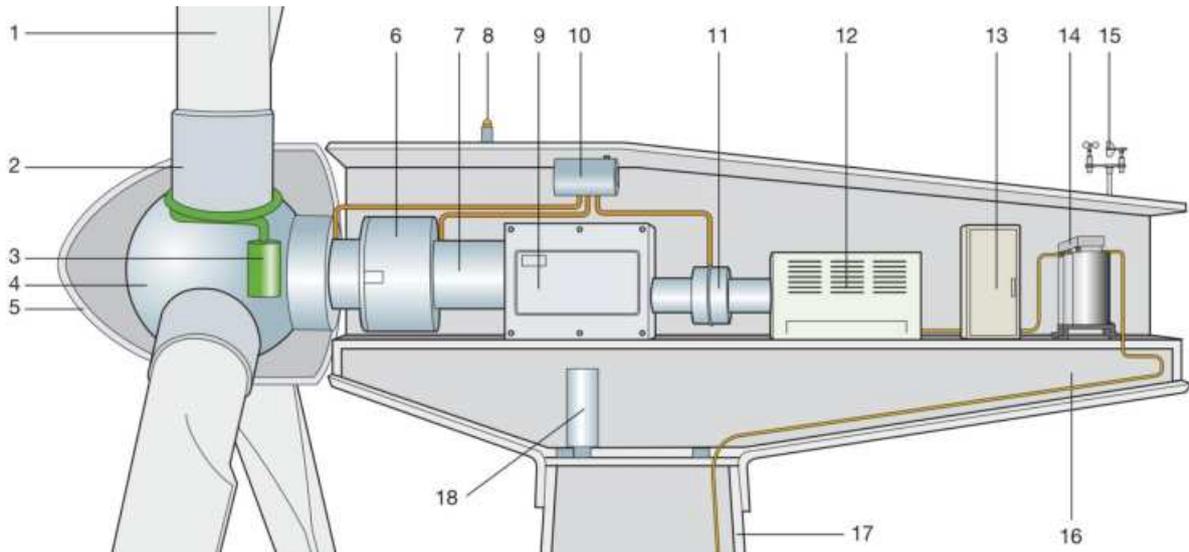
	Diametro rotore, [m]	Altezza max al tip, [mMSL]	Quota hub [mMSL]	Air gap [m]	Potenza elettrica nominale, [MW]
Scenario attuale	236	266	148	28÷30	12
Scenario 2025–2030	250÷255	280÷285	155	28÷30	12÷20

7.2.4.1. Caratteristiche generali delle turbine eoliche

Indipendentemente dal modello adottato, gli aerogeneratori saranno del tipo tripala ad asse orizzontale con rotore in configurazione *upwind* (sopravento).

Il rotore (assieme pale + mozzo) è l'organo motore primo che estrae l'energia cinetica del vento convertendola in energia meccanica rotazionale disponibile all'albero primario della turbina.

L'estrazione di potenza dal vento è garantita in un intervallo specifico di velocità generalmente compreso tra un valore minimo attorno a 3 m/s necessario all'avviamento del rotore (velocità di cut-in) e un valore massimo attorno a 25 m/s oltre il quale l'aerogeneratore viene arrestato, in condizioni di sicurezza, per l'azione di un freno aerodinamico mediante il sistema di *pitch regulation* della turbina gestito dal WTG controller, e un freno meccanico qualora fosse necessario bloccare il rotore per esigenze di manutenzione.



- | | |
|--|---|
| 1. pala; | 11. freni meccanici; |
| 2. supporto della pala; | 12. generatore; |
| 3. attuatore dell'angolo di Pitch; | 13. convertitore di potenza e dispositivi elettrici di controllo, di protezione e sezionamento; |
| 4. mozzo; | 14. trasformatore; |
| 5. ogiva; | 15. anemometri; |
| 6. supporto principale; | 16. struttura della navicella; |
| 7. albero principale; | 17. torre di sostegno; |
| 8. luci di segnalazione aerea; | 18. organo di azionamento per l'imbardata. |
| 9. moltiplicatore di giri; | |
| 10. dispositivi idraulici di raffreddamento; | |

Figura 7.27 – Componenti principali di un aerogeneratore.

Fonte: (ABB, 2011).

La relazione funzionale tra il regime di vento e l'output energetico del generatore è descritta mediante la sua *curva di prestazione* che definisce il comportamento della macchina nel piano potenza – velocità del vento. Curve di potenza tipiche per aerogeneratori con potenza nominale 12 MW e diametro rotore variabile tra 220 e 250 metri sono riportate in Figura 7.28.

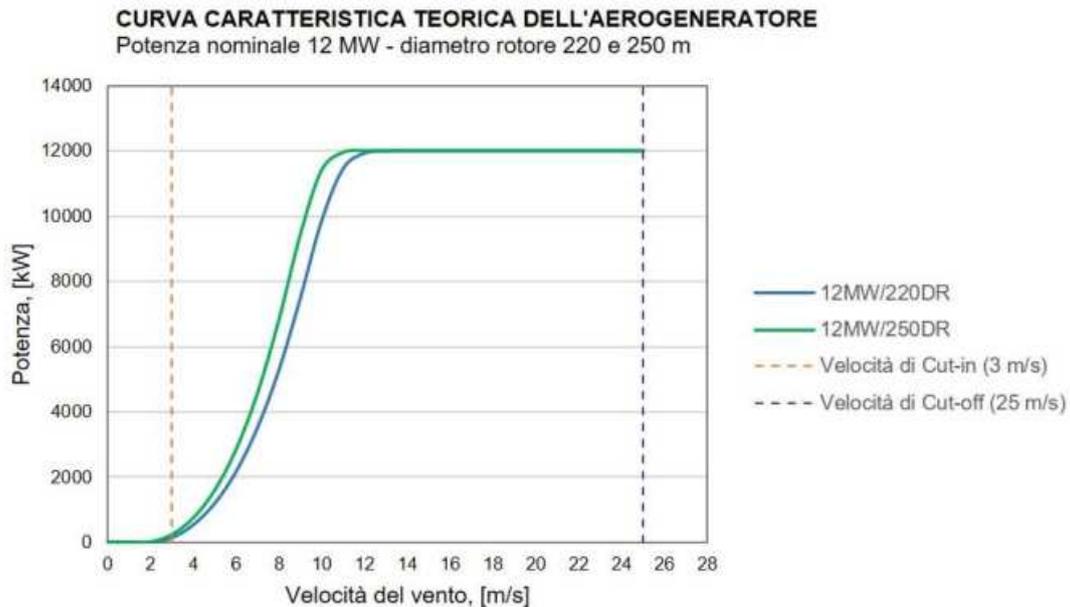


Figura 7.28 – Curva caratteristica teorica per aerogeneratori da 12 MW con diametro rotore 220 e 250 m.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

7.2.4.2. Palettatura

Le pale del rotore, che interagiscono fluidodinamicamente con la corrente d'aria che le investe, sono progettate con un profilo aerodinamico svergolato (Figura 7.29) che ottimizza i triangoli di velocità della macchina per massimizzarne l'efficienza aerodinamica (e dunque la producibilità) in condizioni di funzionamento nominali; in condizioni off-design l'elevata efficienza è invece garantita attraverso il funzionamento sinergico del controllore di bordo e del sistema di *pitch regulation* la cui azione simultanea determina la variazione del regime rotazionale della turbina.

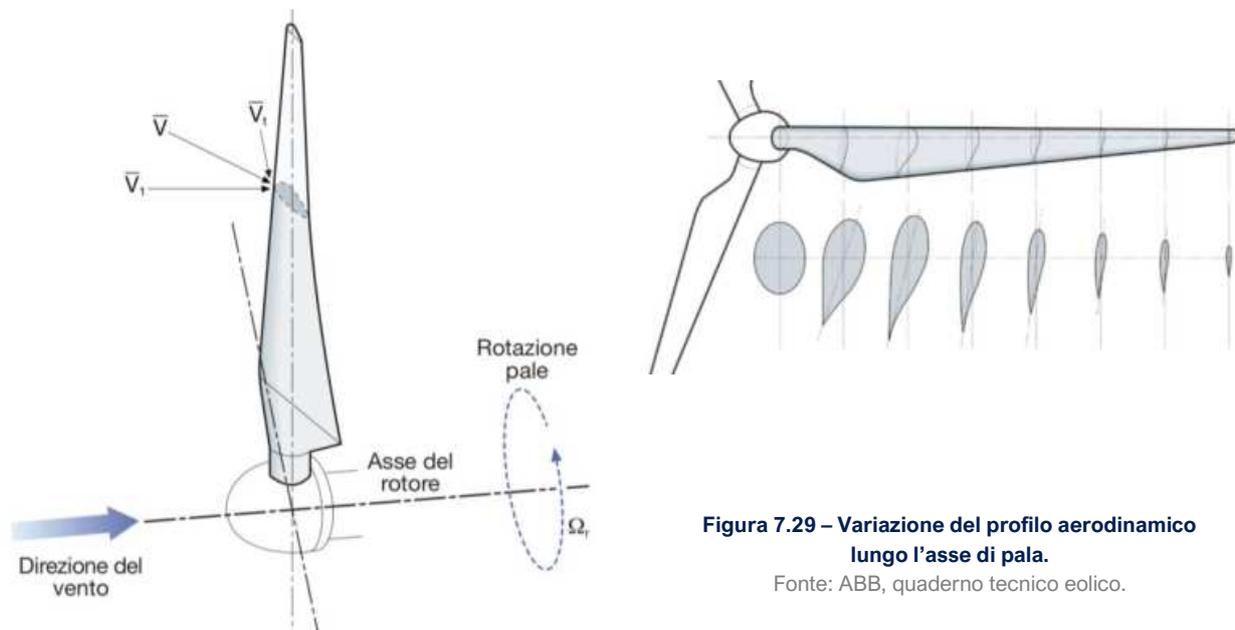


Figura 7.29 – Variazione del profilo aerodinamico lungo l'asse di pala.

Fonte: ABB, quaderno tecnico eolico.

Le pale sono collegate al mozzo del rotore attraverso un supporto pala che, grazie ad un collegamento mobile asservito da attuatore (generalmente oleodinamico), può ruotare attorno all'asse pala consentendo l'adattamento del profilo aerodinamico alle caratteristiche del vento.



Dettaglio della giunzione tra la pala e il mozzo di una turbina eolica offshore.

Esempio di sistema idraulico per la regolazione dell'angolo di pitch della pala.

Figura 7.30 – Particolari della sezione di supporto pala e del sistema di regolazione dell'angolo di pitch.

Fonte: (IRENA, 2016).

Le sollecitazioni centrifughe generate durante la rotazione, nonché il complesso sistema di carichi determinato dal vento, richiedono alle pale un delicato mix di rigidità e leggerezza garantito solo dall'utilizzo di materiali compositi rinforzati in fibra di vetro o carbonio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
52 di 1053

La superficie esterna della pala è inoltre opportunamente trattata con rivestimenti anti-abrasione e anti-UV al fine di ridurre l'erosione da agenti atmosferici (es. pioggia) e rallentare l'invecchiamento del composito provocato dall'esposizione alla radiazione solare ultravioletta.

Le pale possono inoltre comprendere elementi aggiuntivi quali regolatori di stallo per la stabilizzazione del flusso d'aria, generatori di vortice per l'aumento della portanza o alette d'estremità per ridurre il rumore aerodinamico.

È invece sempre previsto un sistema di protezione dalle scariche atmosferiche LPS (Lightning Protection System).



Figura 7.31 – Fabbricazione di una turbina eolica.

A sinistra: matrice di stampo per la realizzazione di una pala eolica per utilizzo offshore. In basso: la pala del generatore eolico Haliade-X 12MW (lunghezza 107 m). Fonte: <https://www.ge.com/>, (IRENA, 2016).



7.2.4.3. Sistema di trasmissione e conversione della potenza

In relazione alla tipologia costruttiva dell'aerogeneratore, il trasferimento di energia dal rotore al generatore elettrico può effettuarsi o in maniera diretta (soluzione *direct drive*) o indirettamente attraverso la mediazione cinematica di una trasmissione meccanica (*gearbox* o moltiplicatore di giri) costituita da una o più coppie di ingranaggi di tipo epicicloidale o ad assi paralleli multi-stadio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

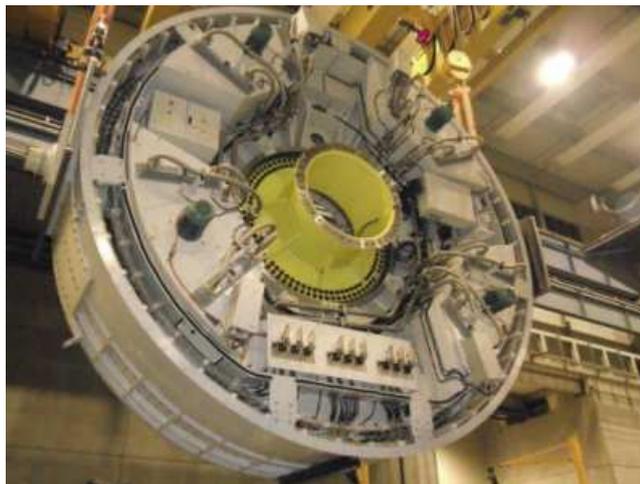


Figura 7.32 – Elementi costruttivi di una turbina eolica.

In alto: generatore elettrico a magneti permanenti del tipo direct drive. A sinistra: moltiplicatore di giri di una turbina eolica Liberty Quantum Drive da 2.5 MW. Fonte: (IRENA, 2016), <https://www.intechopen.com>

Un *power converter*, interposto tra l'uscita del generatore elettrico e l'ingresso del trasformatore di torre, opera invece la regolazione e il condizionamento della corrente / tensione di uscita dal generatore nel rispetto dei vincoli di *power quality*.



Figura 7.33 – Esempio di power converter per turbine eoliche (tipo ABB PCS6000).

Fonte: ABB.

Il generatore elettrico, l'eventuale gearbox, il sistema power converter e il trasformatore trovano alloggio all'interno di una struttura di contenimento nota come navicella (nacelle); il trasformatore e il power converter possono, in alternativa, essere installati a base torre.

7.2.4.4. Regolazione dell'imbardata

La navicella, posta sulla sommità di una torre tubolare, ruota sotto l'azione di un sistema di controllo dell'imbardata costituito da attuatori che consentono al rotore di disporsi sempre trasversalmente al vento. La direzione e velocità del vento sono costantemente monitorate mediante sensori anemometrici a bordo della navicella mentre il posizionamento del rotore è comandato dal controllore di turbina secondo la direzione media del vento calcolata su una finestra temporale (generalmente) di 10 minuti. Tali movimenti vengono monitorati e, se la rotazione è eccessiva, la navicella viene imbardata in senso opposto per evitare l'aggrovigliamento dei cavi elettrici⁵ tra la navicella e la base della torre.

⁵ Tali cavi devono avere una lunghezza maggiorata tale da consentire all'aerogeneratore di effettuare un certo numero di giri completi per l'allineamento.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio



Figura 7.34 – Navicella di un aerogeneratore Haliade-X di General Electric.

Fonte: www.windpowerengineering.com

7.2.4.5. Torre

La torre della turbina è di tipo tubolare, configurazione oggi praticamente standard e caratterizzata da diversi vantaggi rispetto alla ormai desueta configurazione a traliccio. Le torri tubolari, infatti, sono assemblate secondo un numero ridotto di connessioni bullonate e il guscio della torre non solo costituisce un'area protetta per l'accesso alla turbina ma rende anche più agevole e sicura la salita in navicella mediante una scala interna o un ascensore; si tratta inoltre di strutture esteticamente più gradevoli e meno intrusive rispetto ai tralicci.



Figura 7.35 – Conci di torre eolica.

Fonte: (IRENA, 2016).

7.2.4.6. Controllore

Il funzionamento dell'aerogeneratore è gestito attraverso un controllore centrale che, attraverso una complessa *logica di controllo*, coordina e comanda le procedure di avviamento ed arresto della turbina, assicura il suo funzionamento entro parametri determinati da esigenze di sicurezza dell'esercizio, qualità dell'output energetico e compatibilità con i requisiti del codice di rete dell'infrastruttura elettrica di destinazione. La logica di controllo è tipicamente programmata all'interno di un PLC ed è capace di interfacciarsi con il controllore di campo al fine di disconnettere la turbina dalla rete di generazione in caso di *fault* mantenendo il corretto funzionamento degli altri generatori di parco con ovvi vantaggi in termini di *availability* dell'impianto.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
55 di 1053

7.2.4.7. Sistemi ausiliari

Sono previsti sistemi di tipo ausiliario, montati all'interno della navicella, che comprendono (tra gli altri):

- un dispositivo idraulico per la lubrificazione dell'eventuale moltiplicatore di giri e delle varie componenti meccaniche in movimento,
- uno o più scambiatori di calore per il raffreddamento dell'olio e del generatore elettrico, ivi compresi pompe e ventilatori,
- sensori ambientali quali anemometri e banderuole che informano il controllore sulle condizioni anemologiche in relazione al corrente assetto della turbina,
- sistemi di segnalazione luminosa per la sicurezza della navigazione aerea e marittima,
- sistemi di geolocalizzazione dotati di tag AIS, risponditori radar (Racon),
- un sistema di diagnostica interna con annessa sensoristica di controllo per migliorare l'affidabilità dell'aerogeneratore, segnalare eventuali malfunzionamenti e attivare le dovute procedure di manutenzione,
- sistema di protezione catodica.

7.2.4.8. Manutenzione

Le modalità di accesso alle strutture galleggianti sono pressoché analoghe a quelle previste per impianti a fondazione fissa.



Soluzione di approdo da nave con sistema "boat landing" tipico dei sistemi a fondazione fissa



Sistema di accesso alle strutture mediante scala

Figura 7.36 – Esempi di accesso da mare alle strutture largamente impiegati per soluzioni offshore a fondazione fissa.

Tali sistemi sono generalmente applicabili anche al caso di soluzioni floating.

La principale modalità di accesso sarà da nave attraverso un sistema, normalmente del tipo "a scala" (*boat landing*) idoneamente configurato per l'accosto delle imbarcazioni di servizio. È anche ipotizzabile l'accesso/evacuazione tramite elicottero per ragioni di emergenza o *Medevac (Medical Evacuation)*. In ogni caso, il programma delle ispezioni, delle manutenzioni e di monitoraggio in servizio degli aerogeneratori sarà effettuato in conformità con le best practice per le turbine eoliche a fondazione fissa e comunque in coerenza con i manuali di servizio forniti dal produttore della turbina eolica.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
56 di 1053



Figura 7.37 – Esempio di accesso alle strutture da elicottero (heli-winch).

Tale sistema è applicabile a soluzioni floating.

7.2.4.9. Misure di sicurezza ambientale

Per quanto concerne le misure di protezione ambientale, la progettazione di dettaglio degli aerogeneratori prevederà il ricorso alle migliori tecniche e tecnologie finalizzate alla sicurezza e alla tutela ambientale; tali misure di protezione saranno di tipo attivo e passivo riguardando sia accorgimenti impiantistici e/o strutturali sia il ricorso a sostanze a basso impatto e pericolosità.

I fluidi operativi tipicamente richiesti nel funzionamento degli aerogeneratori sono riconducibili alle funzioni di lubrificazione, dissipazione termica, isolamento elettrico e trasmissione di potenza. Nella selezione dei fluidi di lavoro si prediligerà l'impiego di sostanze sicure per l'uomo e per l'ambiente così da minimizzare l'impatto sull'ecosistema (in caso di sversamento accidentale) e aumentare la sicurezza degli operatori (ad esempio in caso di incendio).

Per quanto riguarda, ad esempio, gli oli diatermici dei trasformatori elettrici, in tempi recenti si stanno diffondendo unità isolate ad olii esteri naturali che presentano una elevatissima biodegradabilità e un miglior comportamento al fuoco (Tabella 7.4). Tali sostanze trovano oggi anche una precisa collocazione normativa come testimoniato dalla recente pubblicazione della Norma IEC e CENELEC EN 62770 "Esteri naturali nuovi per trasformatori e apparecchiature elettriche similari".

Gli esteri naturali, le cui caratteristiche sono stabilite dalla Norma CEI EN 62770, sono essenzialmente trigliceridi prodotti a partire da oli vegetali. I principali vantaggi del loro utilizzo sono:

- l'alto punto di infiammabilità (significativamente superiore rispetto agli oli minerali),
- la minima pericolosità sia per la salute umana sia l'ambiente (elevata biodegradabilità e minor impatto ambientale),
- la produzione a partire da fonti assimilabili a rinnovabili (coltivazioni di soia, nocciole, ecc.),
- la riutilizzabilità a fine vita come sottoprodotti (ad esempio, biodiesel) in perfetto accordo con i criteri dell'economia circolare.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
57 di 1053

Tabella 7.4 – Principali caratteristiche degli oli minerali, esteri naturali e sintetici e liquidi siliconici.

Fonte: (CEI, 2017).

Proprietà	OLI MINERALI	LIQUIDI SILICONICI	ESTERI SINTETICI	ESTERI NATURALI
Densità, g/cm ³	< 0.895	0.95 – 0.97	< 1	< 1
Viscosità a 100°C, cSt	–	–	–	< 15
Viscosità a 40°C, cSt	< 12	40 ±4	< 35	< 50
Flash point, °C	>135	> 240	> 250	> 250
Pour point, °C	< –40	< –40	< –45	< –10
Fire point, °C	–	> 340	> 300	> 300
Tensione di Breakdown, kV	> 30	> 40	> 45	> 35
Fattore di dissipazione a 90°C	< 0.005	< 0.001	< 0.030	< 0.050
Contenuto d'acqua, mg/kg	< 30	< 50	< 200	< 200
Solubilità in acqua a 23°C, ppm	55	220	2600	1100
Biodegradabilità in 28 giorni, %	25	–	–	97
Calore specifico, J/kgK	1860	1510	1800 – 2300	1500 – 2100

In generale, il tipo di fluidi operativi, la funzione e le quantità previste in esercizio sono sinteticamente indicati in Figura 7.38.



Figura 7.38 – Sicurezza ambientale dei fluidi di lavoro.

Differenze nel comportamento al fuoco tra esteri naturali (in alto) e oli minerali (in basso) in spray test. Gli esteri naturali tendono a non accendersi anche in presenza di innesco esterno.

Tabella 7.5 – Fluidi di lavoro previsti per aerogeneratore.

Tipo	Tipo di fluido	Funzione	Quantità presunta (*)
Oil	Olio estere per trasformatore	Isolamento e dissipazione termica dei trasformatori	< 7200 litri
Oil	Fluido lubrificante	Lubrificazione del cuscinetto principale, dei cuscinetti dei sistemi di imbardata e di pitch	~ 900 litri
Oil	Fluido idraulico	Fluido del sistema di pitch e del freno a bassa velocità	~ 360 litri



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
58 di 1053

Tipo	Tipo di fluido	Funzione	Quantità presunta (*)
Chemical	Acqua/Glicole	Sistema di raffreddamento, sistema di smorzamento torre	~ 14400 litri
Chemical	Azoto	Backup del sistema di pitch	~ 36000 litri
Chemical	SF6	Isolamento elettrico GIS	~ 12 kg

(*) la quantità è calcolata, cautelativamente, interpolando linearmente i quantitativi previsti per turbine da 10 MW.

Infine, dal punto di vista della sicurezza passiva, gli aerogeneratori saranno dotati di sistemi di raccolta fluidi atti a impedirne il rilascio accidentale in ambiente in caso di perdita. Sistemi di questo tipo, comprensivi di canali di convogliamento e bacini di raccolta, saranno previsti, ad esempio, per il cuscinetto principale e il raffreddatore olio di ciascun aerogeneratore. I fluidi eventualmente raccolti saranno quindi convogliati in idoneo bacino centrale per la raccolta e il successivo smaltimento in sicurezza durante le normali operazioni di manutenzione.

7.2.5. Stazione elettrica di trasformazione offshore (FOS)

La sottostazione elettrica offshore FOS costituisce il punto di connessione centrale della rete di cavi inter-array di sottoparco e alloggia le apparecchiature elettriche primarie necessarie per la compensazione della potenza reattiva e l'elevazione della tensione elettrica dal livello di generazione (66 kV AC) al valore di trasporto e consegna in rete (220 kV AC). L'equipaggiamento di potenza è affiancato da un articolato sistema di componenti ausiliari di gestione, comunicazione e controllo che consentono il funzionamento della sottostazione e dell'intero parco eolico in conformità alla normativa vigente in materia di sicurezza e comunque in linea con i requisiti di qualità previsti da TERNA.

Da un punto di vista costruttivo, la FOS si configura come una classica piattaforma a sviluppo multilivello con struttura portante a telaio reticolare o a pannelli portanti.

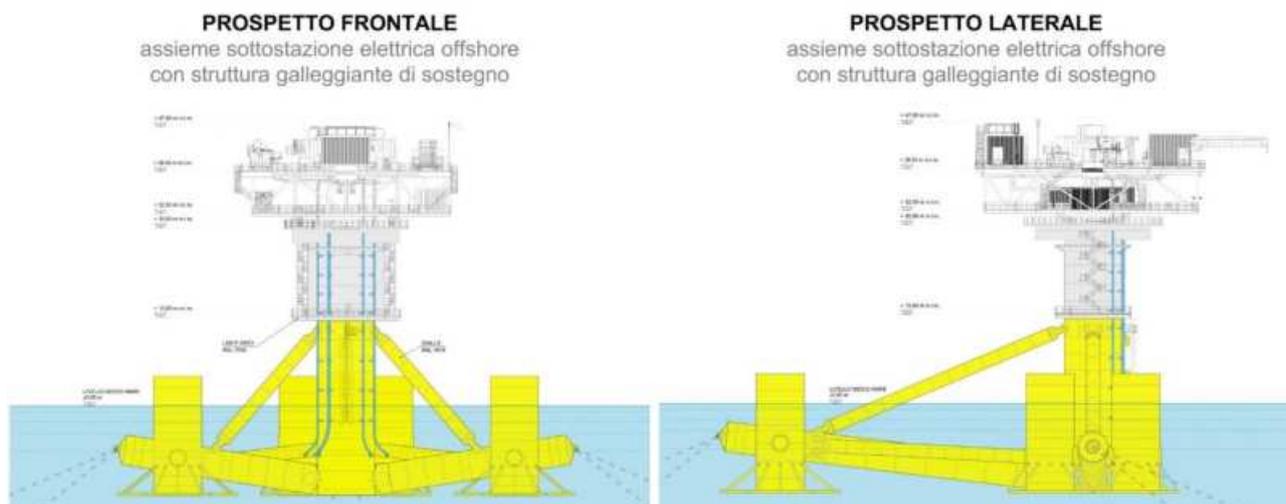


Figura 7.39 – Sottostazione elettrica galleggiante FOS. Concept costruttivo.

Elaborazione iLStudio su dati Siemens.

La parte superiore (*topside*) è supportata da una struttura di fondazione galleggiante del tipo semi-submersibile (sostanzialmente analoga a quella impiegata per le turbine eoliche) idoneamente mantenuta in posizione per l'azione di un sistema di ormeggi taut a linee tese ancorati al fondale marino mediante ancoraggi a punti fissi del tipo a pali metallici installati mediante battitura, vibro-infissione o avvitemento nel fondale.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

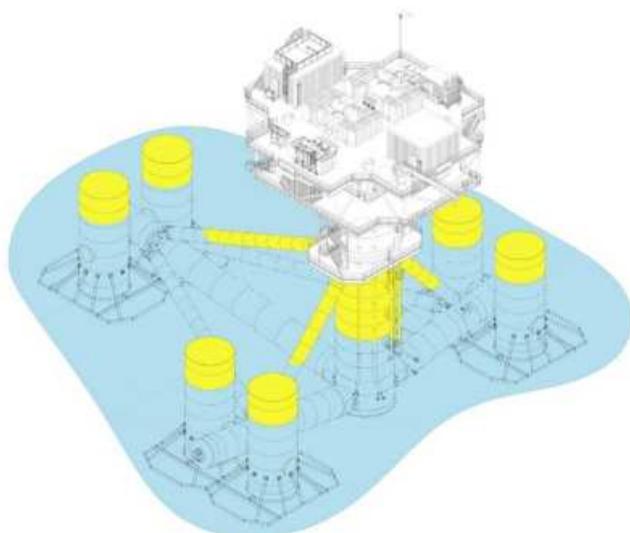
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

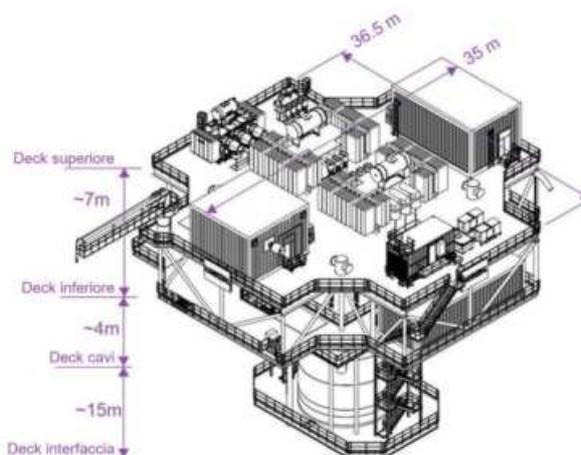
Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
59 di 1053



VISTA PROSPETTICA

Assieme sottostazione elettrica offshore con struttura galleggiante di sostegno



VISTA PROSPETTICA

Assieme sottostazione elettrica offshore quote e ingombri topside

Figura 7.40 – Sottostazione elettrica galleggiante FOS. Concept costruttivo, principali componenti elettrici.

Elaborazione iLStudio su dati Siemens.

L'ingresso dei cavi elettrici in arrivo dal parco e l'uscita dell'export cable verso la terraferma sono assicurati da un sistema di I-tubes (3 sul lato 66 kV, 1 sul lato 220 kV) che guida il passaggio del cavo elettrico dall'esterno verso l'interno della sottostazione e viceversa. In corrispondenza degli I-tubes sono opportunamente predisposti *bend stiffener* per l'irrigidimento locale del cavo e la sua protezione rispetto all'eccessiva curvatura in relazione ai naturali movimenti indotti dalle sollecitazioni ambientali (vento, correnti e onde).

La Figura 7.41 mostra il tipico del sistema di ingresso del cavo dinamico all'interno della struttura di fondazione mediante I-tube (mostrato in colorazione ciano nella rappresentazione di dettaglio). Il cavo di esportazione viene tirato attraverso l'I-tube fino all'innesto del *bend stiffener*.

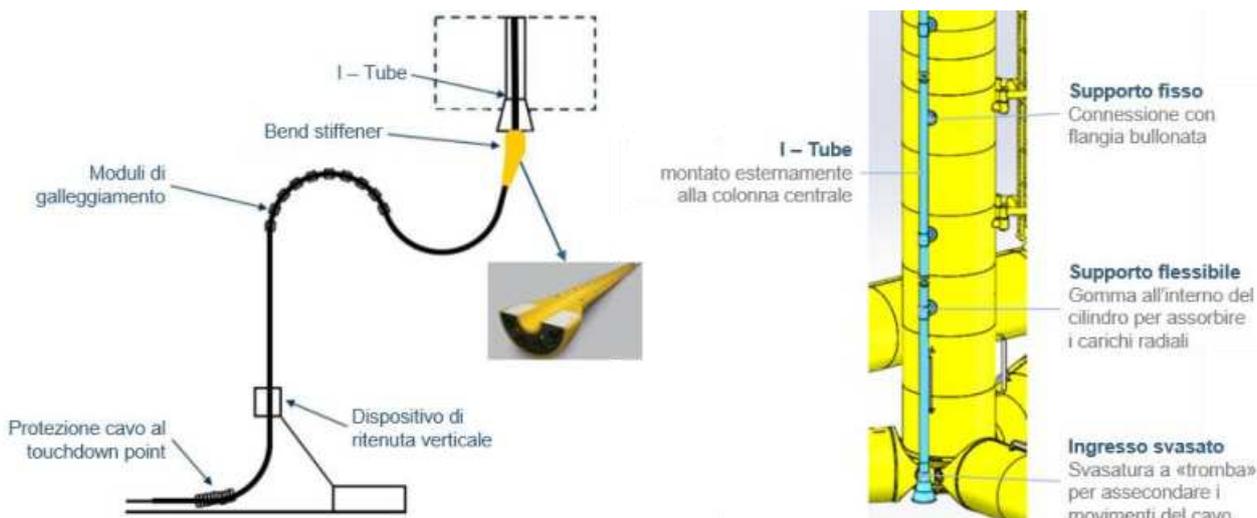


Figura 7.41 – Schema del collegamento tra il cavo dinamico e la sezione di ingresso della fondazione galleggiante.

Elaborazione iLStudio.

7.2.5.1. Equipaggiamenti elettrici

L'equipaggiamento elettrico primario della sottostazione FOS è dimensionato per una potenza elettrica



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
60 di 1053

nominale di 252 MW e include, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- sezionatori a 66 e 220 kV isolati a gas (GIS),
- trasformatori elevatori di tensione (step-up) 66/220 kV AC,
- reattori shunt per la compensazione della potenza reattiva,
- trasformatori e generatori elettrici ausiliari,

elettricamente connessi secondo lo schema a blocchi di Figura 7.42 e accuratamente posizionati sui diversi livelli della struttura (deck) per garantire l'ottimale bilanciamento delle masse, la minimizzazione della lunghezza delle connessioni elettriche interne e la compatibilità e semplificazione degli interventi di installazione, manutenzione e/o sostituzione (Figura 7.43).

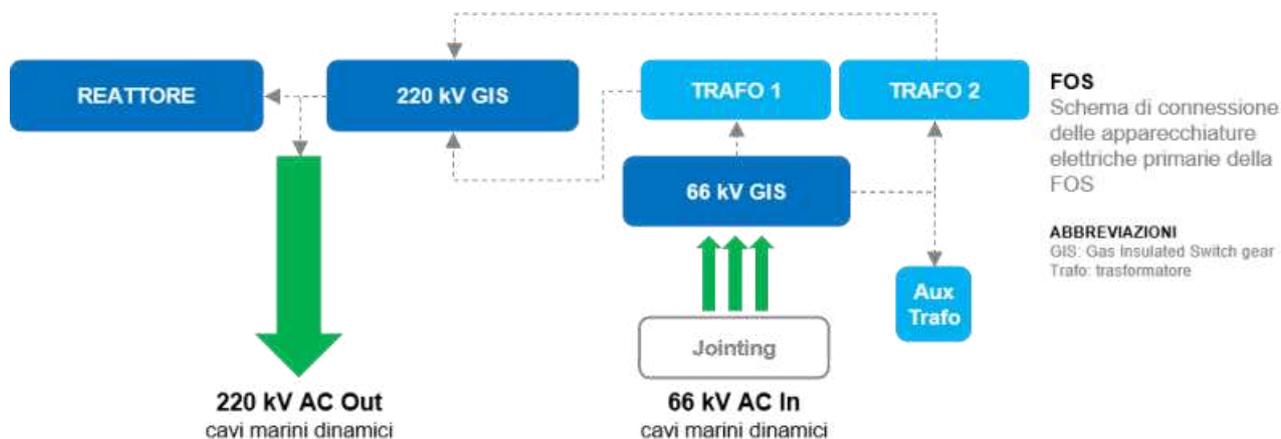


Figura 7.42 – Schema di connessione dell'apparecchiatura elettrica primaria della FOS.

Elaborazione iLStudio.

Come evidente dalle figure precedenti, la sottostazione offshore prevede due trasformatori step-up 66/220 kV da 160 MVA cadauno in configurazione ONAN (trasformatore in olio a circolazione naturale, con circolazione naturale dell'aria) e fino a 200 MVA in configurazione ONAF (trasformatore in olio a circolazione naturale, con circolazione forzata dell'aria). La soluzione con doppio trasformatore offre il duplice vantaggio di un minor stress delle unità che, in condizioni normali di esercizio operano al 60% circa della capacità nominale, oltre a garantire una parziale ridondanza in caso di avaria; in tal caso è infatti possibile mantenere parte della produzione complessiva dell'impianto eolico (circa il 60% in condizioni di raffreddamento naturale, fino all'80% in condizioni di raffreddamento forzato) fino al completo ripristino della funzionalità con evidenti benefici dal punto di vista ambientale. La soluzione con raffreddamento naturale è comunque preferibile in virtù di un minor numero di componenti (tra cui ventilatori e relativi dispositivi di controllo) ovvero per la maggior affidabilità.

Il cavo di esportazione a terra è collegato sul lato alta tensione (220 kV) dei trasformatori attraverso il sistema GIS mentre la compensazione della potenza reattiva generata dal cavo è effettuata mediante apposito reattore shunt collegato anch'esso sul lato AT 220 kV.

In caso di guasto sul cavo di esportazione un sistema generatore diesel di backup provvede al mantenimento dei servizi essenziali della sottostazione con autonomia (generalmente) attorno a 10 giorni tale da consentire gli interventi di riparazione e/o ripristino delle normali condizioni di funzionamento.

Ulteriori dettagli sulle caratteristiche elettriche dei diversi componenti sono disponibili nel documento specialistico "Relazione elettrica" cod. C0421ER16RELELE00 allegato allo Studio di Impatto Ambientale.

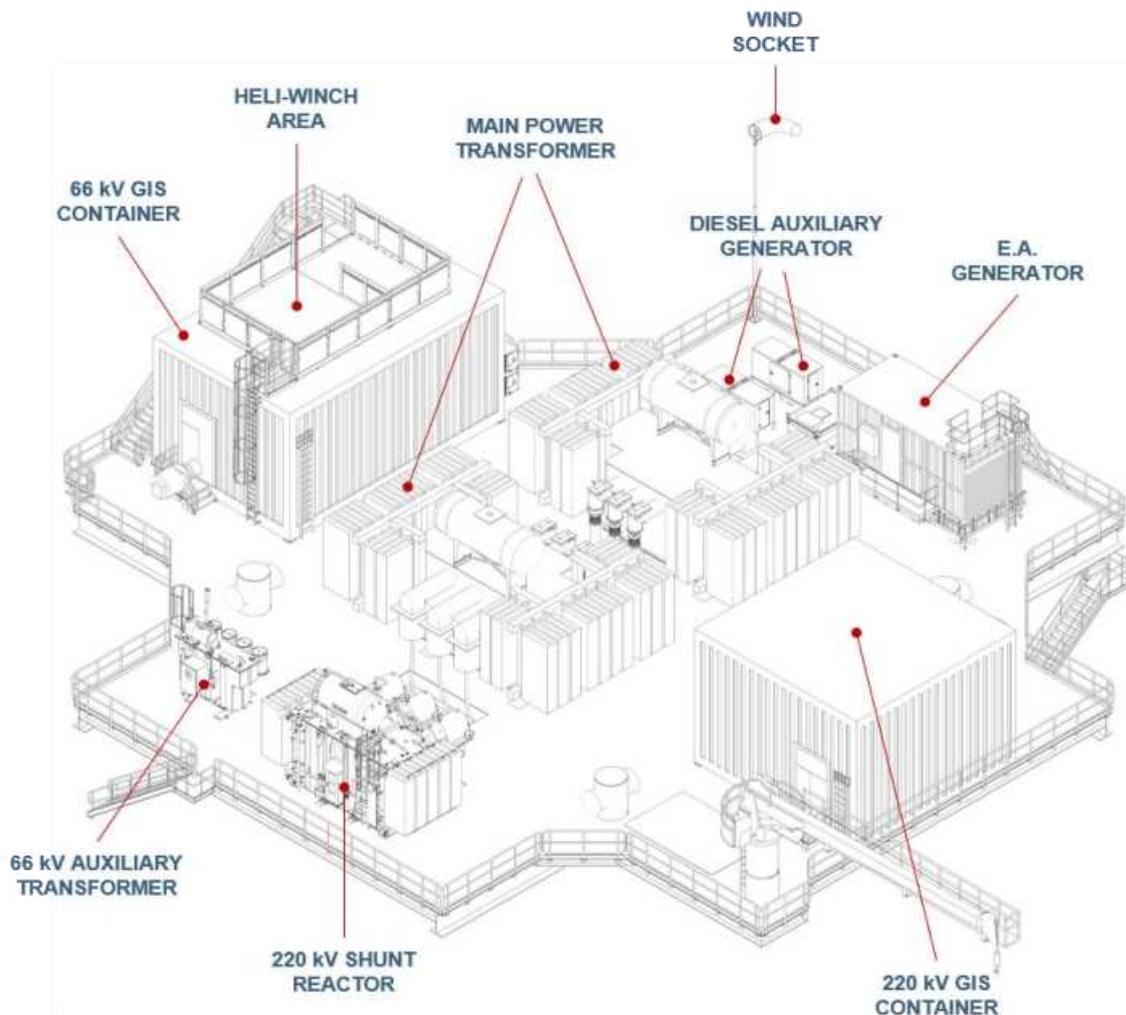


Figura 7.43 – Disposizione elettromeccanica del ponte superiore della FOS.

Elaborazione iLStudio su dati Siemens.

7.2.5.2. Manutenzione

Le modalità di accesso delle squadre impegnate nelle operazioni di manutenzione e/o il trasferimento delle apparecchiature da/verso la FOS saranno progettate per minimizzare il rischio di incidenti e garantire la sicurezza degli operatori. L'accesso alla piattaforma potrà avvenire in maniera multimodale mediante:

- imbarcazione per il trasferimento del personale (Crew Transfer Vessel, CTV);
- imbarcazioni per interventi di manutenzione (Service Operation Vessel, SOV);
- elicottero (Heli winch).

Il programma delle ispezioni, delle manutenzioni e di monitoraggio in servizio sarà effettuato in coerenza con i manuali di servizio forniti dal produttore.

7.2.5.3. Misure di sicurezza ambientale

Anche per la sottostazione FOS le misure di protezione ambientale saranno orientate, in fase di progettazione esecutiva, all'utilizzo delle migliori tecniche e tecnologie di tipo attivo e passivo per garantire la sicurezza e la tutela ambientale. Ad esempio, la struttura del ponte superiore, che alloggia le apparecchiature elettriche primarie quali trasformatori, reattori shunt e relativi scambiatori termici per il raffreddamento, prevederà un sistema di raccolta reflui che possa consentire, nell'eventualità di perdita, l'immediato convogliamento e la



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
62 di 1053

raccolta dei liquidi dispersi all'interno di un apposito serbatoio (*sump tank*) collocato sulla FOS dal quale sarà possibile procedere al trasferimento su nave per il successivo idoneo smaltimento a terra secondo norma. I fluidi di lavoro previsti sono riportati nella successiva tabella.

Tabella 7.6 – Fluidi di lavoro previsti per la sottostazione FOS.

Quantità stimate da (Bejarano & Michel, 2013).

Tipo	Tipo di fluido	Funzione	Quantità prevista
Oil	Olio estere per trasformatore	Isolamento elettrico e dissipazione termica dei trasformatori	Dipendente dalla costruzione
Oil	Fluido idraulico	Fluido di lavoro per sistemi a funzionamento idraulico	Dipendente dalla costruzione
Oil	Combustibile diesel	Alimentazione generatori elettrici ausiliari	~ 2000 litri, sufficiente a garantire il funzionamento in emergenza per circa 10 giorni
Chemical	Fluidi refrigeranti	Sistemi di raffreddamento locali e apparecchiature	Dipendente dalla costruzione
Chemical	SF6	Isolamento elettrico sistemi GIS	Dipendente dalla costruzione
Chemical	Acido solforico	Accumulatori per sistemi ausiliari 110 V DC	~ 700 litri
Chemical	Acqua/Glicole	Raffreddamento motori diesel ausiliari	~ 63 litri

In ogni caso le attrezzature e gli equipaggiamenti elettrici critici saranno installati in idonei contenitori di tipo “ambientale” con specifici accorgimenti tecnici quali, ad esempio, l'utilizzo di contenitori in doppia camera per i serbatoi carburante dei generatori ausiliari. I contenitori “ambientali” saranno inoltre dotati di sistemi di ventilazione controllata in sovrappressione per garantire bassa salinità e umidità per la efficace protezione dalla corrosione della componentistica.

7.2.6. Fondazione galleggiante

L'azione di supporto per l'aerogeneratore è assicurata da innovative strutture galleggianti ancorate al fondale tramite opportune linee di ormeggio. La scelta di non ricorrere a soluzioni fisse è dettata dagli evidenti limiti imposti dalle profondità dei fondali all'interno dell'area individuata per la realizzazione dell'opera.

Le strutture galleggianti utilizzate nell'ambito dell'eolico offshore derivano dalle soluzioni, ben più grandi, adottate nell'industria petrolifera già a partire dagli anni '70/'80 del secolo scorso. In generale, le fondazioni possono essere divise in 3 macro-gruppi, secondo il metodo utilizzato per garantire le proprietà di stabilità della stessa.

- **Ballast stabilized:** stabilità conferita da una consistente zavorra posta nella parte inferiore della struttura.
- **Mooring-Line stabilized:** stabilità conferita da apposite linee di ormeggio generalmente tese.
- **Buoyancy stabilized:** stabilità conferita dalla figura di galleggiamento.

Le soluzioni già esistenti, come ad esempio le chiatte (*barge*) o spar-buoy, risultano essere ibride rispetto alle 3 categorie suddette, così come mostrato in Figura 7.44.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

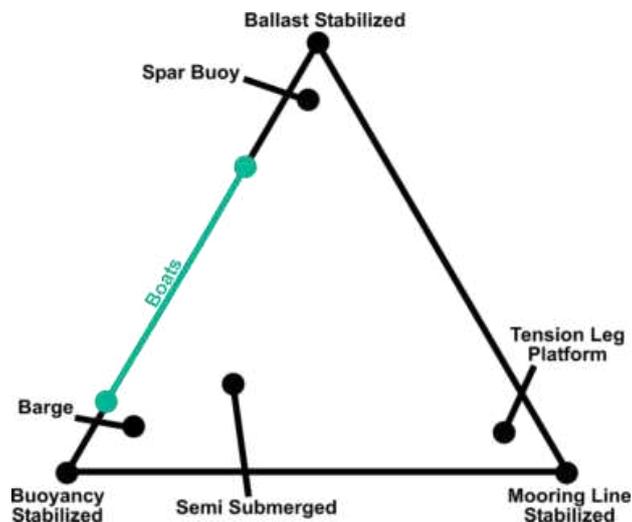


Figura 7.44 – Tipologie di piattaforma galleggiante: triangolo della stabilità.

Fonte: (S.Butterfield, 2007).

Nell'ambito del progetto del parco eolico nel mare di Sardegna sud-occidentale, si propone l'utilizzo di una fondazione semi-immersa (*semi-submersible*) derivante dal modello TetraSub® e sviluppata dalla Stiesdal Offshore (SO). Tale fondazione è progettata per sostenere turbine fino a 15MW di potenza.

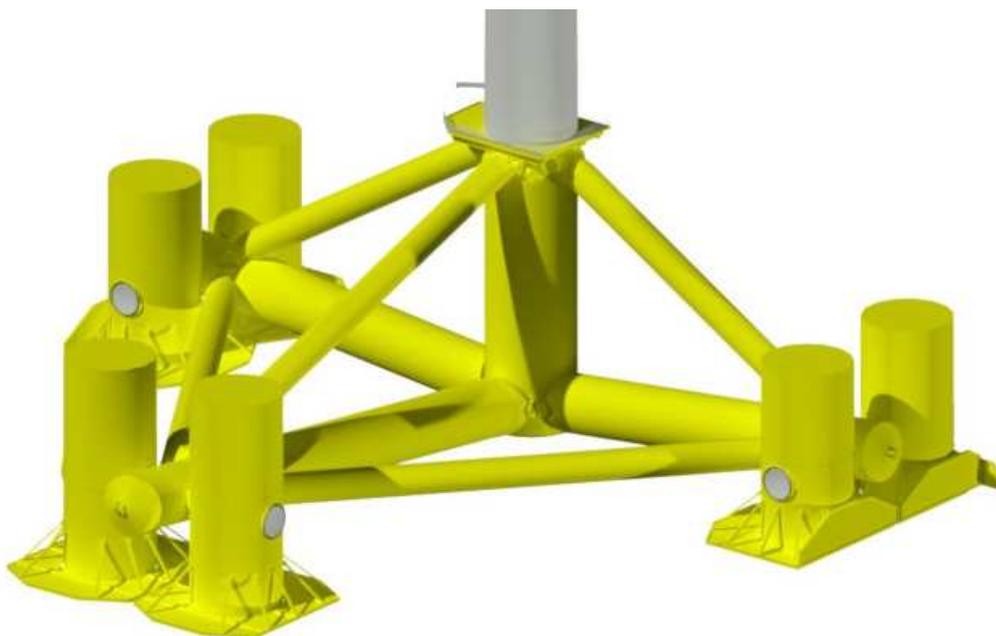


Figura 7.45 – Fondazione galleggiante TetraSub®.

Elaborazione SO.

Il modello, realizzato in acciaio, è composto da strutture tubolari opportunamente disposte a comporre un tetraedro asimmetrico, corredate da tre coppie di casse di zavorra nei vertici del triangolo di base.

Le linee di ormeggio, connesse a tali vertici, consentono alla struttura di conservare la propria posizione in fase operativa.

La fondazione è progettata per essere assemblata in banchina ed in seguito per essere agevolmente rimorchiata in mare fino al sito di installazione, in cui viene ormeggiata e zavorrata opportunamente fino al raggiungimento della condizione di galleggiamento di progetto.

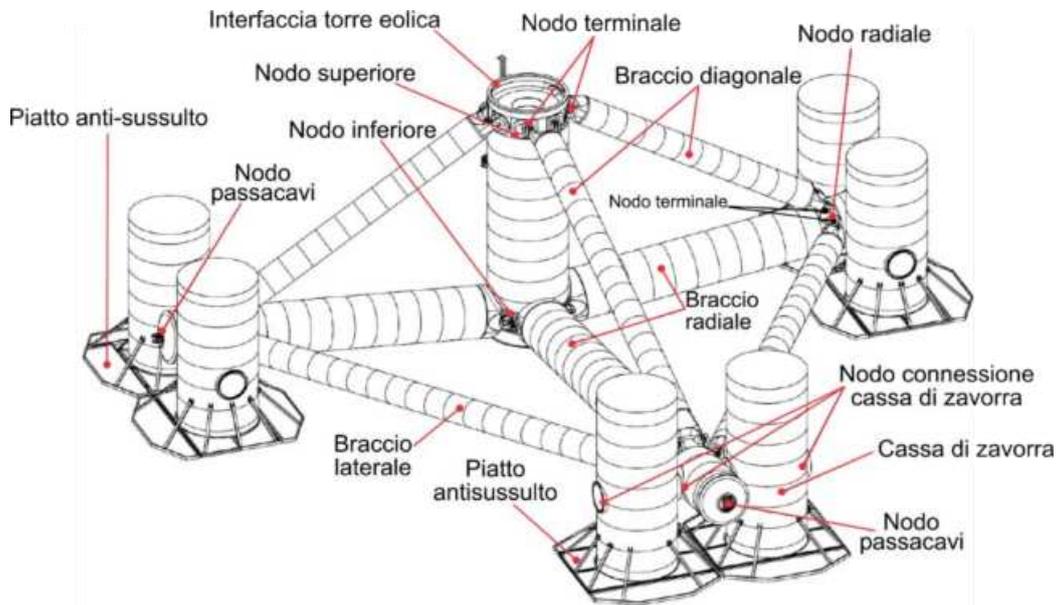


Figura 7.46 – Elementi della fondazione TetraSub®.

Elaborazione SO.

Dalla Figura 7.46 emergono gli elementi che costituiscono la fondazione galleggiante. Tra questi si distinguono elementi primari, che contribuiscono alla rigidità della struttura, ed elementi secondari, generalmente accessori alla fondazione. Gli elementi primari sono riportati nel seguente elenco.

Colonna centrale, corrispondente ad un cilindro disposto verticalmente, all'interno del quale è montata una flangia di interfaccia con la torre eolica. Il cilindro è opportunamente corredato da due nodi, utili al collegamento con gli elementi primari attigui.

Braccio radiale, corrispondente ad un cilindro disposto lievemente in obliquo rispetto al piano orizzontale e connesso alla colonna centrale ad un capo, ed alle casse di spinta all'altro. In totale sono presenti 3 bracci radiali, di cui uno più lungo rispetto agli altri, conferendo così una geometria asimmetrica al galleggiante.

Braccio laterale, corrispondente ad un cilindro disposto orizzontalmente e connesso agli estremi a due bracci radiali. In totale sono presenti 2 bracci laterali di uguale lunghezza.

Braccio diagonale, corrispondente ad un cilindro obliquo i cui estremi sono connessi al braccio radiale ed alla colonna centrale. In totale sono presenti 3 bracci diagonali, di cui uno più lungo degli altri.

Cassa di zavorra/spinta, corrispondente ad un contenitore cilindrico a chiusure stagne. Questo, durante la fase di esercizio del parco, è allagato con una predeterminata quantità di acqua di zavorra, utile ad assicurare il galleggiamento di progetto alla fondazione. In aggiunta, le casse possono garantire, in determinate condizioni, una riserva di spinta. Sono presenti 2 casse per ogni vertice del triangolo di base, per un totale di 6.

Piatto anti-sussulto, corrispondente ad un piatto in acciaio, saldato esternamente al fondo di ogni cassa di zavorra. Esso conferisce un effetto smorzante per i moti verticali della struttura (moti di sussulto).

Spinotto al vertice, corrispondente ad un cilindro cavo chiuso da due piatte alle basi. Tale spinotto, rigidamente collegato tramite un getto di malta cementizia di completamento, permette la connessione tra il braccio radiale e le due casse di zavorra.

Nodo superiore e nodo inferiore, saldati alla colonna centrale e aventi funzione di collegamento tra questa e rispettivamente i bracci diagonali e radiali.

Nodo radiale, saldato ad ogni braccio radiale, avente funzione di collegamento tra questo e i bracci diagonali e laterali.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
65 di 1053

Nodo di connessione alla cassa di zavorra, saldato all'estremo esterno di ogni braccio radiale. Tale nodo contiene una manica utile per l'alloggiamento dello spinotto al vertice.

Nodo terminale saldato all'estremo interno di ogni braccio radiale e ad entrambi gli estremi di ogni braccio diagonale e laterale.

Nodo passacavi, posto all'estremo esterno di ogni braccio radiale. Tale nodo è predisposto per la connessione alle linee di ormeggio.

La disposizione complessiva è ibrida tra una struttura tetraedrica e piramidale, con un braccio radiale più lungo rispetto agli altri. Questo design asimmetrico consente di posizionare la colonna centrale nelle immediate vicinanze di una banchina, riducendo così la capacità della gru, richiesta durante il sollevamento e il montaggio della turbina sulla fondazione. Gli elementi costitutivi secondari sono riportati nell'elenco a seguire ed illustrati in Figura 7.47.

Piattaforma di lavoro esterna per l'accesso del personale manutentore all'interno della torre. Tale struttura è collegata al nodo superiore della colonna centrale tramite collegamenti bullonati. Generalmente ogni piattaforma è dotata di una gru di servizio.

Sistema di attracco per le imbarcazioni deputate alle attività di manutenzione, situato in corrispondenza della colonna centrale in una posizione favorevole all'accesso del personale di servizio. Tale struttura è connessa alla colonna centrale tramite collegamenti bullonati. L'accesso alla piattaforma di lavoro esterna è garantito mediante tre scalette intervallate da due piccole piattaforme di servizio.

I-tube per la protezione del cavo di potenza. Tale struttura è connessa alla colonna centrale tramite collegamenti bullonati.

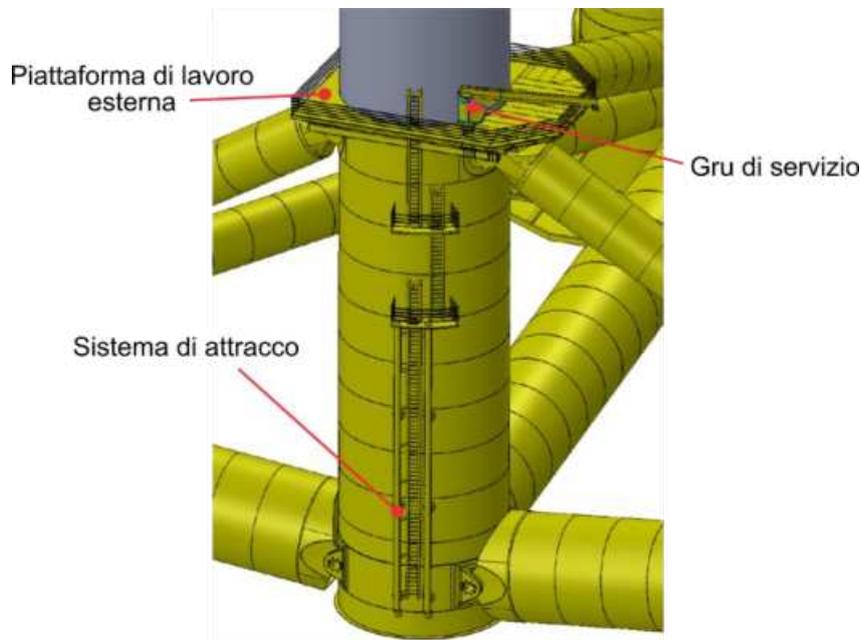


Figura 7.47 – Elementi secondari della fondazione TetraSub®.

Elaborazione SO.

7.2.6.1. Ingombri, masse e caratteristiche di galleggiamento della fondazione

Nel presente paragrafo sono riportati gli ingombri (Tabella 7.7, Tabella 7.8), le masse e le caratteristiche al galleggiamento di progetto in fase operativa della fondazione (Tabella 7.9).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
66 di 1053

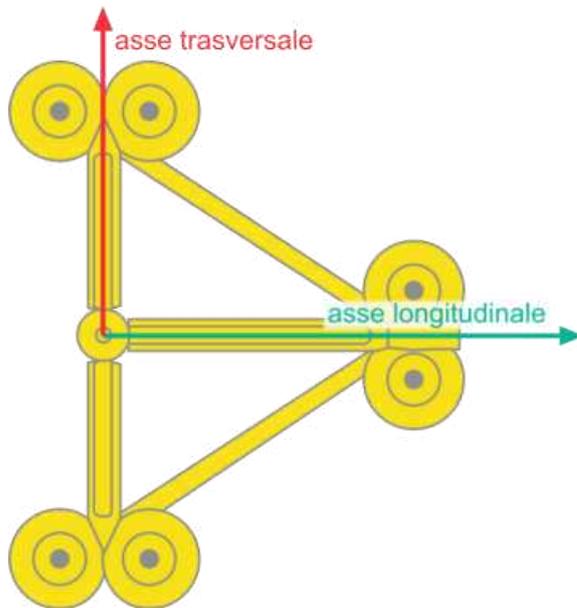


Figura 7.48 – Sistema di riferimento della fondazione sul piano orizzontale.

Elaborazione iLStudio.

Si precisa che, gli ingombri e le masse sono riportati con valori indicativi e non definitivi, poiché soggetti ad ulteriori variazioni future per affinamenti in fase esecutiva di progetto.

Per praticità si considera un sistema di riferimento con origine sulla faccia inferiore della colonna centrale (*center column*), che definisca una direzione longitudinale ed una trasversale.

Tabella 7.7 – Dimensioni degli elementi primari cilindrici.

Elaborazione iLStudio su dati SO.

ELEMENTO	QUANTITÀ	DIAMETRO [m]	LUNGHEZZA [m]
Colonna centrale	1	~9	~31
Braccio radiale 1*	1	~5.2 – 6	~66.5
Braccio radiale 2/3	2	~5.2 – 6	~41
Braccio diagonale 1*	1	~2.2	~52.9
Braccio diagonale 2/3	2	~2.2	~32.2
Braccio laterale	2	~2.2	~60.2
Cassa di zavorra 1	1	~9	~28
Casse di zavorra 2/3	2	~9	~26

Braccio radiale 1 e Braccio diagonale 1*: differiscono dai rispettivi 2 e 3 poiché risultano più lunghi. I bracci 1 giacciono sul piano verticale di simmetria.

Tabella 7.8 – Ingombri fondazione TetraSub.

Elaborazione iLStudio su dati SO.

Lunghezza [m]	~ 95.5
Larghezza [m]	~ 102
Altezza [m]	~ 31

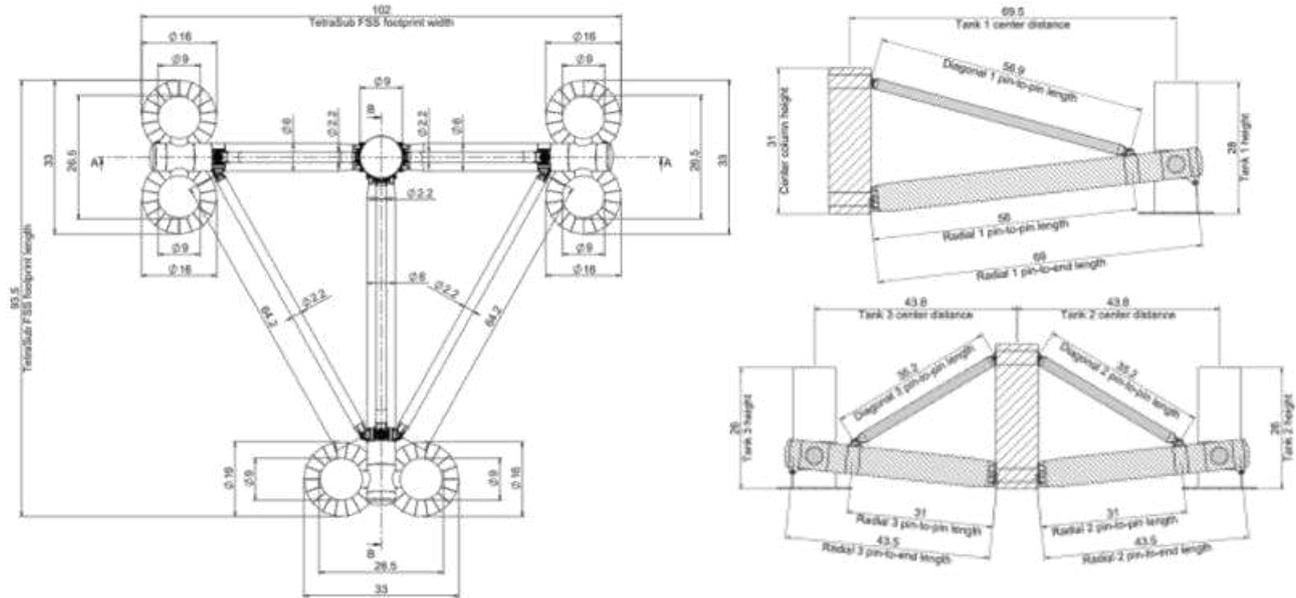


Figura 7.49 – Ingombri fondazione TetraSub®.

Fonte: SO.

Infine, si riporta una possibile configurazione dell'intero sistema in fase operativa. I dati relativi alla turbina considerano il modello NREL da 15 MW (NREL, Marzo 2020).

Tabella 7.9 – Configurazione in fase operativa.

Elaborazione iLStudio su dati SO.

Pescaggio [m]	11
Massa turbina + torre [t]	2081
Massa fondazione TetraSub® [t]	4948

7.2.6.2. Materiali impiegati

Le principali caratteristiche dei materiali impiegati per la fondazione galleggiante sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 7.10 – Proprietà materiali dei componenti della fondazione.

Fonte: SO.

Materiale*	Qualità materiale	Spessore [mm]	Resistenza a snervamento f_y [MPa]	Resistenza a rottura f_u [MPa]	Normativa di riferimento
Acciaio strutture primarie	S355NL	$16 < t \leq 40$	345	470 ÷ 630	EN10025-3
		$40 < t \leq 63$	335	470 ÷ 630	EN10025-3
		$63 < t \leq 80$	325	470 ÷ 630	EN10025-3
	S355MLO	$80 < t \leq 100$	315	470 ÷ 630	EN10025-3
Acciaio fuso	Acciaio fuso	Vario	300	430	/
Norden 701 (boccole delle connessioni con perno) Flatwise Edgewise	Materiale composito polimerico rinforzato con fibre	–	–	350 186 (compressione)	Indicazioni del fornitore
Malta cementizia	–	–	–	111.5 (compressione)	–

La selezione dei materiali è stata eseguita in accordo con gli standard DNV-OS-B101:2021 e DNV-RP-C203:2021.

* per i perni sarà impiegato un materiale tra acciaio inossidabile Super Duplex e acciaio strutturale con superfici esterne rivestite al laser.

Per il materiale composito Norden Maritime 701, impiegato per il dimensionamento della boccola delle connessioni con perno, è raccomandato un carico massimo di bearing pari a 150 MPa.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
68 di 1053

In generale, per ulteriori dettagli si rimanda alla “*Relazione tecnica – Dimensionamento della fondazione galleggiante*” cod. C0421SR14RELFON00.

7.2.7. Sistemi di ormeggio e ancoraggio

Le turbine eoliche e le sottostazioni elettriche saranno ormeggiate utilizzando un sistema teso (*taut mooring*) costituito da sei linee di ormeggio, due per ogni vertice della fondazione galleggiante, a loro volta connesse a sei ancoraggi fissi e puntuali costituiti da pali in acciaio.

Tale risultato si è reso possibile escludendo le tecnologie di ancoraggio mediante catenarie ed ancore a trascinamento che, sebbene ampiamente utilizzate nella pratica applicativa, determinano impatti sul fondale notevoli con effetti negativi a lungo termine.

Nonostante la configurazione proposta, le prestazioni del sistema sono calcolate e garantite anche con una condizione più conservativa rappresentata da un sistema a 4 linee di ormeggio, i cui risultati sono riportati e descritti nella relazione specialistica allegata al presente progetto (“*Relazione tecnica – Dimensionamento delle strutture di ancoraggio e ormeggio*” cod. C0421SR15RELORM00).

Il dimensionamento degli ormeggi e degli ancoraggi è stato effettuato mediante simulazione statica e dinamica del sistema accoppiato turbina–fondazione galleggiante implementando l’analisi con i dati ambientali estremi (onda, vento e corrente estremi) e di vita operativa ricavati dalla relazione specialistica “*Relazione meteomarina*” cod. C0421UR08RELMET00 a corredo del presente progetto.

Le simulazioni hanno portato ad ottenere quattro linee di ormeggio costituite da cavi tesi in poliestere da 2500 Te (MBL – Minimun Breaking Load) aventi delle porzioni di catena tesa sia nel punto di connessione con la fondazione galleggiante sia nel punto di connessione con l’ancoraggio.

Le caratteristiche meccanico–strutturali sono le seguenti:

- **Catena superiore (30 m):** Catena senza traversini da 190 mm R4S, 3221 Ton di MBL (Minimun Breaking Load);
- **Corda in poliestere:** 1170 m o 1175 m per 2500 Ton MBL da 276 mm di diametro;
- **Catena inferiore (30 m):** Catena senza traversini da 190 mm R4S, 3221 Ton di MBL (Minimun Breaking Load);

Le linee di ormeggio risulteranno tese e inclinate di 67.85° o di 70.9° rispetto la verticale, a seconda della loro disposizione rispetto alla fondazione galleggiante. Gli ormeggi avranno angolo azimutale (rispetto al Nord) a partire dalla linea di ormeggio 1 in senso orario, rispettivamente di 300°, 285°, 172.5° e 52.5°. Il mantenimento della posizione del sistema turbina–fondazione è garantito dall’applicazione di idonee forze di pretensionamento lungo le linee di ormeggio (circa il 9% e 17% del carico di rottura).

Parallelamente al dimensionamento dei sistemi di ormeggio è stato effettuato il dimensionamento degli ancoraggi. La scelta del più idoneo sistema di ancoraggio è stata determinata da accurate analisi delle possibili soluzioni tecnologiche e tecniche unitamente alle caratteristiche ambientali del sito e alle specifiche dimensionali del sistema accoppiato turbina–fondazione.

A valle di queste analisi sono stati scelti sistemi di ancoraggio costituiti da pali in acciaio installati nel fondale mediante battitura/vibroinfissione/spinta/avvitamento. Questa scelta progettuale risulta la più idonea dal punto di vista ambientale in quanto determinerà degli impatti molto contenuti e limitati nel tempo, essendo ancoraggi fissi e puntuali.

Le caratteristiche dimensionali dei pali di ancoraggio sono le seguenti:

- Diametro esterno: 2.44 m
- Lunghezza del fusto: variabile da 30 m a 49 m.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
69 di 1053

Per ogni dettaglio relativo all'intero processo di selezione e dimensionamento di tali componenti strutturali si rimanda alla relazione specialistica allegata al presente progetto ("Relazione tecnica – Dimensionamento delle strutture di ancoraggio e ormeggio" cod. C0421SR15RELORM00).

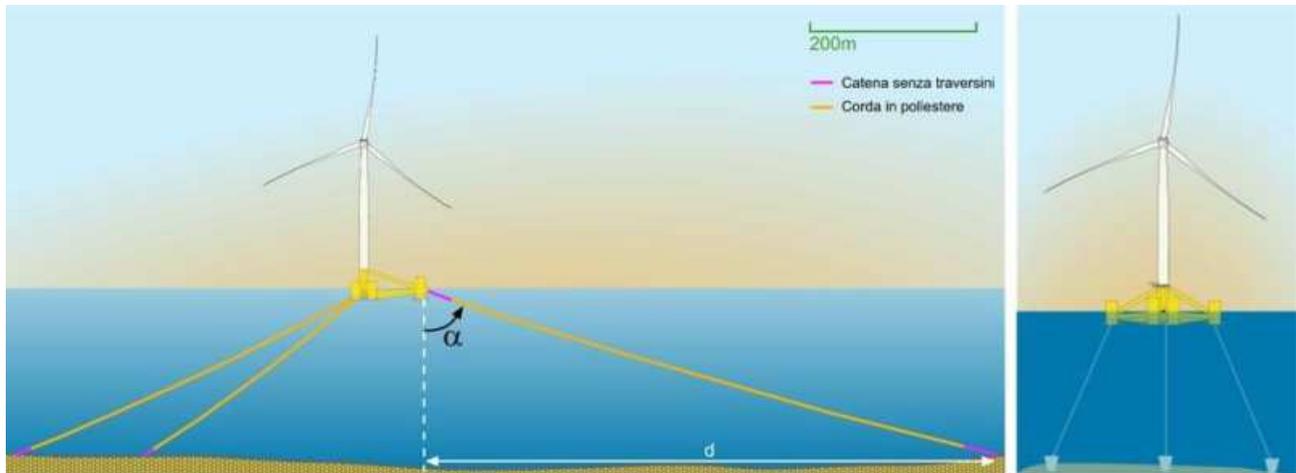


Figura 7.50 – Sistema di ormeggio e schematizzazione del sistema di ancoraggio a pali.

Elaborazione iLStudio.

7.2.8. Cavi marini inter-array

L'energia prodotta dai singoli aerogeneratori è collettata verso le sottostazioni elettriche FOS mediante una rete di cavi inter-array a 66 kV AC. Rispetto allo standard 33 kV, di tipico impiego nella prima generazione di parchi eolici offshore, l'utilizzo di cavi a 66 kV introduce una serie di vantaggi tra cui l'incremento della portata elettrica della singola stringa; l'aumento della portata, ovvero della capacità di trasporto dell'energia, si traduce nella possibilità di aumentare il numero di generatori connessi su una singola linea con il beneficio di una minor lunghezza complessiva dei cavi e di un minor numero di baie di commutazione sulla sottostazione elettrica offshore (minore complessità impiantistica, maggiore affidabilità, minore impatto ambientale). Ciò configura l'utilizzo di cavi inter-array a 66 kV come BAT (Best Available Technology) nello scenario dei futuri impianti eolici offshore.

Al di là del livello di tensione elettrica, una delle principali differenze nella progettazione dei cavi inter-array per impianti su fondazione galleggiante rispetto al caso di sistemi su fondazione fissa è la natura *dinamica* dei cavi. Questi, infatti, devono poter assecondare il movimento della struttura galleggiante senza che vi si generi un carico significativo; non devono, in altre parole, fungere da linee di ormeggio.

A questo scopo, il design del cavo spesso adotta una configurazione *lazy-S* mediante applicazione di *moduli di galleggiamento* collegati su particolari sezioni del cavo. La caratteristica forma ad S compensa il movimento della fondazione galleggiante evitando il tensionamento del cavo.

Proprio l'esistenza di questi movimenti di compensazione richiede tuttavia specifici requisiti di resistenza non solo rispetto a sollecitazioni di tipo statico ma anche e soprattutto in relazione a carichi affaticanti cosicché, nella costruzione tipica, cavi di questo tipo presentano più ordini di armature come si vedrà nel successivo paragrafo sugli aspetti costruttivi.

Le tratte di cavo tra due touchdown point successivi potranno essere eventualmente posate in trincea, in semplice appoggio sul fondale o ricoperte con inerti di tipo cementizio (es. materassi in cls) o massi (rockdumping). La tecnica adottata sarà in ogni caso, a parità di protezione desiderata del cavo e in coerenza con i risultati delle analisi di rischio, quella in grado di minimizzare l'impatto ambientale sul fondale marino.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

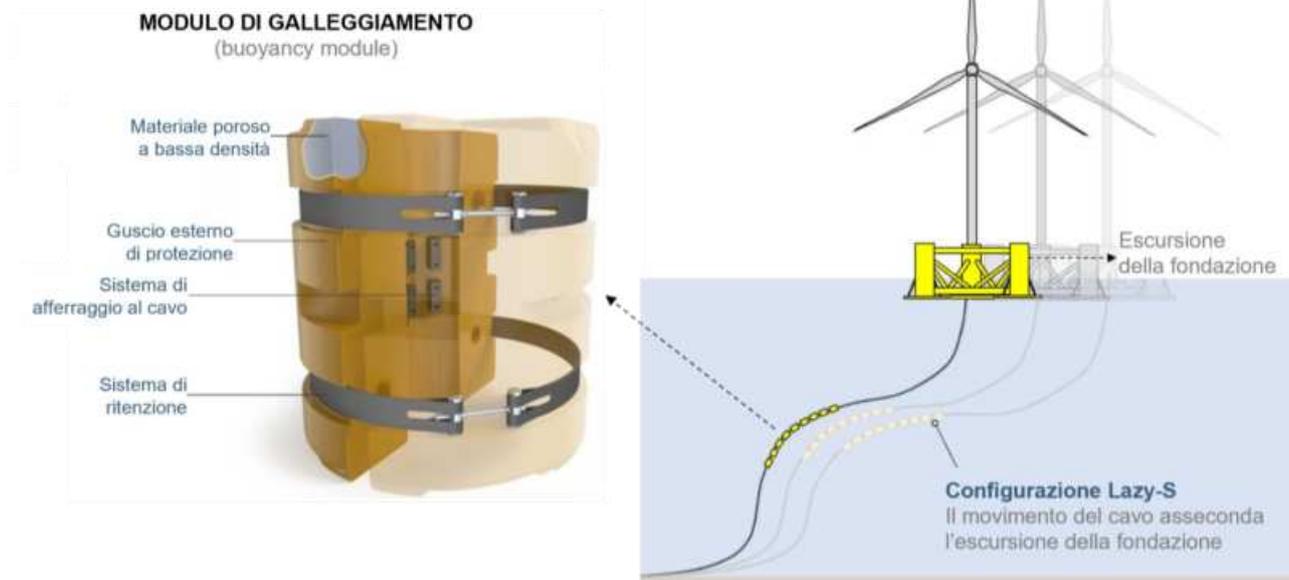


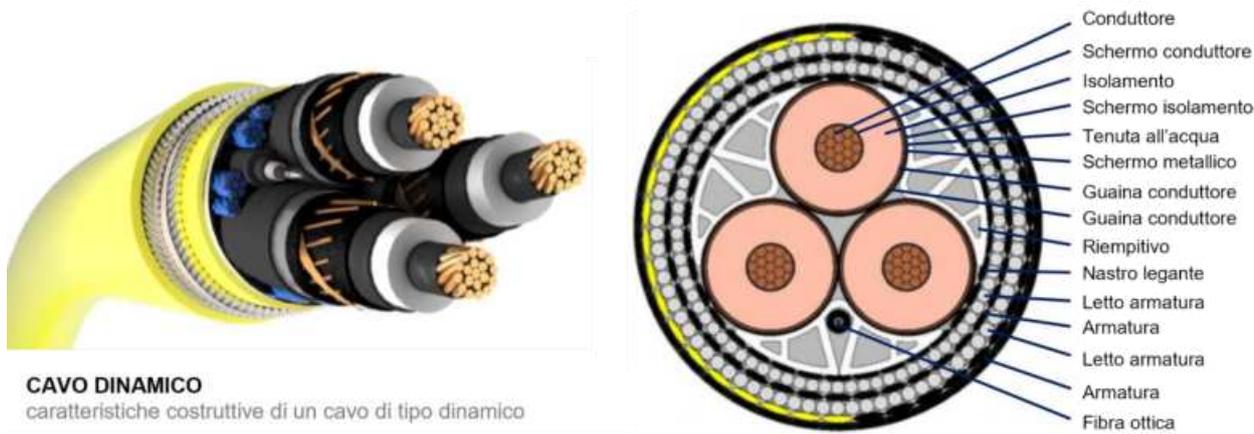
Figura 7.51 – Configurazione Lazy-S del cavo.

I moduli di galleggiamento garantiscono una “riserva di cavo” che compensa l’escursione della fondazione galleggiante riducendo la sollecitazione sul cavo. Elaborazione iLStudio.

7.2.8.1. Aspetti costitutivi del cavo dinamico

La costruzione tipica del cavo dinamico prevede, tra gli altri, i seguenti elementi eventualmente variabili in relazione al costruttore o ai requisiti specifici di progettazione:

- conduttori elettrici (3 per sistemi trifase, tipicamente in rame o alluminio);
- rivestimento per l’isolamento elettrico dei conduttori;
- guaine dei conduttori;
- riempimento;
- fibre ottiche,
- guaina interna;
- armatura;
- guaina esterna.



CAVO DINAMICO
caratteristiche costruttive di un cavo di tipo dinamico

Figura 7.52 – Costruzione tipica di un cavo dinamico.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
71 di 1053

Il design dei fasci di armatura deve garantire la resistenza ai carichi di installazione (derivanti ad esempio dal tiro) e quelli di esercizio (carichi dinamici indotti sulla campata libera tra l'aerogeneratore e il punto di contatto sul fondale). In presenza di carichi assiali elevati l'azione di torsione indotta dallo sviluppo elicoidale dei fili d'armatura può indurre un significativo trasferimento di carico al nucleo interno del cavo; in tal caso è preferibile l'impiego di soluzioni con doppio ordine di armature ad eliche contrapposte.

7.2.8.2. Caratteristiche elettriche del cavo dinamico

I conduttori elettrici della rete inter-array sono dimensionati in relazione alla portata elettrica nei diversi tratti di stringa; in generale, la corrente trasportata aumenta muovendosi dall'aerogeneratore terminale verso la sottostazione elettrica FOS. Le sezioni sono dunque ottimizzate e variabili tra un minimo di 240 e un massimo di 630 mm² nell'ipotesi di utilizzo di conduttori in rame. La tabella seguente riporta il consuntivo delle caratteristiche elettriche delle linee inter-array.

Tabella 7.11 – Consuntivo delle caratteristiche elettriche e dimensionali della rete inter-array.

RETE CAVI INTER-ARRAY	
Numero di tratte inter-array	42 + 1 FOS Interlink
Tensione elettrica operativa	66 kV AC
Sezione elettrica	tra 240 e 630 mm ² (conduttori in rame)
Lunghezza totale della rete inter-array	~ 150 km

7.2.9. Elettrodotto marino di esportazione, Ofec

L'elettrodotto di esportazione congiunge il lato AT 220 kV di ciascuna sottostazione elettrica FOS al relativo punto di giunzione onshore TJB a partire dalla quale l'energia elettrica prodotta dall'impianto viene convogliata, mediante elettrodotto terrestre interrato 220 kV, verso il punto di consegna alla rete elettrica nazionale nei pressi della stazione elettrica RTN TERNA Sulcis di Portoscuso. Il progetto prevede, in uscita da ciascuna FOS, l'impiego di un singolo cavo tripolare con struttura ibrida statica-dinamica, ottenuto mediante giunzione di una sezione dinamica e di una sezione statica; la prima interessa il tratto discendente dalla FOS fino al relativo touchdown point, la seconda corrisponde invece al tratto orizzontale in contatto col fondale e non soggetto a carichi di tipo dinamico (se non di piccola entità). Anche in questo caso è prevedibile la posa del tratto dinamico in configurazione lazy-S per assecondare l'escursione delle FOS mentre l'installazione sul fondale sarà di tipo misto, in relazione alle specifiche condizioni geofisiche e geotecniche, con eventuale combinazione di tratti in trincea, tratti in appoggio semplice con ricopertura di protezione mediante materassini in cls o rockdumping. Per ulteriori dettagli sulle modalità di posa e protezione cavi si rimanda al paragrafo "7.2.9.4 – Posa e protezione dei cavi marini".

In relazione alla lunghezza di posa, il cavo di esportazione includerà certamente una serie di giunzioni intermedie realizzate in fabbrica (giunti flessibili) e di giunzioni rigide realizzate direttamente in loco.

In un giunto flessibile i conduttori sulle due estremità dei cavi da unire sono collegati mediante saldatura o brasatura. Il sistema di isolamento, la guainatura e la ricostruzione delle armature sono effettuate strato per strato secondo modalità specifiche del costruttore. Dopo il ripristino il giunto ha approssimativamente lo stesso diametro del cavo originale nonché simile comportamento a flessione e può essere gestito con i normali macchinari per la movimentazione dei cavi.

I giunti rigidi al contrario impiegano un manicotto isolante prefabbricato il cui involucro esterno è solitamente assimilabile ad un cilindro metallico saldamente collegato all'armatura del cavo. Giunti di questa tipologia sono certamente più veloci da realizzare rispetto ai giunti flessibili ma la posa richiede l'utilizzo di gru e considerazioni specifiche sulla movimentazione da definire come parte dell'ingegneria di dettaglio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio



Figura 7.53 – Esempio di giunto statico per applicazioni in ambito offshore.

Fonte: <https://www.subenesol.co.uk>



Per il progetto, il giunto di transizione tra la sezione dinamica e quella statica del cavo di esportazione sarà un giunto flessibile realizzato in fabbrica. Sarà inoltre disponibile una soluzione tecnica di giunto rigido per la gestione di eventuali scenari di riparazione sia durante le fasi di costruzione che di funzionamento del progetto. Tutti i giunti lungo il cavo saranno chiaramente contrassegnati durante la produzione e l'esatta posizione dei giunti lungo il percorso sarà registrata durante l'installazione e inclusa nella relativa documentazione *as-built*.

7.2.9.1. Aspetti costitutivi del cavo statico

La costruzione di un cavo statico può ritenersi consolidata sulla scorta delle molteplici esperienze maturate in diversi progetti offshore internazionali. Il progetto prevede tuttavia una soluzione tecnica all'avanguardia che utilizza cavi a 220 kV con elevata capacità in corrente. La struttura del cavo è simile a quella analizzata per i cavi dinamici, sono quindi previsti in generale:

- conduttori elettrici (3 per sistemi trifase, tipicamente in rame o alluminio);
- rivestimento per l'isolamento elettrico dei conduttori;
- guaine dei conduttori;
- riempimento;
- fibre ottiche,
- guaina interna;
- armatura;
- guaina esterna.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio



CAVO STATICO
caratteristiche costruttive
di un cavo di tipo statico

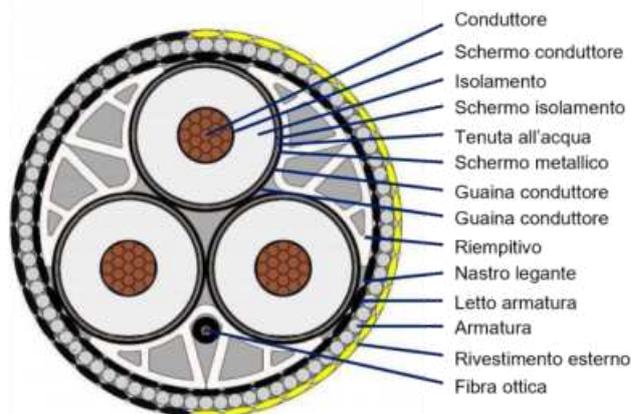


Figura 7.54 – Costruzione tipica di un cavo statico.

Elaborazione iLStudio.

7.2.9.2. Caratteristiche elettriche del cavo statico

I conduttori elettrici dei cavi di esportazione sono dimensionati in relazione alla portata elettrica determinata al livello operativo di tensione (220 kV) e alla potenza nominale dell'impianto (252 MW per sottoparco); le sezioni elettriche, il tipo e la lunghezza stimata della tratta dalla FOS al TJB sono riportate in tabella.

Tabella 7.12 – Consuntivo delle caratteristiche elettriche e dimensionali dell'elettrodotto marino di esportazione.

CAVO MARINO DI ESPORTAZIONE	
Tensione elettrica operativa	220 kV AC
Sezione elettrica	630 mm ² (conduttori in rame)
Lunghezza totale (per cavo fino al TJB)	~52 km (incl. ~1 km in cavo dinamico dalla FOS al touchdown)

7.2.9.3. Percorso dalle FOS al TBJ

Il tracciato dell'elettrodotto marino di esportazione, con una lunghezza totale di circa 52 km, attraversa le diverse batimetrie dalle FOS fino al punto di sbarco sulla terraferma in corrispondenza del TJB. Il percorso del cavo è stato progettato per non interferire con aree protette o di interesse naturalistico, aree militari, aree riservate alla pesca o aree archeologiche. Sono anche considerati aspetti tecnici legati all'installabilità delle opere e alla sicurezza di esercizio dell'impianto per l'intera vita utile prevista oltreché alle eventuali interferenze con infrastrutture antropiche esistenti quali, ad esempio, altri elettrodotti sottomarini di potenza o per le telecomunicazioni. In altre parole, il tracciato sintetizza la profonda conoscenza delle caratteristiche dell'area di intervento sviluppata attraverso ricerche documentali nonché sulla scorta di approfondite campagne oceanografiche per la completa caratterizzazione dell'ambiente marino lungo tutta l'area di interesse.

Nello specifico delle campagne oceanografiche, sono state condotte indagini geofisiche per la caratterizzazione della morfologia di fondo, dei processi geologici e della eventuale presenza di geohazard (zone di rischio geologico), finalizzate allo sviluppo di un modello del terreno (ground model) utile alla progettazione delle fondazioni, dei relativi ancoraggi, del percorso e delle modalità di posa dei cavi elettrici.

Le indagini geofisiche e ambientali sono state eseguite sia in area nearshore (entro la perimetrazione del SIN) sia offshore; tra le diverse analisi effettuate si citano, a titolo indicativo, analisi Multi Beam Echo Sounder (MBES), Side Scan Sonar (SSS), Sub Bottom Profiler (SBP), analisi MAGnetometriche (MAG), analisi sismiche 2D Ultra High Resolution (UHR), acquisizione immagini con tecnologia ROV e campionamenti di sedimento (solo all'esterno del SIN).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
74 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Ubicazione impianti offshore su mappa batimetrica - Tracciati rete IAC ed elettrodotto Ofec

Elaborazione iLStudio su dati campagna geofisica FUGRO / NEXTGeo

LEGENDA

Strutture e impianti

— Rete inter-array IAC 66kV

— Elettrodotto di esportazione Ofec 220kV

• WTG

• FOS

Livello batimetrico, mMSL



Figura 7.55 – Percorso elettrodotto di esportazione marino.

Elaborazione iLStudio su dati campagna geofisica offshore e nearshore FUGRO / NEXTGeo.

Nello specifico della progettazione del percorso cavo e delle relative modalità di posa anche in relazione a infrastrutture pre-esistenti, si riporta nel seguito un breve quadro delle tecniche e delle tecnologie di riferimento.

7.2.9.4. Posa e protezione dei cavi marini

La posa del cavo marino di esportazione verrà effettuata mediante una apposita imbarcazione posa cavi (preferibilmente) durante i mesi estivi nei quali si prevedono le migliori condizioni meteorologiche per le operazioni offshore, caratterizzate da venti poco intensi e mare poco mosso. Il mezzo marino sarà dotato di tutte le attrezzature necessarie alla movimentazione ed al controllo dei cavi sia durante le fasi di imbarco del cavo che durante la posa.

La protezione dei cavi marini dalle perturbazioni antropogeniche (es. pesca, ancoraggio delle imbarcazioni) e naturali (es. azione delle correnti) richiederà l'applicazione di idonei sistemi nelle aree a maggiore rischio, soprattutto sottocosta. All'uopo è già stata predisposta un'analisi preliminare di rischio (CBRA, Cable Burial Risk Assessment) con lo scopo di valutare i potenziali rischi connessi alla posa dei cavi e fornire raccomandazioni sulle strategie di mitigazione più idonee. La metodologia di analisi risponde alle indicazioni delle principali linee guida di settore tra cui:

- Carbon Trust Cable Burial Risk Assessment (CBRA) Methodology,
- CBRA Application Guide, e
- DNV-GL Subsea Power Cables in Shallow Water.

Nel caso in esame si rileva nell'area nearshore la presenza di habitat a coralligeno e praterie di Posidonia che, seppur degradate, sono di grande rilievo naturalistico e rappresentano un elemento di tutela. La fascia costiera



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
75 di 1053

entro 3 km dalla linea di battigia rientra inoltre nella perimetrazione del sito di interesse nazionale SIN del Sulcis-Iglesiente-Guspinese inserito in elenco con decreto n. 468 del 18 settembre 2001, dapprima perimetrato con decreto del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio del 12 marzo 2003 e, su istanza della Regione Autonoma della Sardegna, a seguito di approfondite indagini e vista la delibera regionale n. 27/2013 del 1 giugno 2011, riperimetrato con decreto prot. n. 304/STA del 28 ottobre 2016.

Al fine della salvaguardia delle biocenosi presenti, con l’ulteriore obiettivo di ridurre al minimo la dispersione di inquinanti nella colonna d’acqua, favorire la decontaminazione delle aree e non impedire interventi di bonifica futuri, la posa e la protezione dei cavi in prossimità dell’approdo e comunque all’interno della perimetrazione SIN saranno effettuati senza scavo, adottando soluzioni di posa in semplice appoggio e prevedendo, ove necessario, una protezione con materassi zavorrati, coppi in ghisa o altro zavorramento idoneo.

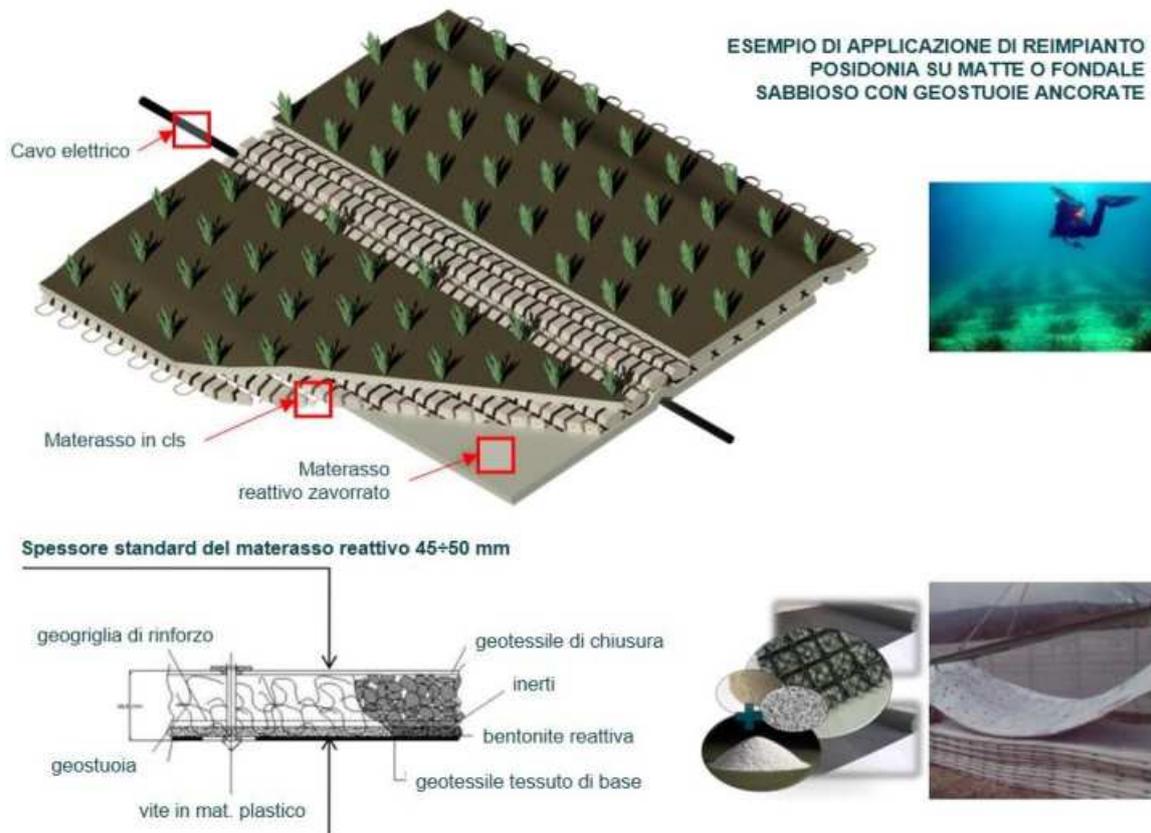


Figura 7.56 – Esempio di materassi reattivi per applicazioni in aree contaminate e reimpianto di Posidonia Oceanica.

Elaborazione iLStudio, immagini Maccaferri, Officine Maccaferri Italia S.r.l.

È opportuno sottolineare che, nell’ambito di questa proposta progettuale, entrambi gli obiettivi di tutela si ritengono conseguibili attraverso l’adozione di tecniche di posa e protezione cavi con speciali materassi reattivi, del tipo in Figura 7.56, in grado di:

- garantire la minima dispersione di contaminanti e intorbidimento delle acque durante le operazioni di posa;
- consentire una azione di bonifica selettiva dei sedimenti all’interno dell’area di posa mediante l’utilizzo di reattivi *tailor made* selezionati in base alla natura dei contaminanti rilevati;
- garantire il livello di protezione richiesto per il buon funzionamento dei cavi elettrici;
- consentire il reimpianto in loco delle praterie di Posidonia.

La tecnica così proposta costituisce a tutti gli effetti una BAT per installazioni in aree che presentano elementi di pregio naturalistico e contaminazione.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
76 di 1053

Nei pressi del punto di sbarco verso il TJB la posa dei cavi sarà invece operata in controtubo mediante:

- accurata rimozione della massicciata posta a protezione del molo,
- posa dei controtubi in HDPE per il passaggio e la protezione dei cavi,
- ricoprimento dei controtubi e ricostituzione della massicciata frangiflutti.

A maggiore distanza dalla costa, e comunque all'esterno della perimetrazione SIN, la protezione del cavo sarà invece effettuata mediante l'impiego di tecniche molteplici, come l'interramento (co-trenching), l'applicazione materassi in cls o rockdumping (pietrame), in base alle caratteristiche geofisiche e all'eventuale presenza di biocenosi sul fondale.

7.2.9.4.1. Protezione per interrimento

Tra le tecniche di protezione dei cavi, molto diffusa è la posa del cavo in trincea (cable burial/trenching) con ricopertura per uno spessore minore o uguale a quello della trincea stessa. Tale metodologia prevede, dunque, la realizzazione di uno scavo mediante una scava-trincee sottomarina. Le ultime innovazioni del settore hanno portato allo sviluppo di dispositivi che permettono simultaneamente lo scavo della trincea, la posa del cavo e il suo ricoprimento con lo stesso materiale *in situ* (co-trenching).

In generale l'interramento del cavo determina un modesto impatto sull'ambiente e sulla fauna, limitato al solo periodo dei lavori, terminati i quali è possibile la ricolonizzazione naturale della zona interessata.



Figura 7.57 – Tipico di posa interrata dell'elettrodotto marino.

Elaborazione iLStudio.

In base alle modalità di scavo, si distingue tra sistemi a getto pressurizzato (*jet trenching*), sistemi taglia roccia meccanici o con escavatori a catena (*mechanical trenching*), sistemi a trascinamento (*cable ploughs*) o una combinazione di essi. Le profondità di scavo raggiungibili sono comprese tra 1 e 2 m per i sistemi a trascinamento e a getto e 3 – 4 metri per gli escavatori di tipo meccanico. La profondità di scavo dipende comunque dalle caratteristiche del fondale.

Scava-trincee a getto – jet trenching

I trencher a getto fluidificano il sedimento pompando acqua marina ad alta pressione attraverso un sistema di ugelli montato su supporti mobili. Durante l'operazione di scavo, il cavo affonda nel sedimento fluidizzato penetrando nella trincea per gravità. La tecnica è evidentemente adatta a fondali soffici costituiti da sabbie a grana fine/media o argille morbide mentre risulta più difficilmente applicabile a fondali con argille molto rigide o aree di sabbia grossolana e ghiaia.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

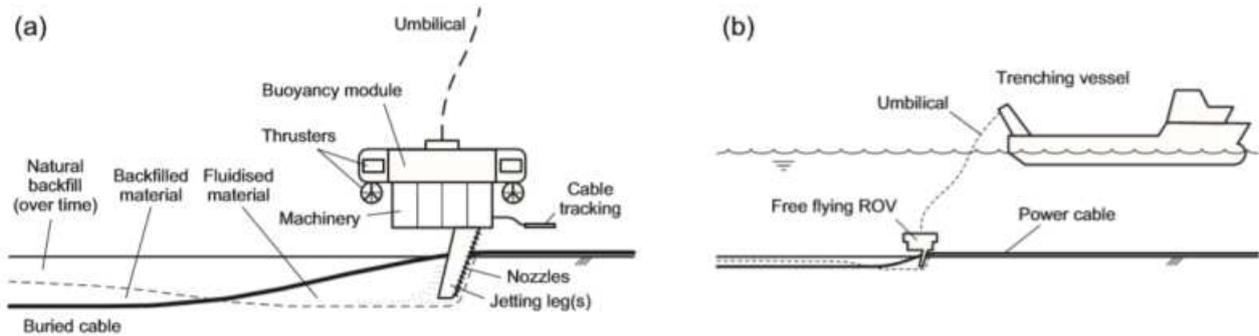


Figura 7.58 – ROV jet trencher, (a sinistra) componenti principali, (a destra) fase di posa del cavo.

Fonte: (The Crown Estate, 2019).

Scava-trincee meccaniche – mechanical trenching

I sistemi di trenching di tipo meccanico realizzano la trincea mediante una vera e propria operazione di taglio del fondale marino realizzata ad opera di un *cutter*. Le scava-trincee meccaniche sono generalmente adatte in presenza di terreni duri (es. argille rigide) mentre sono poco consigliabili in situazioni con terreni granulari per i quali da un lato la silice determina un'elevata usura dei taglienti, dall'altro i fianchi della trincea tendono a collassare prima che il cavo si adagi sul fondo dello scavo. Per quest'ultima eventualità, esistono sul mercato sistemi ibridi che implementano dispositivi a getto e che ritardano il collasso della trincea consentendo l'affondamento del cavo.

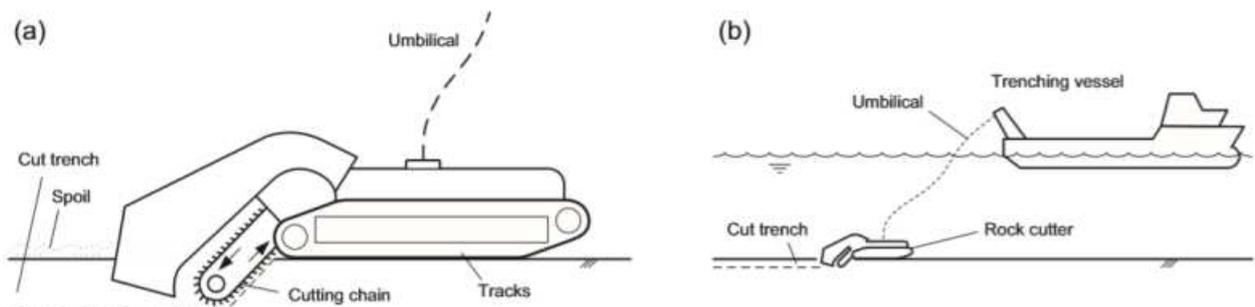


Figura 7.59 – Scavatrincee a catena.

A sinistra componenti principali, a destra fase di preparazione alla posa del cavo. Fonte: (The Crown Estate, 2019).



Figura 7.60 – Esempio di dispositivo per la posa in trincea del cavo.

Fonte: <https://www.seatools.com>.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

Scava-trincee a trascinamento – cable ploughs

I sistemi scava-trincee a trascinamento operano per mezzo di un aratro specificamente progettato per diversi tipi di terreno e profondità di posa. L'operazione di scavo si realizza per l'azione di traino esercitata sull'aratro da una imbarcazione da tiro in grado di fornire la necessaria forza di traino.

La fase di scavo e di posa del cavo possono avvenire simultaneamente; si parla in tal caso di aratri non dislocanti. Al contrario, aratri dislocanti sono utilizzati per pre-tagliare la trincea in condizioni di terreno molto duro; in tal caso la trincea resta aperta ed è necessario, dopo la posa del cavo, un secondo passaggio di ricoprimento.

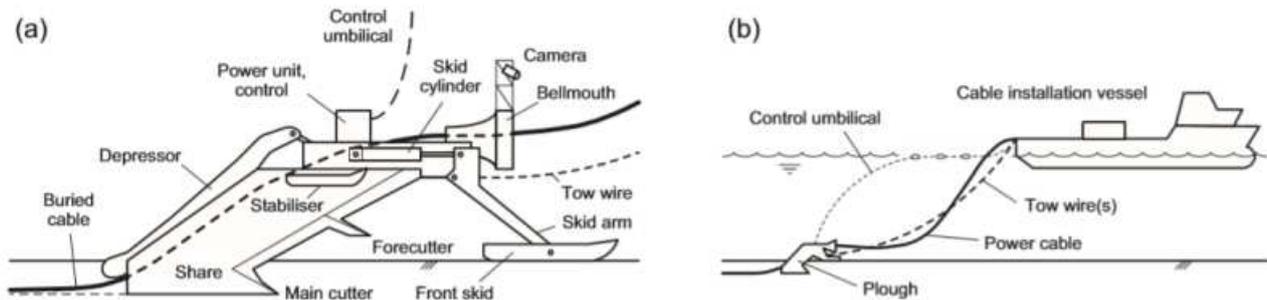


Figura 7.61 – Scava-trincee a trascinamento, (a sinistra) componenti principali, (a destra) fase di posa del cavo.

Fonte: (The Crown Estate, 2019).

Trenching chirurgico

La tecnica di trenching chirurgico rappresenta una valida alternativa alle tradizionali tecniche di scavo e rappresenta una tecnica a basso impatto ambientale in quanto garantisce:

- minore movimentazione di materiale;
- basso impatto sul fondale determinato dalle minori dimensioni della trincea e dalla ridotta movimentazione durante lo scavo;
- minor intorbidimento dell'acqua.

Attraverso tale tecnologia viene realizzato un preciso taglio sul fondale realizzando uno scavo a minima sezione e con limitate ripercussioni sull'ambiente marino circostante. Tale tecnica può essere applicata in presenza di praterie di Posidonia.



Figura 7.62 – Esempio di posa con tecnica di trenching chirurgico.

7.2.9.4.2. Applicabilità dei sistemi di protezione per interrimento

La valutazione di rischio CBRA ha identificato le possibili cause di criticità sui cavi operando una classificazione in “elementi di pericolo primari” ed “elementi di pericolo secondari”. Un elemento di pericolo primario ha un



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
79 di 1053

impatto diretto sul cavo e può causarne il danneggiamento. Tra questi:

- le ancore delle navi che, una volta calate, potrebbero impattare o impigliarsi sul cavo;
- le attività di pesca, in particolare lo strascico, i cui attrezzi potrebbero danneggiare i cavi;
- i fenomeni di instabilità del fondale marino che potrebbe causare stress e/o danni da fatica.

Gli elementi di pericolo secondari non hanno impatto diretto (ovvero non danneggiano) un cavo ma possono determinare un aumento del rischio di danni da elementi di pericolo primari. Sono esempi di elementi di pericolo secondari:

- la mobilità dei sedimenti;
- l'instabilità dei versanti e altri fenomeni naturali come terremoti/tsunami, in cui lo spostamento dei sedimenti superficiali può ridurre o eliminare del tutto la copertura di un cavo precedentemente interrato.

Il metodo CBRA esamina ciascun pericolo identificato in base alla frequenza di accadimento e alla magnitudo delle conseguenze previste. Il risultato combinato di frequenza e magnitudo indica se il rischio è *Inaccettabile*, *Accettabile al livello minimo ragionevole (As Low As Reasonably Practical, ALARP)* o *Accettabile*.

Tabella 7.13 – Matrice di rischio per valutazione CBRA interrimento cavi.

		Conseguenze				
		1	2	3	4	5
Frequenza	1					
	2				INACCETTABILE	
	3			ALARP		
	4		ACCETTABILE			
	5					

Freq.	Definizione	Periodo di ritorno
1	Mai sentito nel settore	Superiore a 100 mila anni
2	Sentito nel settore	Tra 10 mila e 100 mila anni
3	Incidente avvenuto nelle vicinanze	Tra mille e 10 mila anni
4	Avviene spesso nel settore	Tra 100 e 1000 anni
5	Avviene spesso nel sito	Inferiore a 100 anni

Cons.	Definizione
1	Danni trascurabili
2	Danni minori, esposizione ad altri pericoli
3	Danni localizzati, nessuna riduzione di capacità
4	Danni maggiori o sostituzione di piccole sezioni, riduzione di capacità
5	Danni estesi, sostituzione di sezioni e perdita di capacità significative

L' idoneità di ciascuno dei metodi di interrimento proposti ai paragrafi precedenti è stata valutata sulla base della matrice di idoneità riportata in Tabella 7.14. La valutazione è riferita alle aree esterne alla perimetrazione SIN, dal momento che, nelle acque del sito di interesse nazionale, saranno ovunque evitate operazioni di scavo per annullare o ridurre per quanto possibile la dispersione di contaminanti nella colonna d'acqua.

Il traffico che si prevede intersecherà il percorso dei cavi è stato stimato su base AIS; i principali contributi sono relativi al traffico commerciale pesante (cargo / tanker) e alla pesca. Nell'ambito della valutazione di



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
80 di 1053

rischio, è stato derivato un modello di traffico rappresentativo delle condizioni durante l'esercizio del progetto. Combinando il modello di traffico con le caratteristiche di potenziale affondamento delle ancore, la valutazione probabilistica del rischio indica un livello ALARP / Accettabile sia per i cavi di esportazione sia per quelli inter-array ovvero non sono necessarie ulteriori misure di protezione per la mitigazione di questo elemento di pericolo.

Tabella 7.14 – Matrice di applicabilità delle tecniche di interrimento cavi.

	APPLICABILE	Interrimento conseguibile
	PARZIALMENTE APPLICABILE	Interrimento potenzialmente conseguibile
	NON APPLICABILE	Interrimento non conseguibile

Il principale elemento di rischio per i cavi è invece costituito dalle attività connesse alla pesca per le quali vi sono evidenze che confermano l'utilizzo di reti a strascico in diverse aree lungo l'Ofec e all'interno della prevista area del parco la quale, tuttavia, sarà interdetta alla navigazione e alle attività di pesca attraverso apposito avviso ai naviganti emanato dall'Autorità competente. L'interrimento del cavo ad una profondità di 0.4÷0.5 m rispetto al livello fondale si ritiene comunque sufficiente per una efficace mitigazione del rischio.

Gli elementi di pericolo secondari caratteristici dell'area vasta di indagine si ritiene, invece, abbiano un minore impatto sul profilo di rischio; già in fase di progettazione del percorso cavo infatti, sulla base degli esiti delle campagne oceanografiche eseguite in situ, sono state evitate aree ad elevata pendenza e instabilità mentre gli effetti legati a calamità naturali potrebbero essere in parte mitigati attraverso le misure di cui sopra.

Nello specifico delle valutazioni di rischio, per quanto riguarda il tracciato dell'elettrodotta di esportazione Ofec:

- l'86% del tracciato Ofec esterno alla perimetrazione SIN è compatibile con l'interrimento;
- l'attrezzatura di posa più adatta è il trencher meccanico eventualmente in combinazione con un jet trencher per aumentare la velocità di scavo;
- più del 65% delle tracciato è idoneo all'utilizzo di uno scava trincee a trascinamento.
- nelle aree in cui sono previsti/presenti habitat a coralligeno o altre biocenosi sensibili potrebbero essere necessari strumenti ROV di piccole dimensioni con dispositivi di mitigazione della torbidità al fine di preservarne le caratteristiche.
- l'interrimento non è applicabile su una ristretta porzione di cavo (circa 220 m) corrispondente all'attraversamento di una infrastruttura di terze parti (EIG, Europe India Getaway). In questa sezione si dovrà procedere alla protezione mediante metodi non burial.

Tabella 7.15 – Elettrodotta Ofec. Matrice di applicabilità delle tecniche di interrimento cavi.

	Jet trencher	Scava trincee a trascinamento	Scava trincee meccanico
	44% (~ 24 km)	66% (~ 36 km)	60% (~ 33 km)
	36% (~ 20 km)	14% (~ 8 km)	26% (~ 14 km)
	20% (~ 11 km)	20% (~ 11 km)	14% (~ 8 km)

Per quanto riguarda invece la rete di cavi inter-array:

- più del 99% del tracciato IAC è compatibile con l'interrimento;
- una combinazione di jet trenching e scavo meccanico è considerata la soluzione migliore;
- l'utilizzo di scava trincee a trascinamento non è consigliato per via della scarsa manovrabilità dell'attrezzo.



Nelle aree in cui l'interramento è inapplicabile, ad esempio in corrispondenza di crossing con infrastrutture sottomarine terze, pendii ripidi o aree rocciose, si procederà all'applicazione di una strategia di protezione senza interrimento tra quelle descritte nei paragrafi seguenti prevedendo comunque uno spessore di protezione di circa 0.5 m rispetto alla parte superiore del cavo.

Tabella 7.16 – Rete inter-array IAC. Matrice di applicabilità delle tecniche di interrimento cavi.

	Jet trencher	Scava trincee a trascinamento	Scava trincee meccanico
	>99% dell'area	–	100% dell'area
	<1% dell'area	–	–
	<1% dell'area	100% dell'area	–

In ogni caso, la strategia di posa più idonea sarà confermata o ulteriormente ottimizzata una volta disponibili informazioni di dettaglio sulla mobilità dei sedimenti e in generale a valle della campagna di caratterizzazione geotecnica definitiva.

7.2.9.4.3. Altri sistemi di protezione (senza interrimento)

Qualora le caratteristiche geotecniche o morfologiche del fondale o la presenza di altre infrastrutture sommerse (es. cavi marini, condotte sottomarine, etc.), non permettessero la realizzazione della trincea, la protezione del cavo potrebbe essere effettuata attraverso la copertura del cavo con massi naturali (rockdumping), materassi in calcestruzzo o elementi tubolari modulari (es. conchiglie in ghisa).

Protezione con massi naturali – rockdumping

La protezione con rocce naturali (rockdumping) prevede il ricoprimento del cavo mediante pietrame al fine di proteggerlo dall'azione di reti, ancore e correnti marine di fondo. Questo metodo è generalmente utilizzato come protezione in corrispondenza di intersezioni tra infrastrutture o dove non sia possibile raggiungere una minima profondità di sepoltura del cavo.

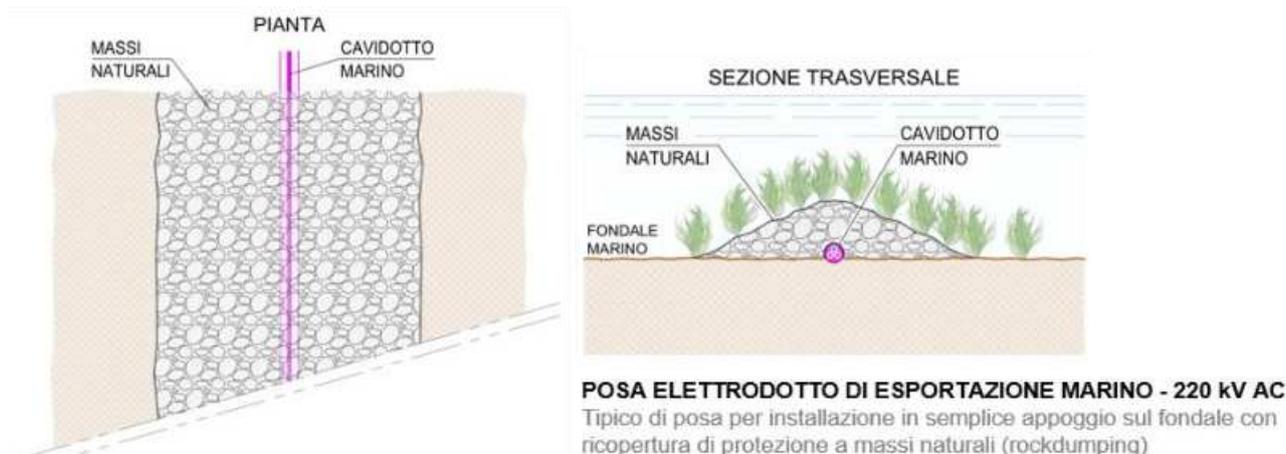


Figura 7.63 – Tipico di posa dell'elettrodotto marino con protezione in massi naturali.

Elaborazione iLStudio.

Le condizioni mareografiche locali hanno un effetto significativo sul tipo, le dimensioni e il design delle protezioni in roccia. Ad esempio, in acque poco profonde, dove il movimento dell'acqua, ovvero il suo livello di energia, è maggiore potrebbe essere necessario scegliere rocce con granulometria maggiore per garantire una maggiore stabilità della protezione.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
82 di 1053

Protezione con materassi in calcestruzzo

I materassi in calcestruzzo sono strutture costituite da blocchi di calcestruzzo collegati da corde non degradabili generalmente in polipropilene. La struttura, assimilabile ad una maglia (materassi articolati), può quindi essere posata sul cavo per stabilizzarlo e proteggerlo.

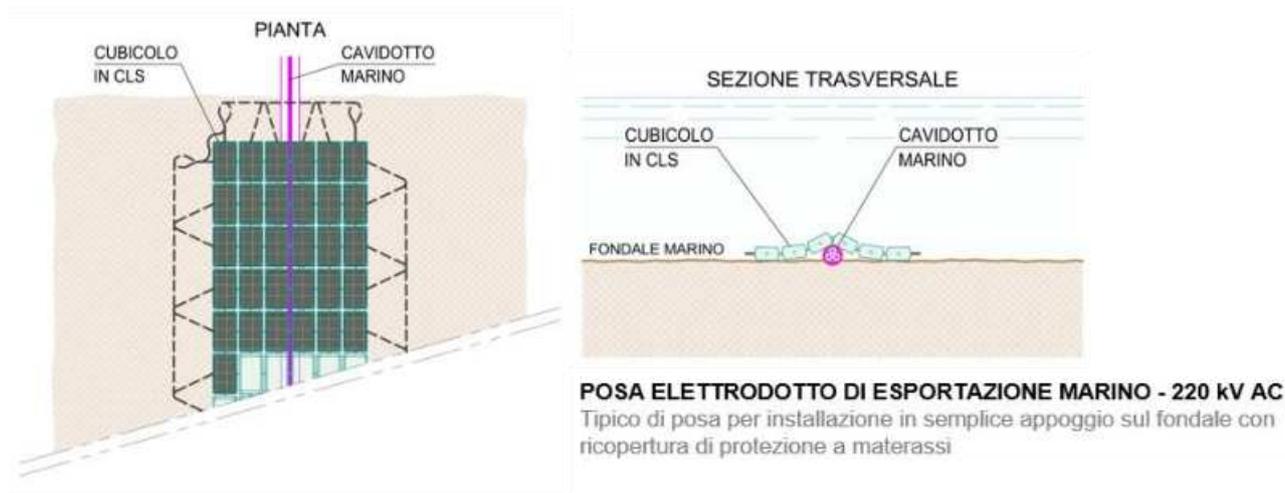


Figura 7.64 – Tipico di posa dell'elettrodotto marino con protezione a materassi in cls.

Elaborazione iLStudio.



Figura 7.65 – Esempio di posa con protezione a materassi in cls (rendering).

Fonte: <https://tdnenergy.com>

Questo tipo di protezione offre i seguenti vantaggi:

- possibilità di protezione simultanea di più cavi;
- buona capacità di adattamento al fondale;
- maggiore facilità di posa mediante gru e imbarcazioni più piccole.

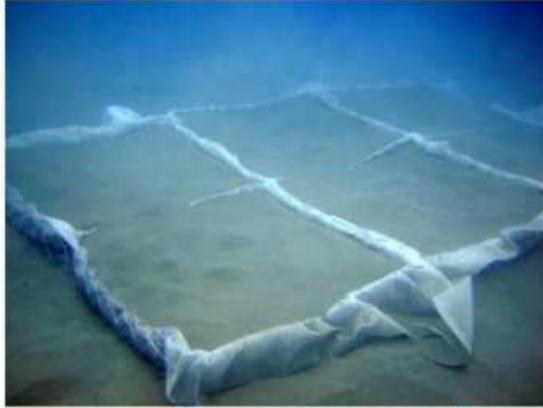
La tecnica può essere utilizzata in combinazione con speciali elementi reattivi per interventi di *remediation* localizzati in aree contaminate ed offre inoltre la possibilità di creare substrato per il reimpianto di biocenosi di pregio (*Posidonia oceanica*).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

Materasso riempito con sabbia



Materasso con coperchio in polipropilene

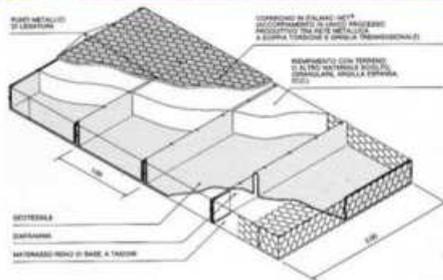


Figura 7.66 – Esempio di utilizzo di materassi zavorrati per interventi di reimpianto di Posidonia oceanica.

Fonte: Maccaferri e ISPRA.

Protezione con elementi tubolari modulari

La protezione con elementi tubolari modulari si realizza mediante applicazione di manicotti protettivi spesso in ghisa. L'accoppiamento tra i moduli garantisce una certa flessibilità al cavo anche dopo la protezione.



POSA ELETTRODOTTO DI ESPORTAZIONE MARINO - 220 kV AC

Tipico di posa per installazione in appoggio sul fondale con copertura di protezione modulare in ghisa

Figura 7.67 – Tipico di posa dell'elettrodotto marino con protezione in elementi tubolari modulari.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
84 di 1053

Nelle aree in cui sono presenti biocenosi di particolare interesse naturalistico (ad esempio praterie di Posidonia Oceanica), l'utilizzo di conchiglie protettive in ghisa può essere una soluzione di protezione ammissibile ove sia impossibile l'interramento mediante TOC (Figura 7.68).



Figura 7.68 – Esempio di posa con protezione in elementi modulari tubolari.

Fonte: <https://www.farinia.com>.

7.2.9.5. Strategia di protezione e interrimento

A valle delle valutazioni di rischio CBRA e considerando le caratteristiche del fondale, sotto si riepilogano le strategie di protezione ed interrimento proposte per i cavi marini inter-array e per l'elettrodotto marino di esportazione. Nelle successive fasi del progetto, a seguito di ulteriori indagini specifiche e approfondite, saranno stabilite le definitive modalità di protezione e interrimento.



Ichnusa wind power srl

ilStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
85 di 1053

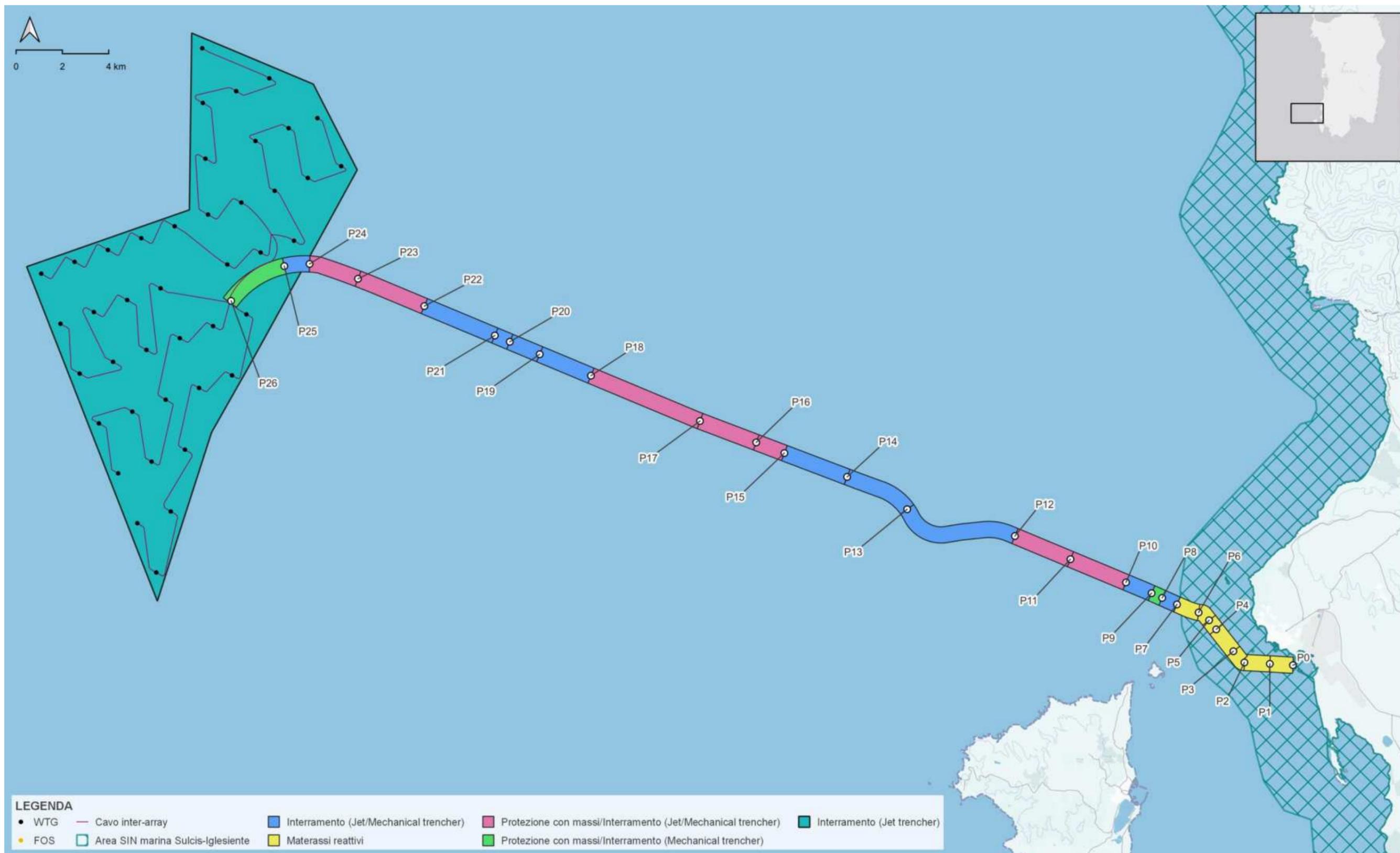


Figura 7.69 – Strategia di protezione e interrimento.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
 PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

 Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

 Data emissione:
Giugno 2024

 Pagina
86 di 1053
Tabella 7.17 – Strategia di posa e interrimento.

ID	Easting	Northing	Progres. [km]	Lungh. [km]	Strategia di posa
	SR: WGS84/UTM 32N (EPSG: 32632)				
P0	447255	4338529	0		
	TRATTO 1			1	Materassi reattivi
P1	446256	4338584	1		
	TRATTO 2			1.1	Materassi reattivi
P2	445158	4338644	2.1		
	TRATTO 3			0.7	Materassi reattivi
P3	444682	4339130	2.8		
	TRATTO 4			1.2	Materassi reattivi
P4	443941	4340074	4		
	TRATTO 5			0.5	Materassi reattivi
P5	443632	4340468	4.5		
	TRATTO 6			0.6	Materassi reattivi
P6	443181	4340804	5.1		
	TRATTO 7			1	Materassi reattivi
P7	442246	4341152	6.1		
	TRATTO 8			0.7	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P8	441606	4341435	6.8		
	TRATTO 9			0.5	Protezione con massi/Interramento (Mechanical trencher)
P9	441149	4341638	7.3		
	TRATTO 10			1.2	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P10	440043	4342105	8.5		
	TRATTO 11			2.6	Protezione con massi/Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P11	437644	4343106	11.1		
	TRATTO 12			2.6	Protezione con massi/Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P12	435244	4344107	13.7		
	TRATTO 13			5.2	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P13	430589	4345264	18.9		
	TRATTO 14			3	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P14	427996	4346661	21.9		
	TRATTO 15			2.9	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P15	425285	4347690	24.8		
	TRATTO 16			1.3	Protezione con massi/Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P16	424070	4348152	26.1		
	TRATTO 17			2.6	Protezione con massi/Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P17	421639	4349075	28.7		
	TRATTO 18			5.1	Protezione con massi/Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P18	416931	4351035	33.8		
	TRATTO 19			2.4	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P19	414716	4351960	36.2		
	TRATTO 20			1.4	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P20	413424	4352499	37.6		
	TRATTO 21			0.7	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P21	412778	4352769	38.3		
	TRATTO 22			3.3	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P22	409733	4354040	41.6		
	TRATTO 23			3.1	Protezione con massi/Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P23	406867	4355220	44.7		
	TRATTO 24			2.2	Protezione con massi/Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P24	404774	4355861	46.9		
	TRATTO 25			1.1	Interramento (Jet/Mechanical trencher)
P25	403682	4355766	48		
	TRATTO 26			2.9	Protezione con massi/Interramento (Mechanical trencher)
P26	401386	4354266	50.8		



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
87 di 1053

Strategie di protezione alternative

Nelle zone in cui le operazioni di scavo sono difficilmente attuabili, come ad esempi attraversamenti di cavi, transizioni dinamiche di cavi, pendii ripidi e aree rocciose o semplicemente zone in cui vi è un divieto, è stata definita una strategia di protezione alternativa.

Sulla base delle analisi svolte, per le opere in oggetto sono previste le seguenti strategie di protezione:

- per il tratto dell'elettrodotta di esportazione prossimo alla costa si prevede l'utilizzo di materassi reattivi nell'area SIN per una lunghezza di circa 6.1 km;
- per l'elettrodotta di esportazione, si prevedono due transizioni dinamiche di circa 750m per ogni FOS, per un totale di 1500m;
- per l'area del parco eolico, con riferimento ai cavi inter-array, si prevedono 74 transizioni dinamiche di circa 750m in ingresso/uscita dagli aerogeneratori e 6 in ingresso alle FOS.

Si fa notare che nell'area marina perimetrata come Sito di Interesse Comunitario, col fine di evitare operazioni di scavo con conseguente movimentazione di materiale contaminato, sono stati proposti materassi reattivi.

Per quanto concerne invece le porzioni dei cavi dinamici, si raccomandano i seguenti elementi di protezione tipici per la protezione da carichi idrodinamici e da altri pericoli naturali:

- irrigidimento della curva dinamica;
- moduli di galleggiamento;
- protezione delle toccate;
- terminazione in linea del giunto di transizione;
- ancore di trattenuta/ritorno.

In riferimento a possibili attraversamenti la soluzione migliore risulta il posizionamento di massi, laddove lo scavo in trincea non sarebbe possibile; in particolare, è stata specificata una copertura rocciosa di circa 0.5 m per garantire la protezione contro attrezzature da pesca ed altri rischi, compresa la possibilità di perdite di materiale dovute all'erosione.

Strategie di interrimento

Sulla base delle informazioni disponibili e a valle della analisi effettuate, risulta che la maggior parte dei percorsi cavo sarebbe adatta all'interrimento; infatti, per i cavi di esportazione è stata stimata una lunghezza possibile per l'interrimento pari all'86% dell'intero tracciato (circa 44 km), mentre l'area del parco eolico risulta totalmente disponibile ad interrimento (100%).

Ai fini del dimensionamento della profondità di interrimento (PI), sia per i cavi di esportazione che per quelli di array, è stata considerata come criterio iniziale una profondità minima di interrimento (PMI) misurata rispetto alla parte superiore del cavo; tale profondità è stata stimata secondo una linea critica individuata sulla base delle possibili interferenze con attrezzi da pesca e ancore.

La profondità minima di interrimento è stata combinata con un margine di sicurezza (MS) per ottenere una profondità target preliminare di sprofondamento del cavo. Il margine di sicurezza è definito in base all'esperienza e tiene conto di incertezze quali l'accuratezza della misurazione, la mobilità di piccoli sedimenti e l'instabilità degli strumenti di interrimento.

A tale margine sono state aggiunte ulteriori tolleranze legate alla mobilità del fondale e del letto di posa.

Per il calcolo della profondità di trincea (PT) si è dovuto tenere conto del diametro del cavo (DC), andandolo a sommare alla profondità di posa (PI).

Nella tabella seguente si riportano i valori delle varie profondità di interrimento stimate.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
88 di 1053

Tabella 7.18 – Profondità di interrimento.

Larghezza di Scavo – LS [m]	0.4-0.7
Profondità Minima di Interrimento – PMI [m]	0.2 – 0.3
Margine di Sicurezza – MS [m]	0.2
Tolleranza di mobilità del fondale marino [m]	0.5
Diametro del Cavo – DC [m]	0.2
Tolleranza per la mobilità dei sedimenti delle forme di fondo [m]	0.25
Profondità di Interrimento – PI [m]	0.4 – 2.2
Profondità della Trincea – PT [m]	0.6 – 2.4

Per i soli cavi previsti nella zona del parco eolico, ipotizzando l'interdizione alla navigazione, si può affermare che i cavi saranno soggetti ad un basso rischio legato a contatti con attrezzi da pesca ed ancore. In base a ciò, risulterebbe sufficiente un interrimento minimo pari a circa 0.2m–0.3m per fornire protezione necessaria.

Come già detto, si ricorda che lo scavo in trincea non è possibile all'interno dell'area inquinata (SIN) in prossimità della costa.

In una fase successiva, a seguito di indagini più dettagliate, nelle aree in cui debba risultare la presenza di coralli e altri elementi del fondale marino sensibili dal punto di vista ambientale, potrebbero essere previsti sistemi di protezione alternativi.

7.2.9.5.1. Intersezione con altre infrastrutture

L'area marina vasta interessata dalle infrastrutture offshore del parco è sede di diverse infrastrutture sottomarine per la trasmissione di potenza elettrica e le telecomunicazioni. La progettazione del layout è stata condotta in modo da minimizzare, compatibilmente con altri vincoli, il numero di intersezioni con infrastrutture di rete esistenti; sulla base delle migliori informazioni disponibili alla data di stesura del presente documento, si prevede l'intersezione con una infrastruttura cavo esistente; in una successiva fase di progetto, sulla base di più aggiornate informazioni, sarà meglio definita la necessità di intersezione con ulteriori servizi terzi: saranno messe in atto specifiche strategie di crossing, ormai standardizzate, e finalizzate alla migliore protezione e sicurezza operativa.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio



Figura 7.70 – Infrastrutture sottomarine esistenti nell’area vasta di progetto.

Elaborazione iLStudio su dati (EMODnet).

L’attraversamento (crossing), da concordare con gli enti gestori dei servizi coinvolti, prevederà il transito del cavo al di sopra del servizio da attraversare. Al fine di minimizzare le interferenze di segnale, il crossing avverrà operando una separazione fisica tra le infrastrutture mediante l’interposizione di materassi, rockdumping o una combinazione delle due metodologie a seconda delle specifiche condizioni di posa. Sarà comunque valutata e applicata la migliore soluzione tra le combinazioni materassi–materassi, materassi–roccia, roccia–roccia in relazione alle specifiche esigenze di tutela delle opere e dell’ambiente.

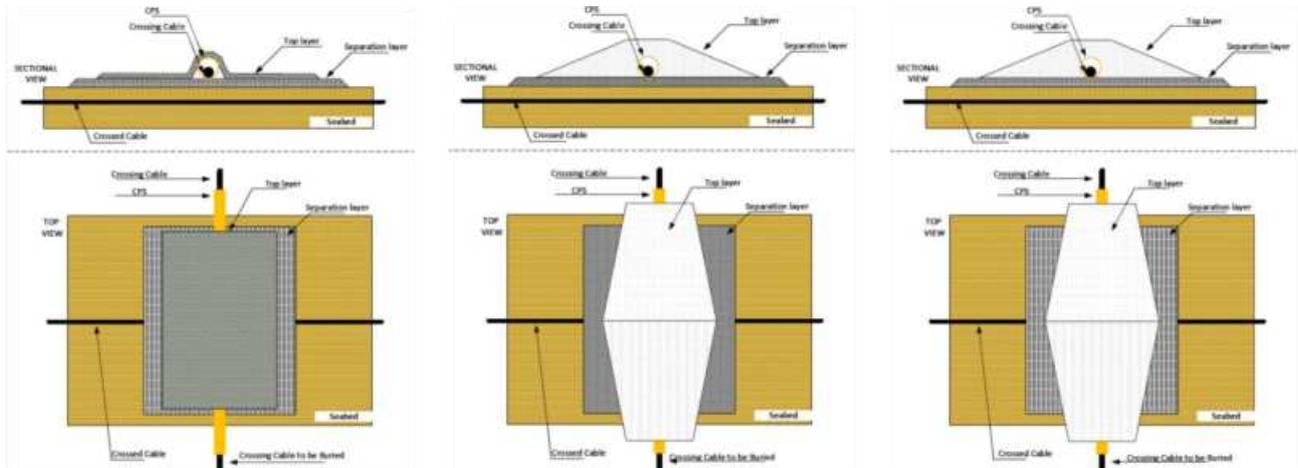


Figura 7.71 – Soluzioni per l’attraversamento dei cavi di terze parti.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
90 di 1053

7.2.9.6. Attività di preparazione del fondale

Le attività di posa dei cavi marini inter-array e di esportazione saranno precedute da puntuali e dettagliate indagini, anche mediante ROV, eseguite lungo l'intero tracciato dei cavi. Saranno in particolare effettuate ulteriori indagini geofisiche dell'intero ECC (export cable corridor, comprese le aree nearshore) come parte della procedura di installazione dei cavi. L'indagine pre-posa del cavo sarà utile a rivalutare lo stato dei luoghi al momento effettivo della costruzione e fornirà importanti informazioni per finalizzare il tracciato del cavo in relazione a idonee condizioni di tutela delle biocenosi presenti e sicurezza e affidabilità dell'installazione. A valle, un'indagine post-posa confermerà il corretto posizionamento e configurazione di posa delle opere.

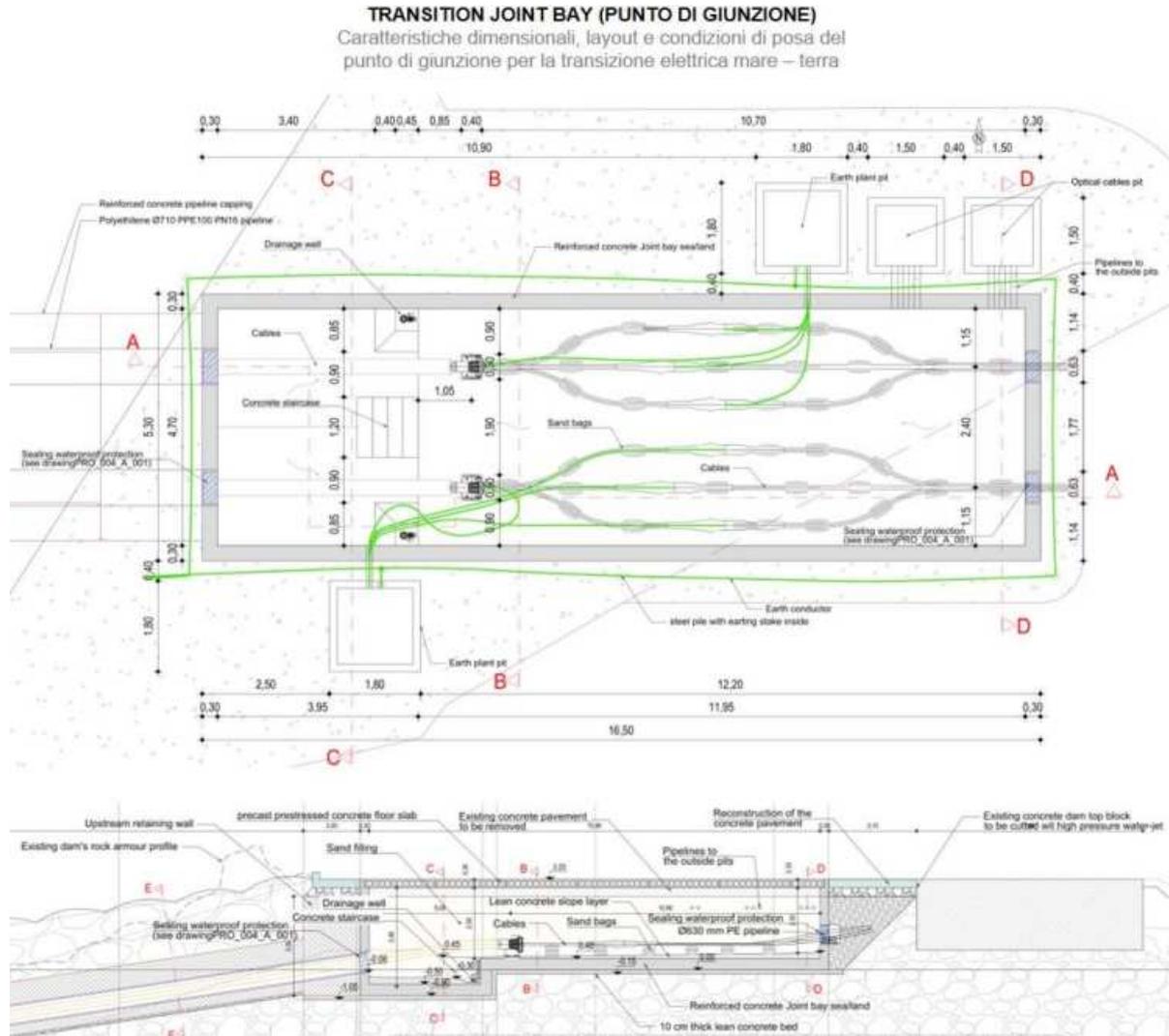
Il piano delle indagini comprenderà inoltre una serie di azioni di monitoraggio secondo quanto previsto dal PMA (Piano di Monitoraggio Ambientale) allegato allo SIA con cod. C0421YR00MONAMB01, sia durante la fase Ante-Operam sia in corso d'opera, al fine di ottemperare alle indicazioni delle norme di settore (MSFD 2008/56/CE, D.L. 190 del 03/10/10 e Decreto 15/02/19), attraverso campagne di analisi e, appunto, monitoraggio (nello specifico delle specie marine) anche mediante l'impiego di strumentazione ROV.

Tali approfondimenti consentiranno da un lato di aggiornare la conoscenza degli habitat di fondo lungo le aree interessate dalle operazioni di posa consentendo ulteriori ottimizzazioni del tracciato finalizzate alla minimizzazione degli impatti sulle componenti di pregio ambientale, dall'altro fornirà gli strumenti essenziali per la pianificazione e il controllo delle attività di posa vera e propria. L'indagine preventiva permetterà infatti di rilevare l'eventuale presenza di materiali, detriti e rifiuti di origine antropica che potrebbero interferire con le attrezzature posa-cavo inficiando la bontà dell'installazione, e procedere, se del caso, con azioni di pulizia del fondale (grappinaggio). Le attrezzature impiegate per l'esecuzione del grappinaggio pre-posa avranno caratteristiche idonee e commisurate alle caratteristiche dei corridoi di posa con l'obiettivo di minimizzare il danneggiamento dei fondali. Tale attività verrà realizzata sull'intera lunghezza del tracciato di posa interrata ad eccezione delle zone a basso fondale e comunque all'esterno della perimetrazione marina del sito di interesse nazionale del Sulcis-Iglesiente-Guspinese o ovunque vi sia presenza di biocenosi di pregio quali praterie di fanerogame marine o habitat a coralligeno. In tali aree sarà preferito l'utilizzo di veicoli robot a controllo remoto (ROV) o, ove possibile, OTS (Operatori Tecnici Subacquei).

I rifiuti collezionati (cavi metallici, attrezzi da pesca o altri detriti abbandonati sul fondo) saranno raccolti sull'imbarcazione e smaltiti secondo la normativa vigente e in accordo alla Legge n. 60/2022 recante "Disposizioni per il recupero dei rifiuti in mare e nelle acque interne e per la promozione dell'economia circolare (legge «Salva Mare»)». Si tratta sostanzialmente di "rifiuti volontariamente raccolti" (Art.1 comma b) "durante campagna di pulizia" (Art.1 comma c). Secondo l'Art.3 comma 4, "Ai rifiuti di cui al presente articolo si applicano le disposizioni dell'articolo 2." (Art.2 "Modalità di gestione dei rifiuti accidentalmente pescati").

7.2.10. Punto di giunzione – Transition Joint Bay

La transizione elettrica tra le sezioni offshore e onshore del progetto si effettua in corrispondenza del punto di sbarco (o punto di giunzione) nel quale si prevede la realizzazione di una Transition Joint Bay (TJB). Questa, assimilabile ad un pozzetto tecnico in calcestruzzo, ospita i giunti tra i cavi di esportazione marini (tripolari) e quelli terrestri (doppia terna di conduttori unipolari). Il punto di giunzione sarà realizzato in corrispondenza delle superfici di camminamento della diga a gravità posta a protezione dell'area portuale di Portovesme e insisterà su un'area di circa 5 m di larghezza, 16 m di lunghezza e circa 3 m di profondità, con pavimento e pareti in calcestruzzo. Il layout generale della TJB è mostrato nella successiva Figura 7.72.

**Figura 7.72 – Punto di giunzione.**

Caratteristiche dimensionali, layout e tipici di posa della Transition Joint Bay (TJB) per la transizione dall'elettrodotto marino a quello terrestre. Elaborazione iLStudio su dati CEBAT.

Il collegamento tra la TJB e la parte near-shore dell'elettrodotto marino sarà effettuato mediante applicazione di controtubi in HDPE posati senza scavo al di sotto della massiciata della diga frangiflutti posta a protezione del porto di Portovesme. La posa sarà effettuata previa rimozione dei massi e loro successivo riposizionamento in loco effettuati con l'ausilio di mezzi sollevatori terrestri. In prossimità dell'approdo, escludendo ogni forma di scavo al fine di evitare risospensione di sedimenti eventualmente contaminati in area SIN, la protezione dell'elettrodotto marino sarà affidata o all'applicazione di rocce (rockdumping) o alla posa di speciali materassi reattivi che consentiranno sinergicamente l'adeguata protezione dei cavi, la bio-remediation delle aree contaminate e la messa a dimora delle talee di Posidonia Oceanica qualora danneggiate durante la procedura di posa.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
92 di 1053

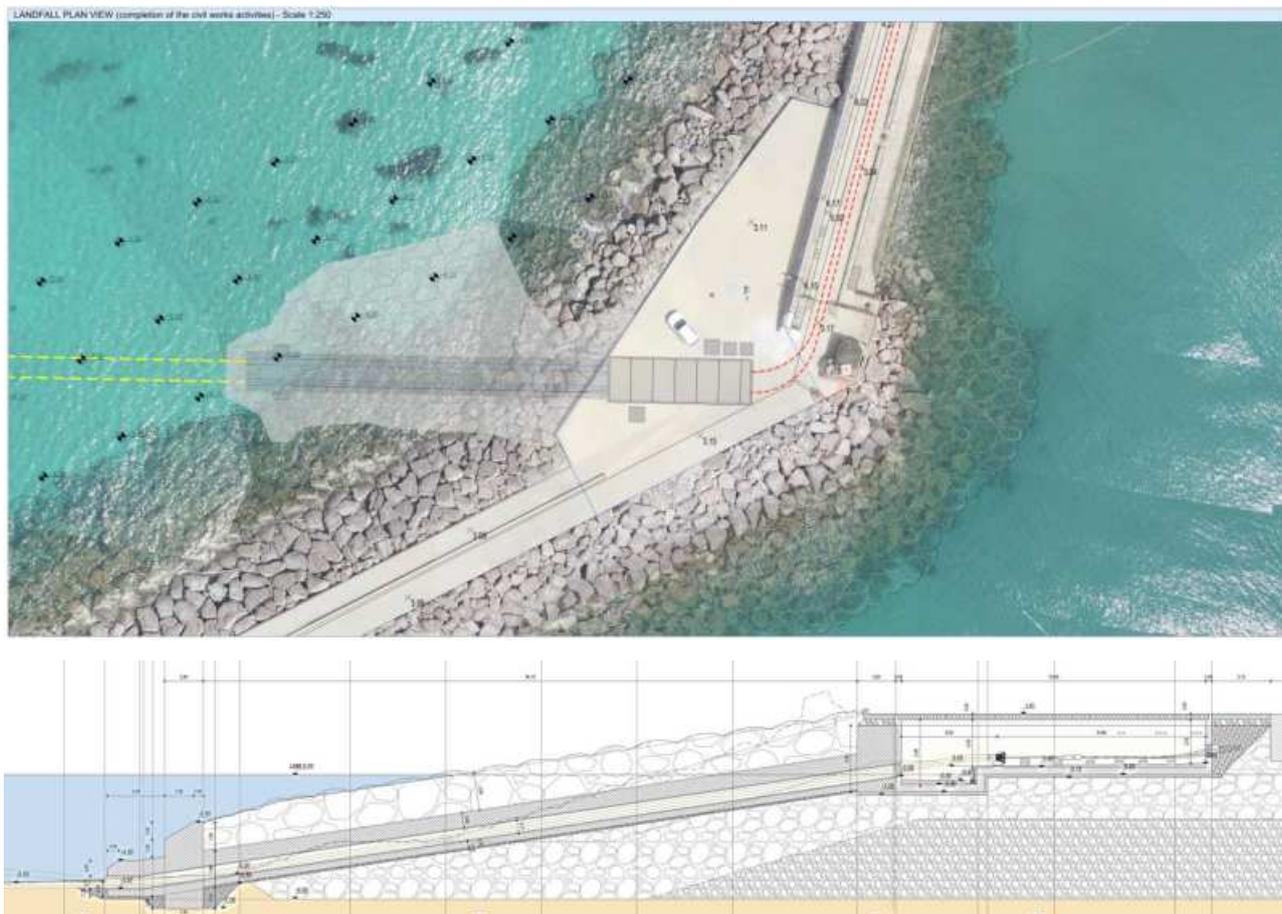


Figura 7.73 – Schema di posa dei controtubi sotto la massicciata frangiflutti.

Elaborazione CEBAT.

Il salpamento dei massi in sostituzione delle operazioni scavo determinerà una trascurabile movimentazione di sedime riducendone al minimo l'eventuale sospensione/dispersione nella colonna d'acqua.

Pur con questi presupposti, a scopo cautelativo, durante le operazioni di posa saranno adottate tutte le idonee misure di mitigazione del rischio associato sia alla risospensione di contaminanti sia al potenziale disturbo su habitat di pregio quali eventualmente praterie di Posidonia. Ad esempio:

- l'applicazione di barriere antinquinamento galleggianti dotate di telo verticale anti-contaminazione esteso dal pelo libero al fondale marino disposte secondo uno o più ordini secondo necessità;
- l'esecuzione degli interventi solo in idonee condizioni meteo-mare al fine di limitare il potenziale ambientale di dispersione;
- l'esecuzione di monitoraggi sulla torbidità durante le fasi operative e post operam così da individuare tempestivamente superamenti dei livelli di torbidità fissati come obiettivo di qualità determinati ad esempio da rottura o malfunzionamento della barriera alla torbidità o da condizioni meteorologiche avverse, e, se del caso, fermare le lavorazioni fino a messa in sicurezza.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
93 di 1053



Figura 7.74 – Schema concettuale di funzionamento di una cortina anti-torbidità.

L'estensione della cortina dal pelo libero fino al fondale determina il confinamento delle aree soggette a risospensione/dispersione dei sedimenti impedendo l'incremento di torbidità all'esterno delle aree di cantiere.

Fonte: <https://www.geoace.com/ng>.



Figura 7.75 – Dispositivi anti-intorbidimento per il confinamento delle aree di lavoro a mare.

7.2.11. Percorso dell'elettrodotto terrestre tra il punto di giunzione e la nuova sezione 380kV della RTN TERNA Sulcis

Il tracciato dell'elettrodotto terrestre è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n.1775, comparando le esigenze di pubblica utilità delle opere con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti, cercando in particolare di:

- prediligere la posa in corridoi infrastrutturali esistenti, utilizzando sedi stradali piuttosto che proprietà private;
- ridurre i tempi di realizzazione e la movimentazione di terre da scavo adottando una soluzione di posa a tubiera in trincea tramite cui è possibile minimizzare i volumi di scavo, ridurre i tempi di lavorazione e gli spazi di cantierizzazione necessari;
- contenere il numero di mezzi pesanti sulla viabilità;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
94 di 1053

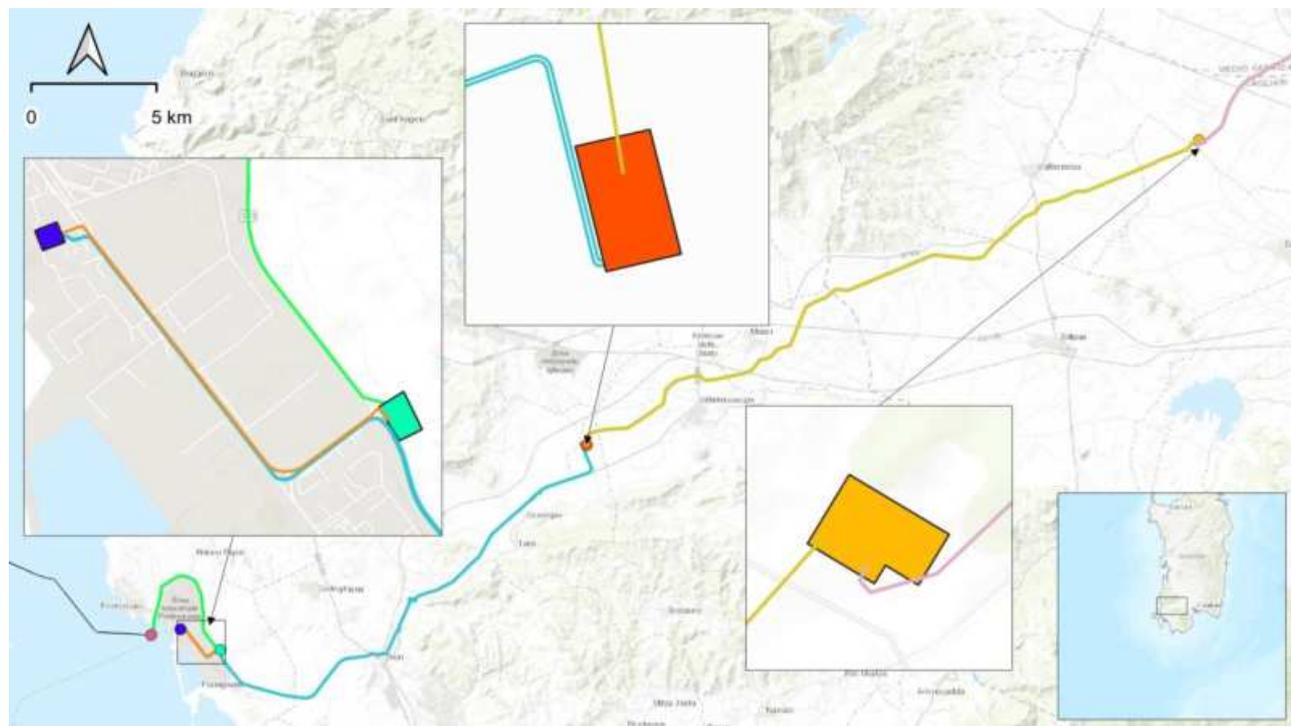
- mitigare le ripercussioni sul traffico locale adottando un’organizzazione dei cantieri per lotti in modo da consentire il normale scorrimento e ottimizzare così l’impegno della viabilità locale.

Lo studio del tracciato è stato inoltre effettuato con l’obiettivo di non interferire con aree protette e/o sensibili e, in generale, in coerenza con i vincoli ambientali e paesaggistici vigenti. In particolare:

- sono stati evitati i passaggi all’interno di aree protette (aree IBA e zone umide, SIC, ZPS e ZSC);
- sono stati evitati i passaggi nelle aree più sensibili del Piano Paesaggistico e di tutela del territorio;
- relativamente alle aree sensibili inserite nelle perimetrazioni PAI inerenti al pericolo idrogeologico e geomorfologico, il percorso attraversa aree caratterizzate da pericolosità idraulica da bassa ad elevata e, in maniera analoga, aree caratterizzate da pericolosità da frana da bassa a elevata. Tali aree, vincolate dalle NTA del PAI secondo gli artt. 27-28-29-30-31-32-33-34, non costituiscono ostacolo alla realizzazione del progetto, in quanto quest’ultimo è in linea con quanto previsto dalle norme.

Da un punto di vista generale, l’elettrodotto terrestre precedente all’arrivo alla nuova sezione 380 kV RTN TERNA Sulcis è suddivisibile in due sezioni (Figura 7.76):

- una sezione di esportazione (elettrodotto interrato 220 kV) fino al punto di consegna (Onec) costituita da una doppia terna di cavi unipolari 220 kV posati a trifoglio che connettono il TJB alla stazione di trasformazione, misura e consegna ONS-SC Sulcis nel comune di Portoscuso;
- una sezione di connessione (Oncc) costituita da una singola terna di cavi unipolari 380 kV posati a trifoglio che connettono la stazione di trasformazione, misura e consegna ONS-SC Sulcis con la nuova sezione 380kV a realizzarsi nella esistente stazione RTN TERNA Sulcis.



Legenda

Opere in progetto

- TJB
- Elettrodotto Interrato 220 kV
- Sottostazione di Trasformazione, Misura e Consegna "Sulcis"
- Elettrodotto di Connessione 380 kV
- Nuova Sezione 380 kV Stazione RTN TERNA "Sulcis"
- Elettrodotto Interrato 380kV
- Stazione di Transizione cavo/aereo
- Elettrodotto Aereo 380 kV ST
- Stazione di Smistamento "Villasor 380"
- Elettrodotto Aereo 380 kV DT

Figura 7.76 – Opere in progetto.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
95 di 1053

L'elettrodotto a 220kV percorre l'area portuale e industriale di Portoscuso per una lunghezza totale di circa 13 km sviluppandosi principalmente con posa in trincea ed una minima porzione di percorso in cui è prevista la posa tramite la tecnica TOC (Figura 7.7), necessaria al fine di oltrepassare le infrastrutture esistenti. In particolare l'elettrodotto, in uscita dall'area portuale, percorre via Pedemontana lungo le Strade Provinciali 108 e 2 (SP108 e SP2) fino all'ingresso nella stazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis".

Da qui un nuovo collegamento Oncc in singola terna interrata 380 kV (posato in trincea e in minima parte tramite TOC) raggiunge la nuova sezione 380kV della RTN TERNA Sulcis sviluppandosi lungo la SP75bis per una tratta di circa 2.2 km.



Figura 7.77 – Elettrodotti di esportazione e connessione – Modalità di posa.

Elaborazione iLStudio.

7.2.12. Elettrodotto terrestre di esportazione 220 kV, Onec

All'interno della TJB ciascun cavo marino tripolare 220kV AC sarà convertito, mediante giunto, in una terna di cavi unipolari. Le terne, posate in configurazione trifoglio, si svilupperanno secondo un tracciato in cavo di circa 13 km, prediligendo sedi stradali esistenti, fino alla stazione di trasformazione, consegna e misure.

7.2.12.1. Aspetti costruttivi del cavo terrestre di esportazione

La struttura del cavo prevede in generale:

- conduttore elettrico (in rame o alluminio);
- isolamento elettrico;
- guaina del conduttore;
- schermo metallico;
- guaina esterna.



CAVO ELETTRICO TERRESTRE
caratteristiche costruttive
di un cavo elettrico terrestre

Figura 7.78 – Costruzione tipica di un cavo terrestre unipolare.

Elaborazione iLStudio.

7.2.12.2. Caratteristiche elettriche del cavo terrestre di esportazione

I conduttori elettrici della terna di esportazione terrestre sono dimensionati alla portata elettrica determinata al livello operativo di tensione (220 kV) e alla potenza nominale dell'impianto (252 MW per sottoparco); le sezioni elettriche, il tipo e la lunghezza stimata della tratta tra la TJB e la stazione di misure e consegna sono riportate in tabella.

Tabella 7.19 – Consuntivo delle caratteristiche elettriche e dimensionali dell'elettrodotto di esportazione terrestre.

CAVO DI ESPORTAZIONE	
Tensione elettrica operativa	220 kV AC
Frequenza operativa	50 Hz
Sezione elettrica	1200 mm ² (conduttori in alluminio)
Lunghezza totale (fino alla stazione di misure e consegna)	~ 13 km

7.2.13. Sottostazione elettrica di trasformazione, misura e consegna

Per la connessione dell'impianto eolico alla rete RTN TERNA si rende necessaria la realizzazione di una nuova sottostazione di trasformazione e consegna che permetta l'elevazione dalla tensione di impianto (220 kV) a quella di rete (380 kV). La sottostazione si comporrà di tutte le apparecchiature necessarie all'interfaccia con la RTN e quelle per la compensazione della potenza reattiva così da mantenere l'impianto in ogni condizione di funzionamento coerente con le prescrizioni del codice di rete.

La sottostazione di trasformazione e consegna, ubicata nei pressi della esistente stazione RTN TERNA Sulcis nell'area industriale di Portoscuso (Figura 7.79), comprenderà quindi:

- trasformatori 380/220 kV con potenza di 275 MVA;
- trasformatori 220/33 kV con potenza di 90 MVA;
- sistemi STATCOM (Static Synchronous Compensator);
- reattori di compensazione;
- edificio GIS (Gas-Insulated Switchgear) - supervisione e controllo.

La sottostazione occuperà un'area di circa 16800 m². Il layout previsto per le apparecchiature è mostrato nella planimetria elettromeccanica di Figura 7.80.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
97 di 1053

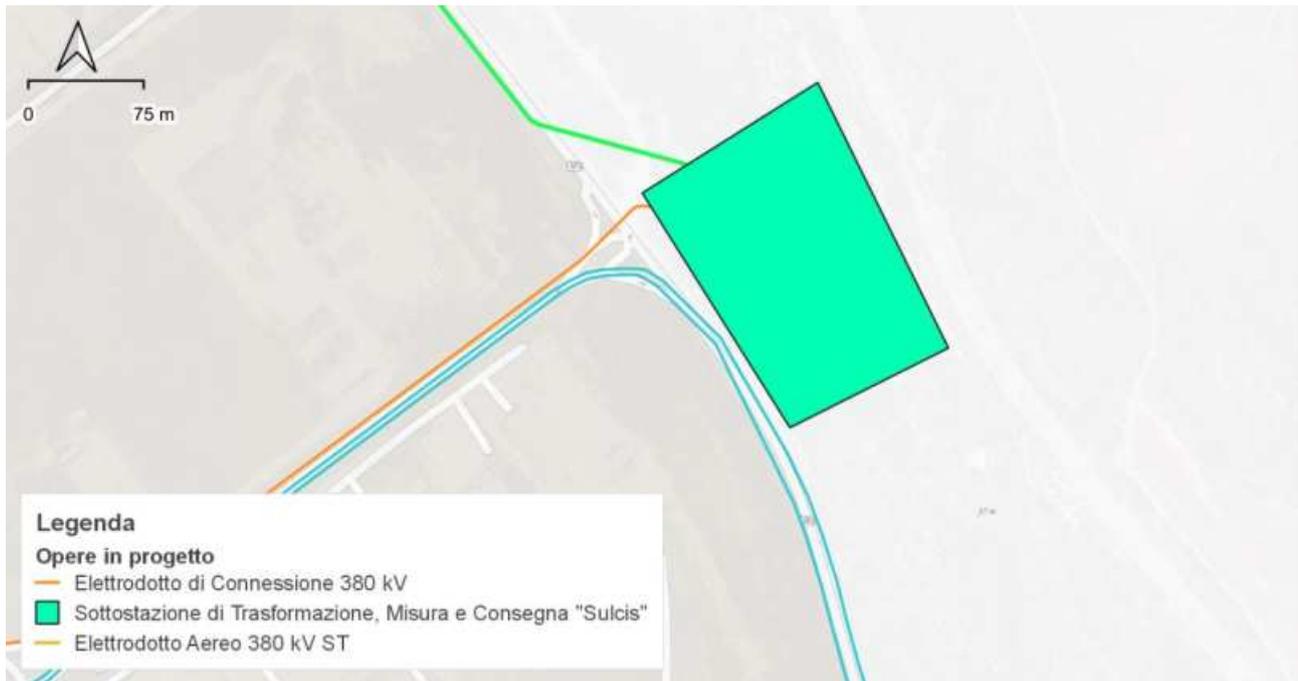


Figura 7.79 – Sottostazione di trasformazione e consegna.

Elaborazione iLStudio.

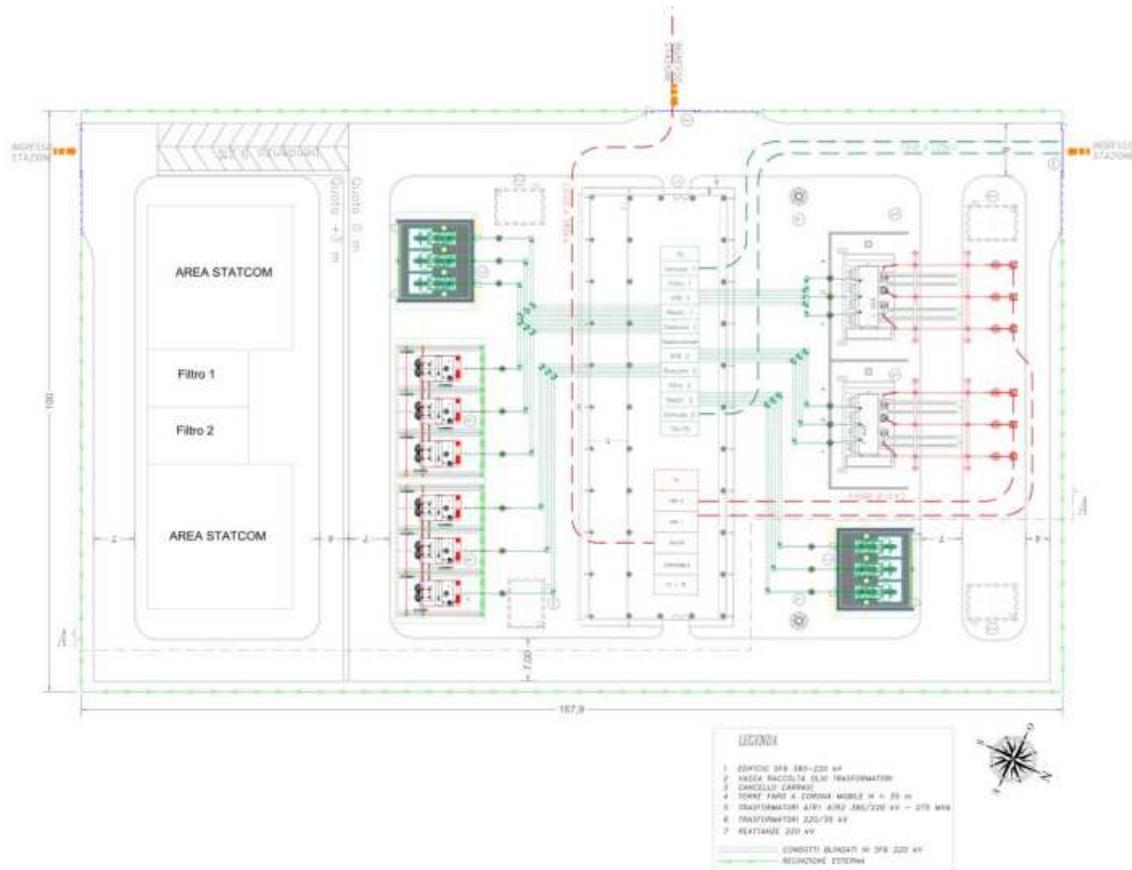


Figura 7.80 – Planimetria elettromeccanica della sottostazione elettrica trasformazione e consegna.

L'edificio GIS - supervisione e controllo all'interno dell'area di stazione conterrà le apparecchiature di potenza e controllo della sottostazione stessa, le apparecchiature di misura dell'energia elettrica, i quadri di comando e controllo, gli apparati di teleoperazione, i servizi per il personale di manutenzione, le batterie, i quadri BT c.c.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
98 di 1053

e BT c.a. per l'alimentazione dei servizi ausiliari ed il gruppo elettrogeno d'emergenza. Il perimetro della stazione sarà reso inaccessibile al personale non autorizzato mediante recinzione e doppio cancello carrabile.

La connessione con la nuova sezione 380 kV della stazione RTN TERNA Sulcis sarà effettuata con un nuovo elettrodotto di connessione interrato (Oncc) costituito da una singola terna di cavi unipolari 380kV posati a trifoglio.

7.2.14. Elettrodotto terrestre di connessione 380 kV, Oncc

L'energia prodotta dal parco sarà definitivamente immessa nella rete di trasmissione in corrispondenza del nodo elettrico della stazione RTN TERNA Sulcis. Gli interventi di progetto prevedono la realizzazione di una nuova sezione 380kV all'interno dell'attuale perimetrazione della stazione RTN in un'area finora adibita a deposito, la quale costituirà il punto di interconnessione con la rete elettrica regionale. Come detto, il collegamento con la stazione di trasformazione misura e consegna avverrà mediante una connessione in cavo interrato 380 kV in singola terna su una tratta, parallela al tracciato dell'Onec, di circa 2.2 km.

7.2.14.1. Aspetti costruttivi del cavo terrestre di connessione

L'elettrodotto di connessione sarà costituito da una singola terna di cavi unipolari realizzati con conduttore in rame, isolante in XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene. Ciascun conduttore di energia avrà una sezione elettrica di 1200 mm². La struttura del cavo unipolare è composta da:

- conduttore elettrico;
- strato semiconduttivo;
- isolamento in polietilene reticolato;
- strato semiconduttivo;
- nastro igroscopico;
- schermo in alluminio;
- guaina in polietilene.

7.2.14.2. Caratteristiche elettriche del cavo terrestre di connessione

La terna di collegamento è dimensionata alla portata elettrica determinata al livello operativo di tensione 380 kV e alla potenza nominale dell'impianto 504 MW. Le principali caratteristiche elettriche del cavo sono riportate in tabella.

Tabella 7.20 – Consuntivo delle caratteristiche elettriche e dimensionali dell'elettrodotto terrestre di connessione.

CAVO DI CONNESSIONE	
Tensione elettrica operativa	380 kV AC
Frequenza operativa	50 Hz
Sezione elettrica	1200 mm ² (rame)
Lunghezza (fino alla sezione RTN Terna Sulcis)	~ 2.2 km

7.2.15. Nuova sezione 380kV della stazione RTN TERNA Sulcis

La nuova sezione a 380 kV della esistente stazione RTN TERNA Sulcis (Figura 7.81) è prevista all'interno del sedime occupato dalla stazione esistente medesima, in un'area di circa 115x100m al momento adibita a piazzale per il deposito materiali. Le opere comprenderanno due sezioni, 380 e 150 kV secondo gli standard di unificazione Terna oltre alle seguenti apparecchiature esterne (in aria):

- trasformatori 380/150 kV con potenza di 250 MVA,
- scaricatori 380 kV e 150 kV,



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
99 di 1053

– portale linea aerea 380 kV,

collegate con l'edificio GIS tramite condotti metallici isolati in SF6. La sezione a 380 kV è del tipo unificato TERNA con isolamento in SF6.



Figura 7.81 – Nuova Sezione 380 kV Stazione RTN TERNA "Sulcis" (configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo).

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
100 di 1053

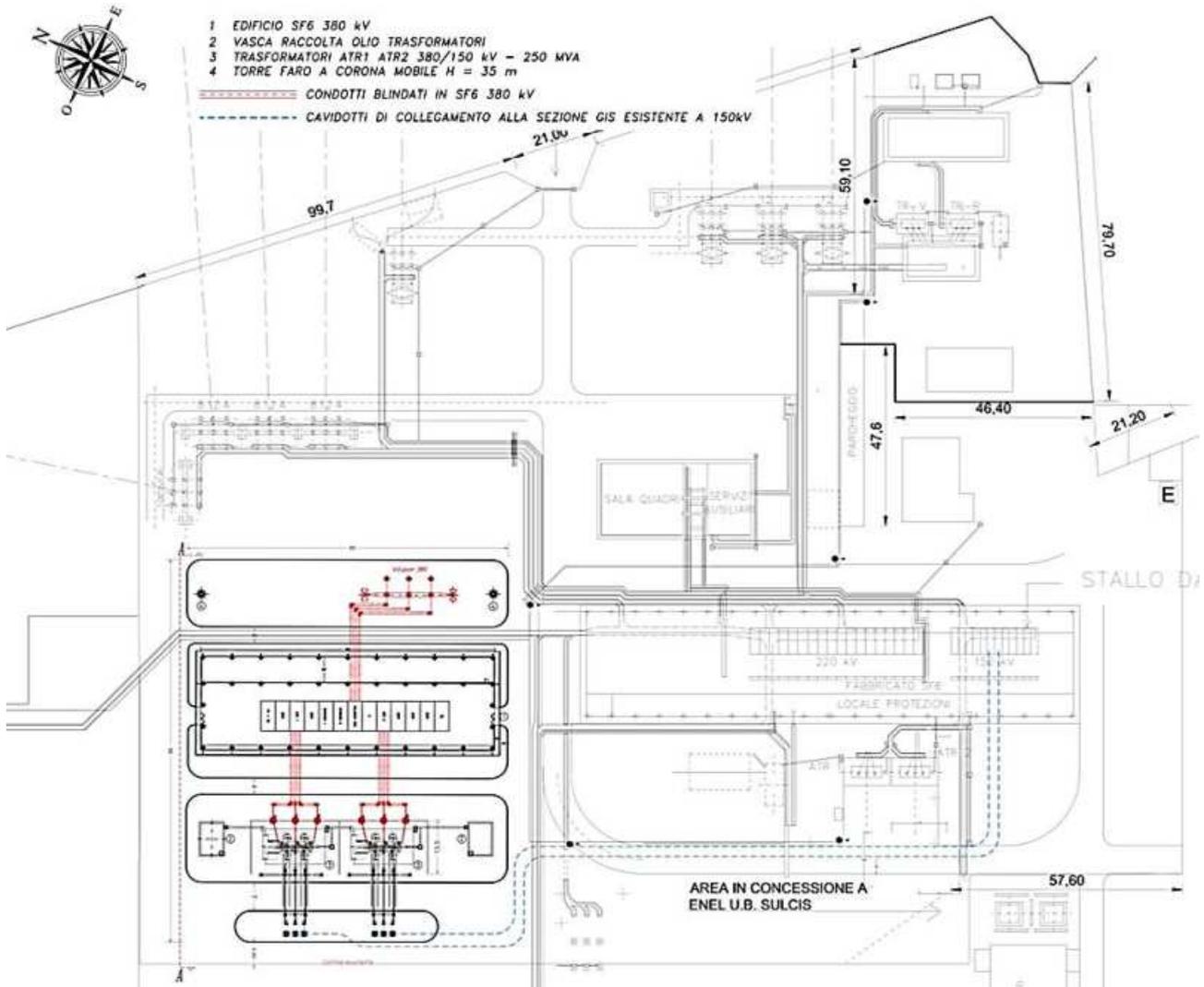


Figura 7.82 – Planimetria elettromeccanica della nuova sezione 380 kV della stazione elettrica RTN TERNA Sulcis.

7.2.16. Percorso dell'elettrodotto 380kV tra la nuova sezione 380kV della RTN TERNA Sulcis e la stazione di smistamento Villazor 380

La distribuzione dell'energia prodotta dal parco eolico all'interno della rete regionale/nazionale avverrà grazie alla connessione con il nodo elettrico della stazione RTN TERNA Sulcis. Nell'ambito degli interventi proposti, è prevista la sostituzione dell'esistente elettrodotto aereo a 220 kV "Sulcis-Villazor" attraverso la costruzione di un nuovo elettrodotto in classe 380 kV.

A valle della messa in esercizio del nuovo elettrodotto 380kV la vecchia linea 220kV Sulcis-Villazor sarà definitivamente dismessa. Tali interventi di riqualificazione e ammodernamento dell'infrastruttura elettrica regionale determineranno il miglioramento dei servizi elettrici del territorio aumentandone l'efficienza e la fruibilità offrendo inoltre nuove opportunità di connessione per ulteriori iniziative di produzione di energia da fonte rinnovabile.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
101 di 1053

7.2.16.1. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo

Per la configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo (Figura 7.83): in uscita dalla sezione 380kV della RTN TERNA Sulcis, l'elettrodotto interrato con doppia terna a 380kV ripercorre la SP75bis fiancheggiando il collegamento Oncc fino ad immettersi nuovamente sulla SP2 percorrendola per circa 22 km (prevalentemente con posa in trincea ad esclusione di alcuni tratti per i quali è prevista la posa con TOC (Figura 7.84), ad es. il passaggio al di sotto della rete ferroviaria, per la quale sarà considerata la Norma tecnica CEI 11/17 per quanto concerne la profondità di posa) fino ad imboccare la SP85 per altri circa 1.5 km prima dell'ingresso nella stazione di transizione elettrodotto interrato/aereo. Di qui l'elettrodotto aereo ST collegherà la stazione di transizione con la stazione di smistamento Villasor 380: si prevede la costruzione di 71 nuovi tralicci distribuiti su un percorso di circa 29.2 km e la contestuale rimozione di 105 tralicci 220 kV pre-esistenti.

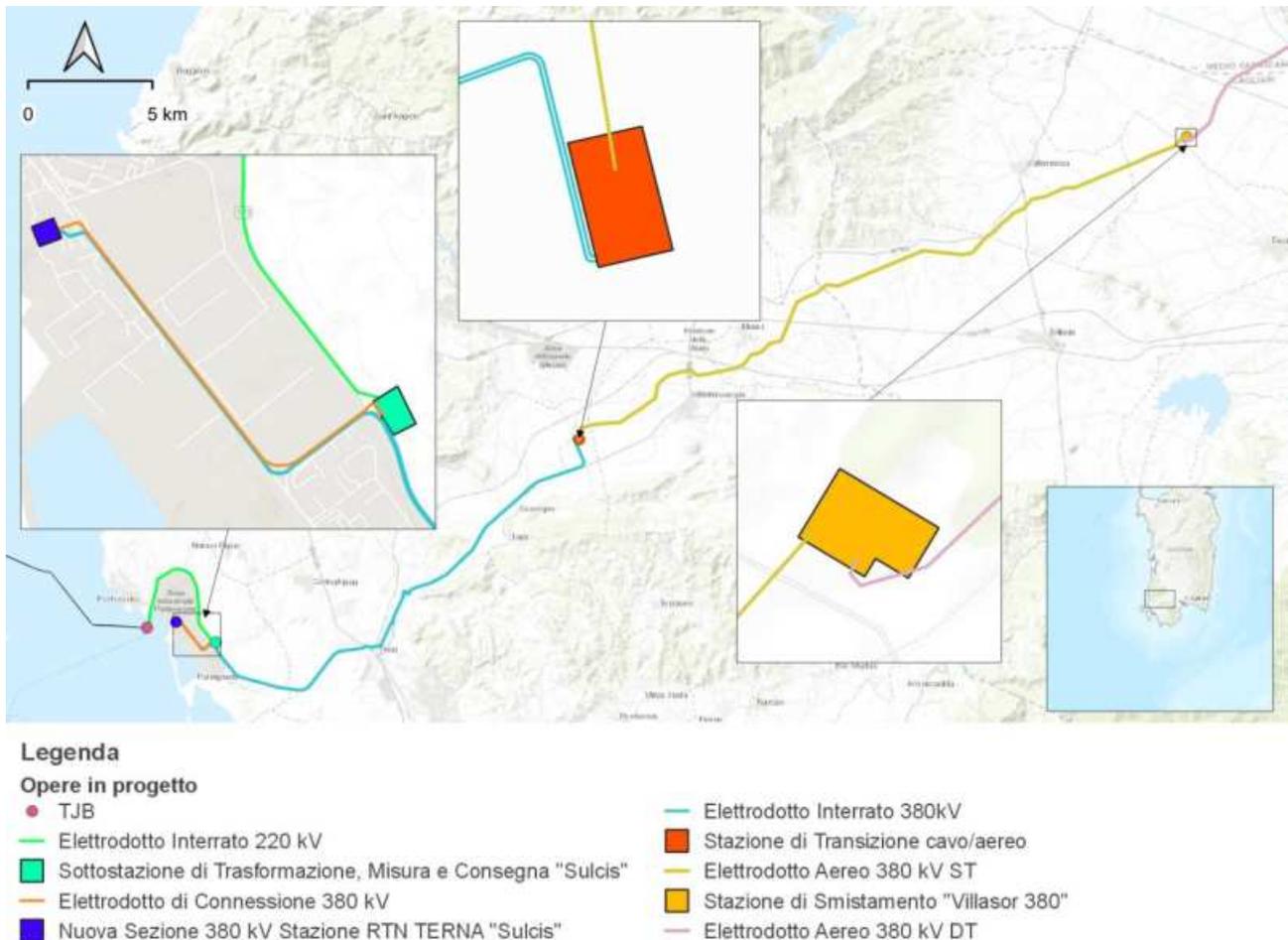


Figura 7.83 – Opere in progetto. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo.

Elaborazione iLStudio.

Il tracciato delle opere si sviluppa secondo i territori dei comuni di Portoscuso, Carbonia, Iglesias, Villamassargia, Musei, Siliqua, Vallermosa, Decimoputzu, Villasor (Figura 7.85).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
102 di 1053

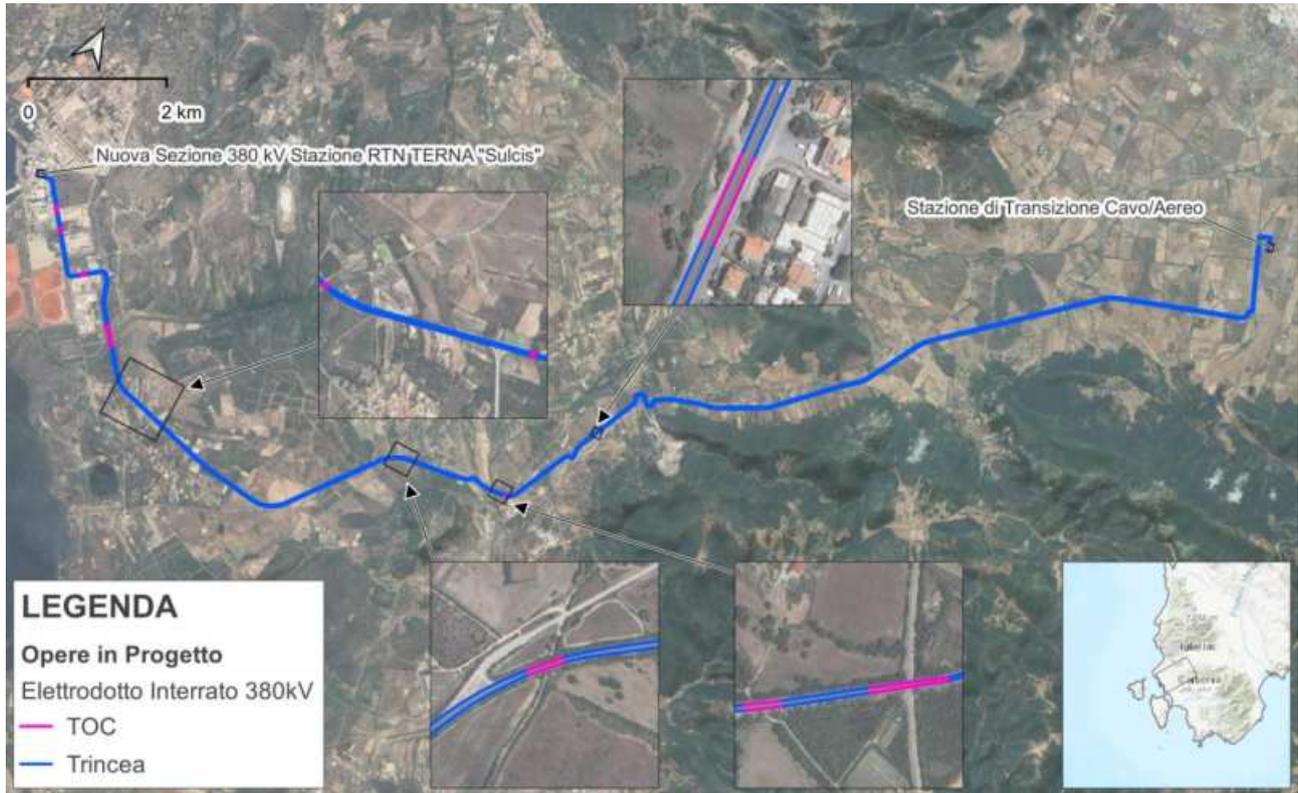


Figura 7.84 – Elettrodotto interrato 380 kV RTN. Modalità di posa.

Elaborazione iLStudio.

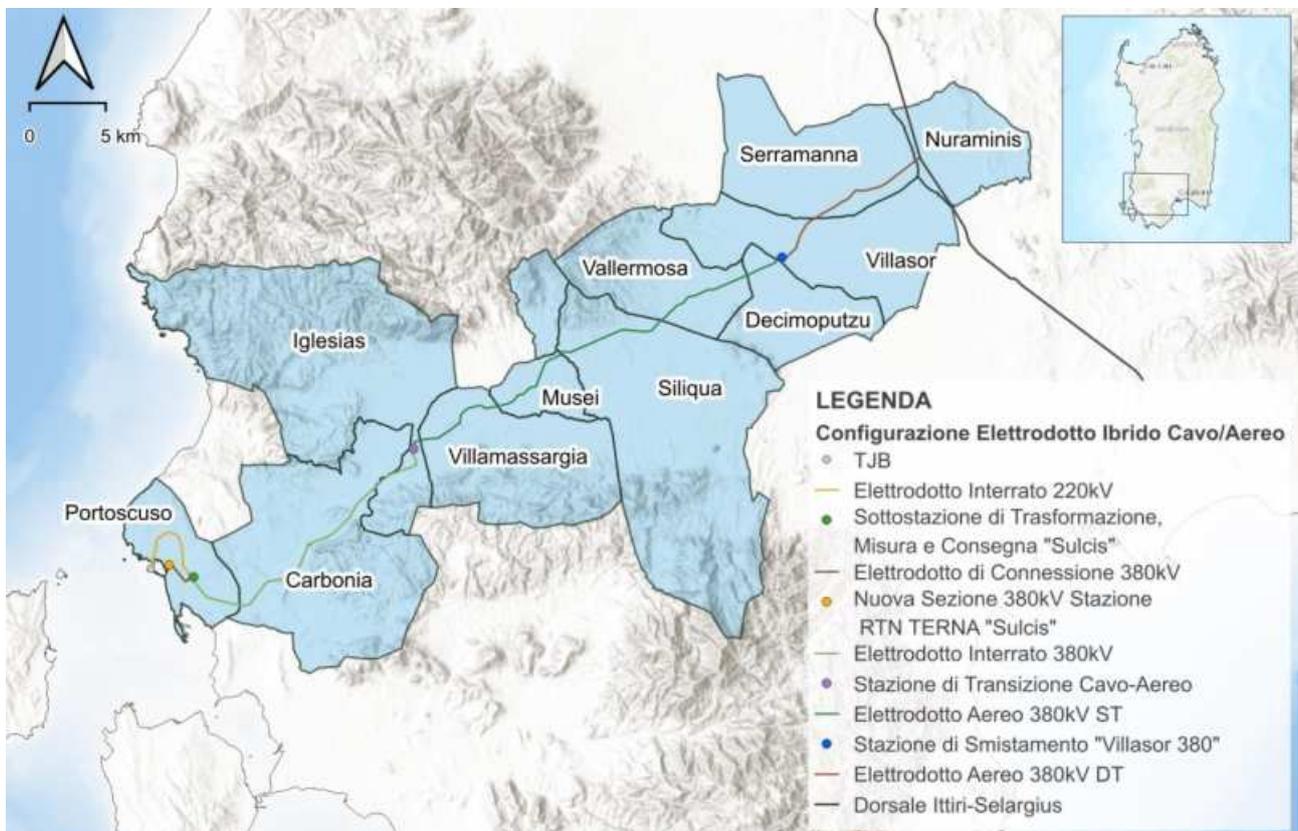


Figura 7.85 – Tracciato dell'elettrodotto terrestre da punto di sbarco fino alla dorsale Ittiri-Selargius – configurazione elettrodotto ibrido cavo/aereo.

La dorsale 220kV esistente sarà dismessa con l'attivazione della nuova linea 380kV. Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

ilStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
103 di 1053

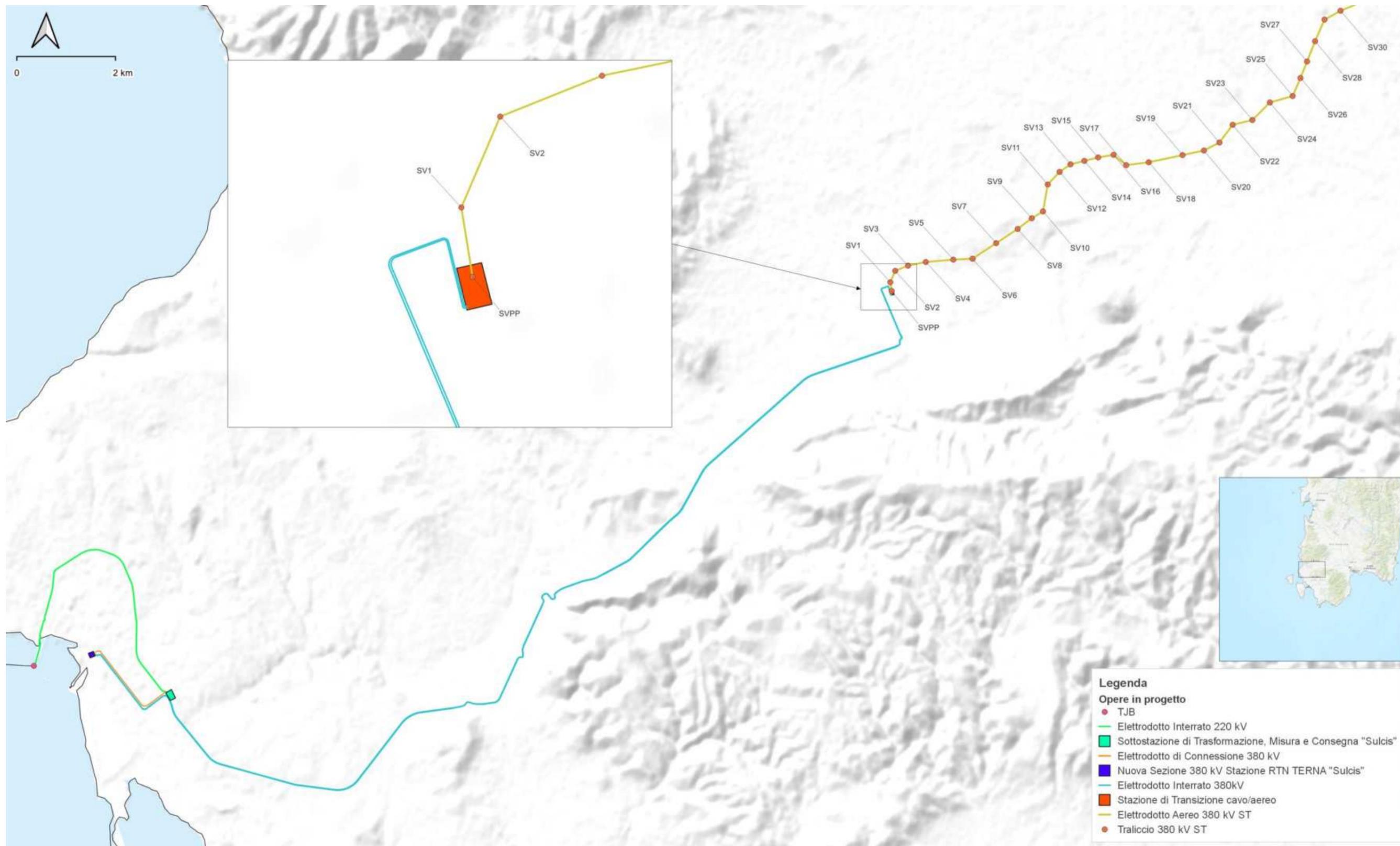


Figura 7.86 – Percorso dell'elettrodotto 380kV tra la nuova sezione 380kV della RTN Sulcis e la stazione di smistamento Villazor 380, parte1 – configurazione elettrodotto ibrido cavo/aereo.

Elaborazione ilStudio.

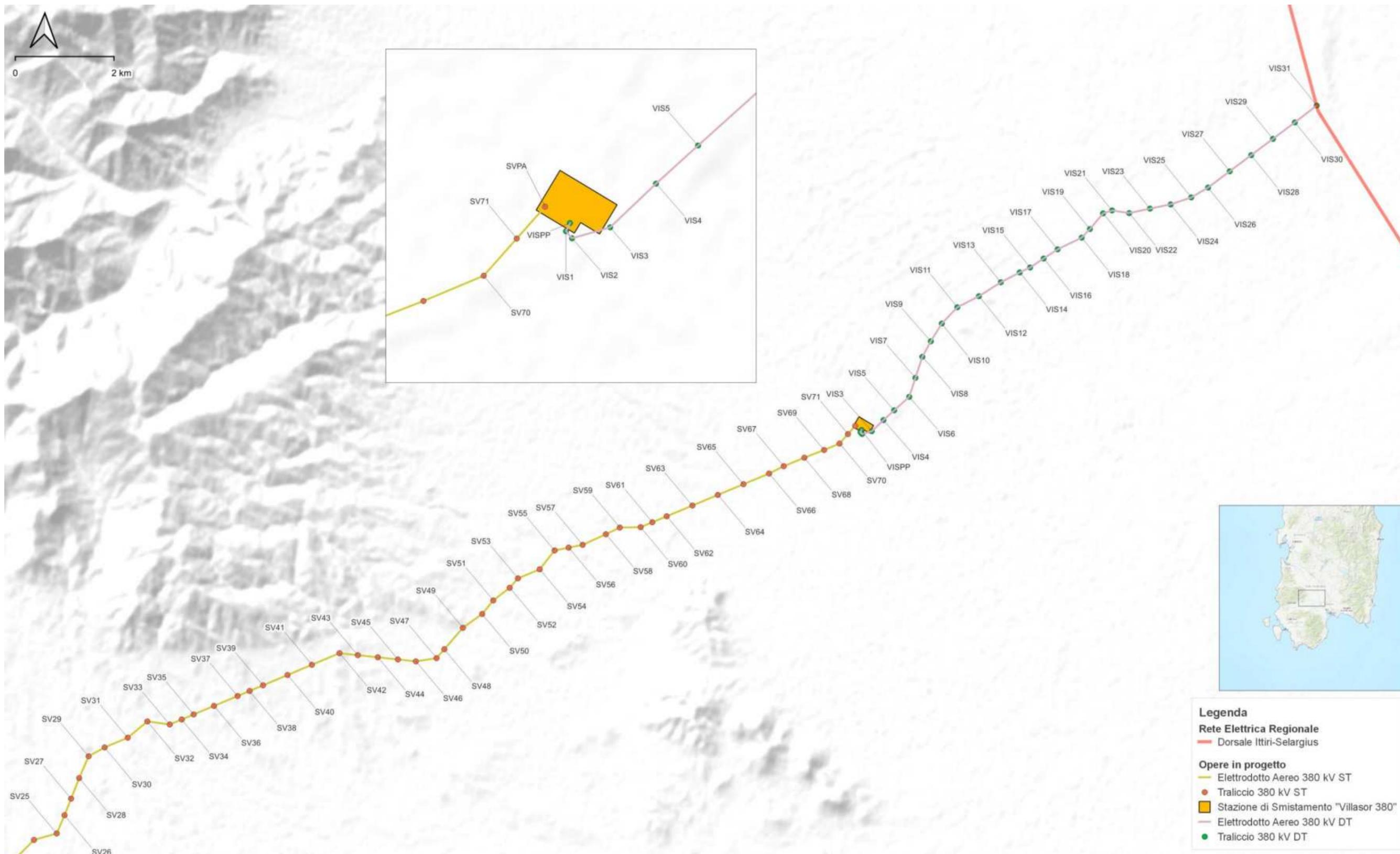


Figura 7.87 – Percorso dell'elettrodotto 380kV tra la nuova sezione 380kV della RTN Sulcis e la stazione di smistamento Villazor 380, parte2 – configurazione elettrodotto ibrido cavo/aereo.

Elaborazione ilStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

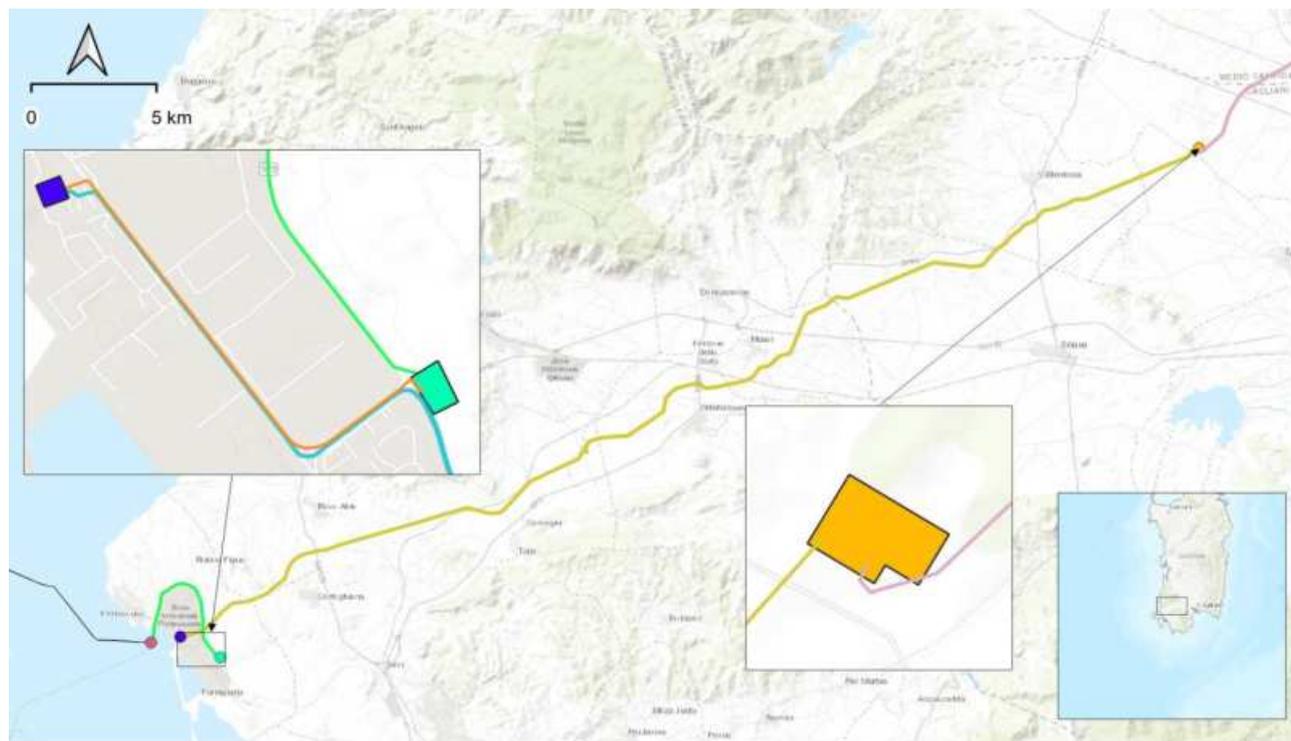
Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
105 di 1053

7.2.16.2. Configurazione con elettrodotto aereo

Come anticipato, si propone una variante (Figura 7.88) rispetto alla configurazione precedentemente descritta: essa prevede il collegamento tra la RTN TERNA Sulcis e la stazione di smistamento Villasor 380 tramite un unico elettrodotto aereo in ST, con la costruzione di 119 sostegni distribuiti lungo un percorso di circa 47.8 km.



Legenda

Opere in progetto

- TJB
- Elettrodotto Interrato 220 kV
- Sottostazione di Trasformazione, Misura e Consegna "Sulcis"
- Elettrodotto di Connessione 380 kV
- Nuova Sezione 380 kV Stazione RTN TERNA "Sulcis"
- Elettrodotto Aereo 380 kV ST
- Stazione di Smistamento "Villasor 380"
- Elettrodotto Aereo 380 kV DT

Figura 7.88 – Opere in progetto. Configurazione con elettrodotto aereo.

Elaborazione iLStudio.

Il tracciato delle opere si sviluppa secondo i territori dei comuni di Portoscuso, Gonnese, Carbonia, Iglesias, Villamassargia, Musei, Siliqua, Vallermosa, Decimoputzu, Villasor (Figura 7.89).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
106 di 1053

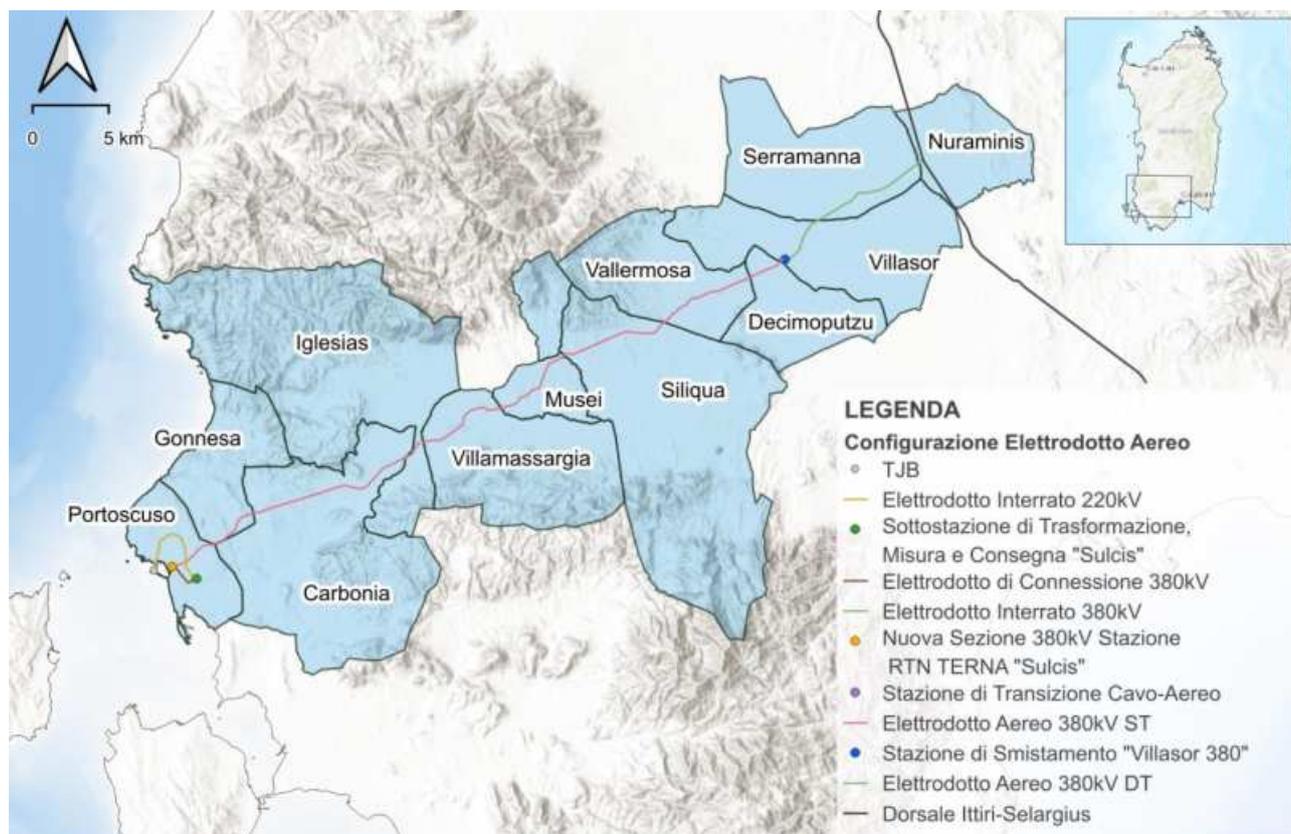


Figura 7.89 – Tracciato dell'elettrodotto terrestre da punto di sbarco fino alla dorsale Ittiri-Selargius – configurazione elettrodotto aereo.

La dorsale 220kV esistente sarà dismessa con l'attivazione della nuova linea 380kV. Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

ilStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
107 di 1053

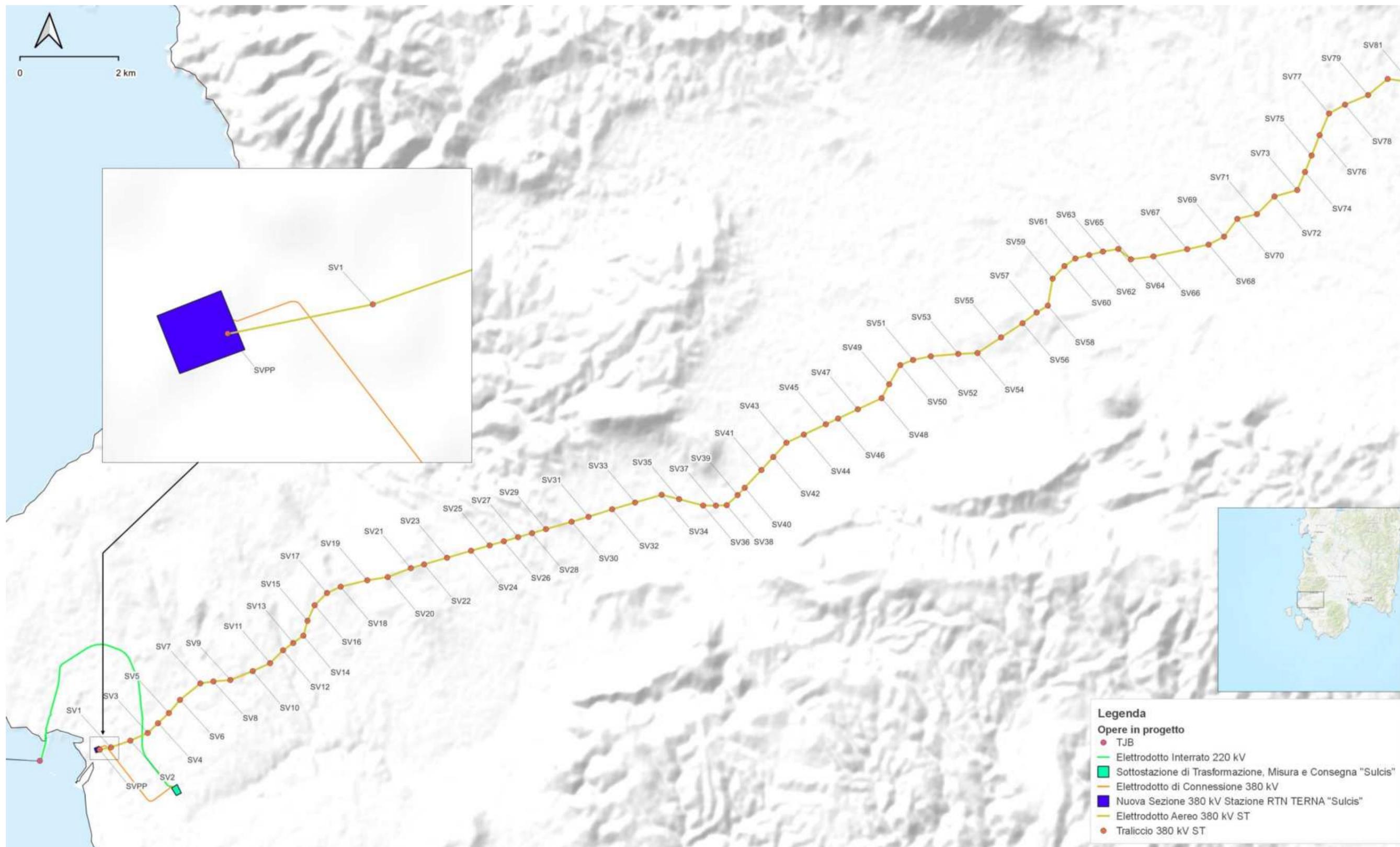


Figura 7.90 – Percorso dell'elettrodotto 380kV tra la nuova sezione 380kV della RTN Sulcis e la stazione di smistamento Villassar 380, parte1 – configurazione elettrodotto aereo.

Elaborazione ilStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
108 di 1053

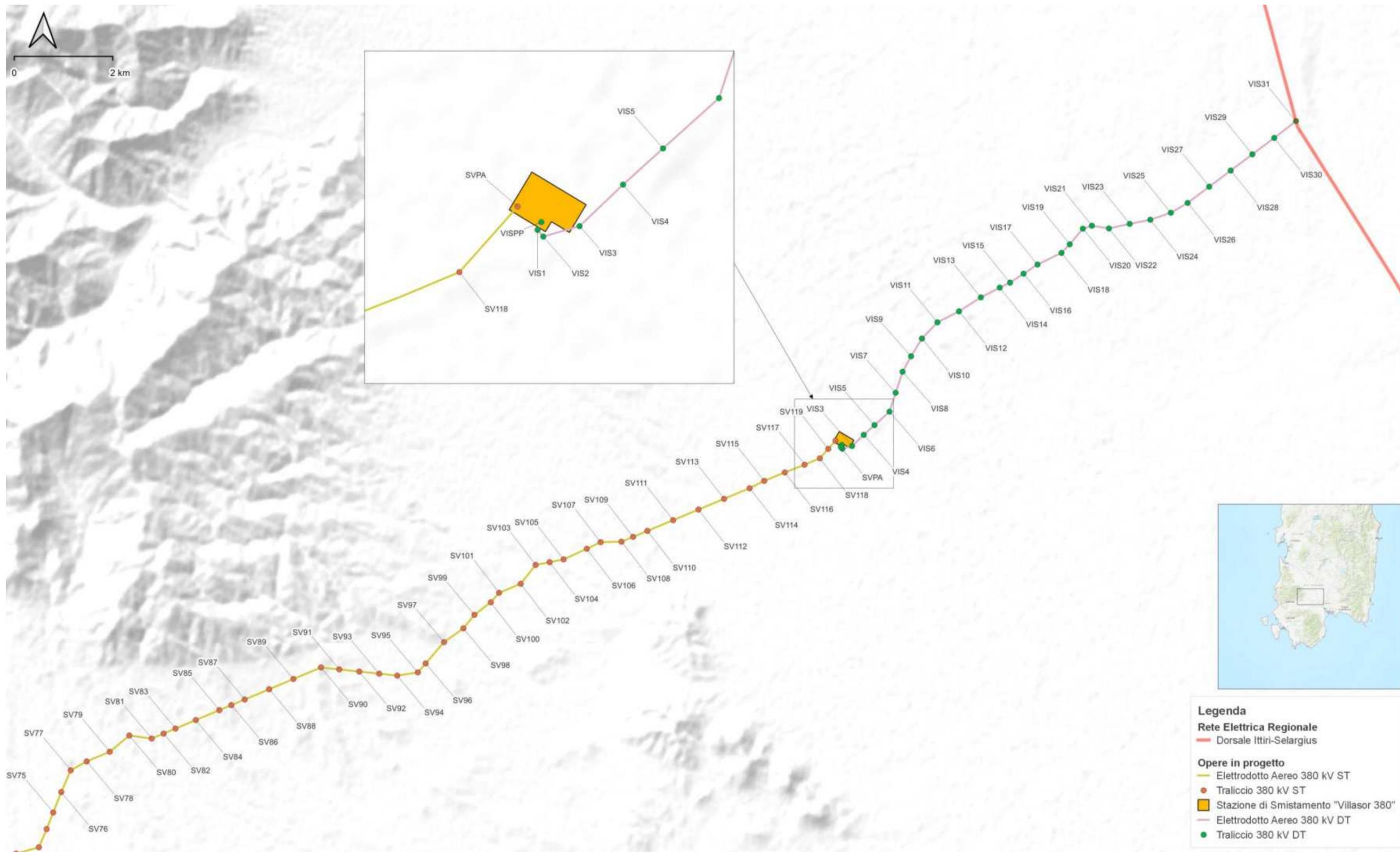


Figura 7.91 – Percorso dell'elettrodotto 380kV tra la nuova sezione 380kV della RTN Sulcis e la stazione di smistamento Villazor 380, parte2 – configurazione elettrodotto aereo.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

7.2.17. Elettrodotto interrato 380 kV RTN

L'elettrodotto interrato 380 kV RTN, previsto per la configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo, si sviluppa con una doppia terna di cavi unipolari dalla nuova sezione 380 kV RTN Terna Sulcis alla stazione di transizione/compensazione cavo/aereo per una lunghezza complessiva di circa 23 km.

7.2.17.1. Aspetti costruttivi del cavo terrestre di esportazione

La struttura del cavo prevede in generale:

- conduttore elettrico (in rame);
- isolamento elettrico;
- guaina del conduttore;
- schermo metallico;
- guaina esterna.



CAVO ELETTRICO TERRESTRE
caratteristiche costruttive
di un cavo elettrico terrestre

Figura 7.92 – Costruzione tipica di un cavo terrestre unipolare.

Elaborazione iLStudio.

7.2.17.2. Caratteristiche elettriche del cavo terrestre di esportazione

Le principali caratteristiche elettriche dei conduttori elettrici della doppia terna interrata RTN 380 kV sono riportate in tabella.

Tabella 7.21 – Consuntivo delle caratteristiche elettriche e dimensionali dell'elettrodotto di esportazione terrestre.

CAVO DI ESPORTAZIONE	
Tensione elettrica operativa	380 kV AC
Frequenza operativa	50 Hz
Sezione elettrica	2500 mm ² (conduttori in rame)
Lunghezza totale (fino alla stazione di misure e consegna)	~ 23 km

7.2.18. Posa e protezione degli elettrodotti interrati

L'elettrodotto terrestre sarà installato in modo da garantire adeguata protezione da aggressioni meccaniche sia durante le fasi di installazione sia durante la successiva fase di esercizio. Aggressioni di tipo meccanico possono verificarsi in generale durante le attività di trasporto, manipolazione, tiro e posa, per tal motivo, durante



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
110 di 1053

l'intera fase di installazione, sarà necessario esaminare il cavo per verificarne l'integrità strutturale. La costruzione del cavo dovrà invece garantire, oltre alla resistenza meccanica, anche adeguata resistenza alla corrosione chimica, elettrochimica e galvanica in relazione alle condizioni ambientali previste e per l'intera vita utile dell'opera. Sarà infine richiesta idonea protezione e segnalamento dei cavi per evitare danneggiamenti durante le operazioni di manutenzione, costruzione e scavo ragionevolmente prevedibili sulle sedi interessate dall'elettrodotto. In generale, la tipologia di posa del cavo tiene conto di aspetti molteplici tra cui:

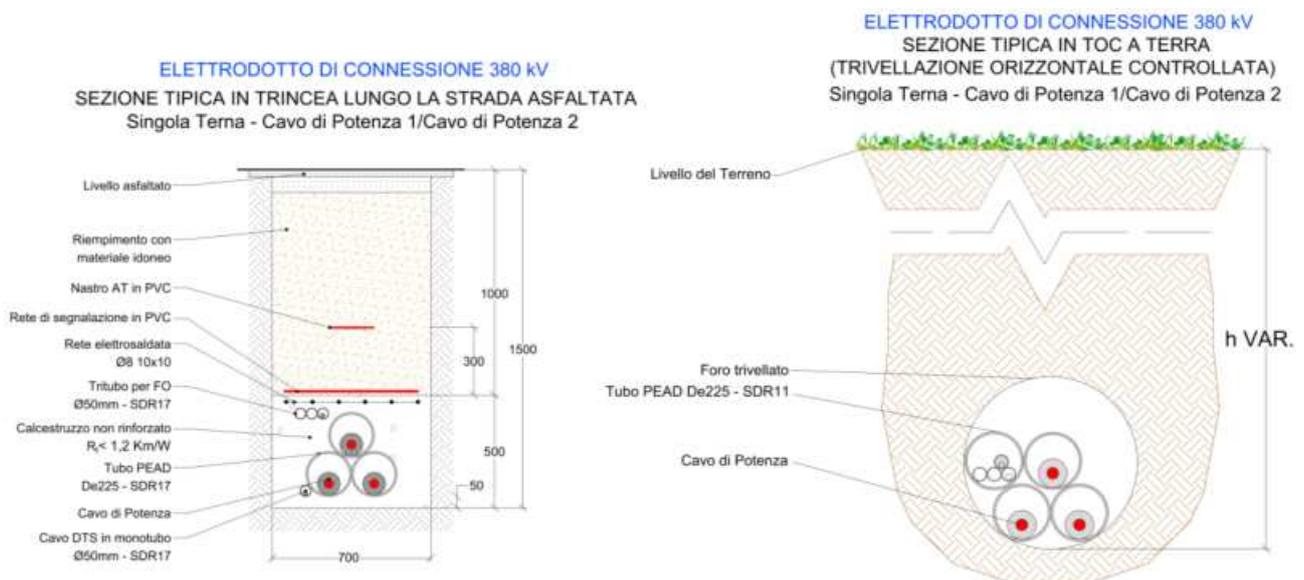
- l'ampiezza dell'area di lavoro disponibile,
- le condizioni del sottosuolo,
- l'eventuale presenza di altri sottoservizi,
- l'eventuale prossimità a fonti di calore.

Il progetto prevede sostanzialmente due tipologie di posa, in trincea o interrata in controtubo con metodologia TOC, opportunamente progettate in riferimento alle caratteristiche locali di posa (es. posa interrata su sede stradale, posa interrata su terreno, etc.). I tipici di posa più comuni e le caratteristiche dei sistemi di protezione sono indicati nelle successive figure.



Figura 7.93 – Tipico di posa elettrodotto terrestre in trincea e TOC con terne accoppiate.

Elaborazione iLStudio.





Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
111 di 1053

Figura 7.94 – Tipico di posa elettrodotto terrestre in trincea e TOC con terna singola.

Elaborazione iLStudio.

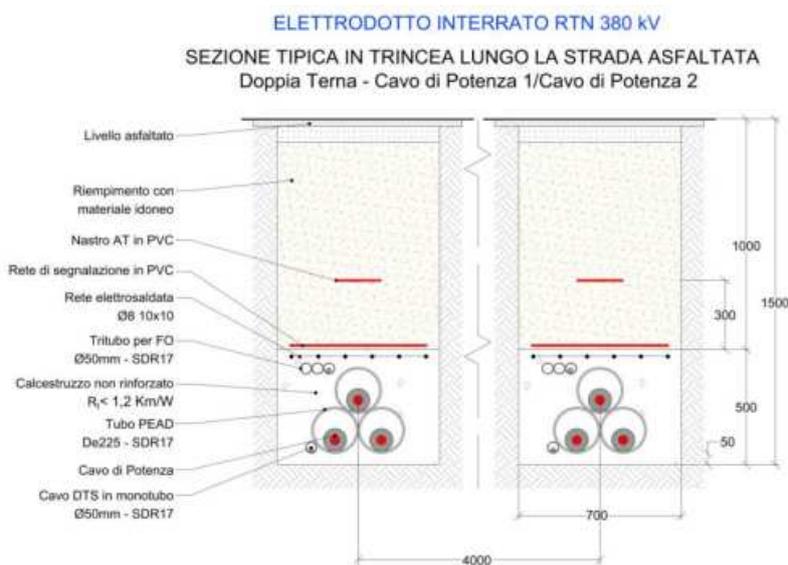


Figura 7.95 – Tipico di posa elettrodotto terrestre in trincea.

Elaborazione iLStudio.

7.2.19. Stazione di transizione cavo/aereo

La stazione elettrica di seguito descritta è necessaria esclusivamente per la configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo. Il nuovo elettrodotto in classe 380 kV in sostituzione della linea esistente a 220 kV “Sulcis-Villasor” sarà in parte interrato, nella tratta iniziale in partenza dalla SE Sulcis, fino al confine del comune di Iglesias in località Az. Solinas e la restante parte in aereo. Pertanto si rende necessario realizzare una stazione di transizione aereo-cavo (Figura 7.96) in corrispondenza del passaggio tra il tratto interrato e quello aereo.

Le due terne 380 kV interrate arrivano nella sottostazione di transizione/compensazione di potenza reattiva nel comune di Iglesias. La sottostazione ha la funzione di:

- compensare la componente di potenza reattiva prodotta dai cavi interratati;
- permettere il passaggio da elettrodotto interrato a elettrodotto aereo.

La sottostazione di transizione è costituita da:

- n.2 stallo linea 380 kV in cavo;
- n.1 portale linea 380 kV aerea;
- n.3 sezionatori 380 kV;
- n.1 reattore;
- n.2 scaricatore;
- n.3 Trasformatore amperometrico;
- n.1 Trasformatore volmetrico;
- n.1 interruttore.

Oltre alle apparecchiature elettromeccaniche saranno presenti nella sottostazione: un chiosco e un locale Shelter per i servizi ausiliari. La sottostazione occuperà un'area di circa 6810 m², l'accesso alla stazione di transizione è previsto per mezzo di un tratto di nuova viabilità da realizzare di lunghezza pari a circa 190m, collegato S.P. n.85 esistente.

Avvenuta la transizione da elettrodotto interrato a elettrodotto aereo, dal portale della sottostazione di



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
112 di 1053

transizione, parte la linea aerea a singola terna che terminerà nella nuova sottostazione di Villasor.



Figura 7.96 – Stazione di transizione cavo/aereo.

Elaborazione iLStudio.

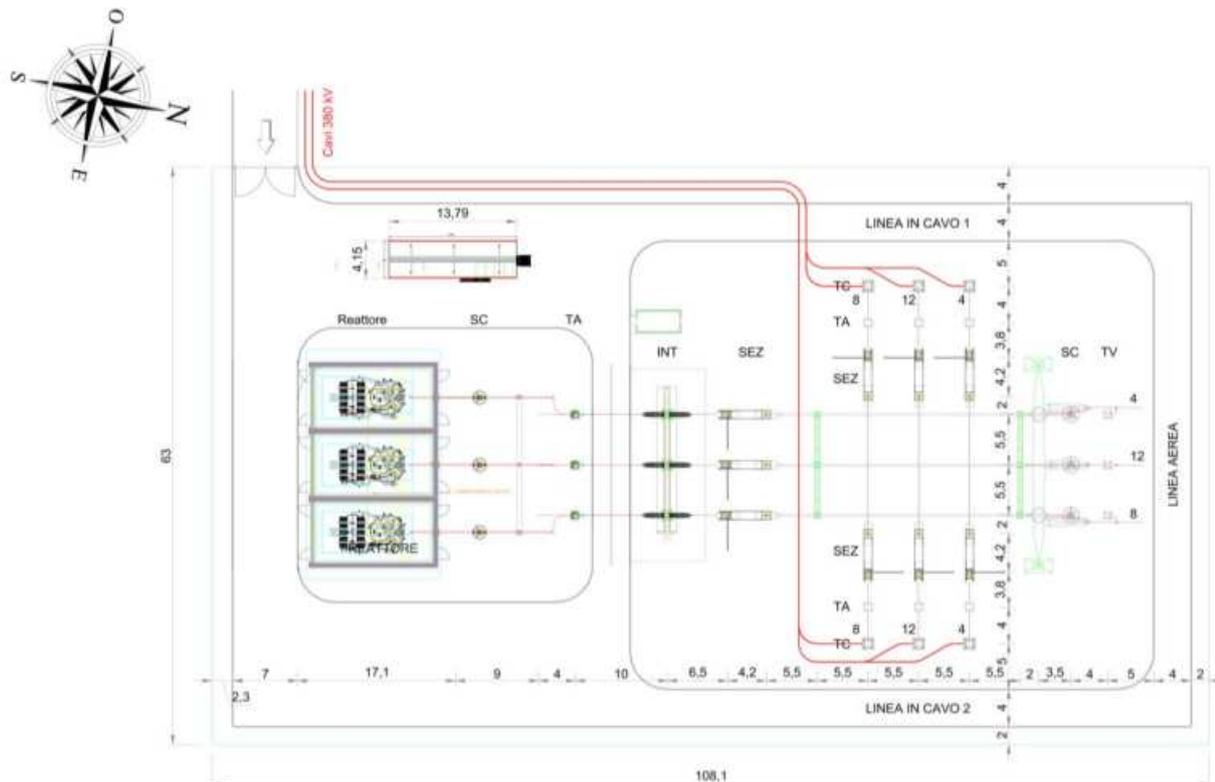


Figura 7.97 – Planimetria elettromeccanica della stazione di transizione cavo/aereo.

7.2.20. Caratteristiche generali delle linee elettriche aeree

Nelle linee elettriche aeree i fasci di conduttori sono sostenuti, tramite isolatori, da specifici sostegni verticali,



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
113 di 1053

che hanno la funzione di separare i conduttori sia gli uni dagli altri, sia dal terreno e da qualsiasi altro oggetto con cui possano interferire.

I conduttori attivi (percorsi da corrente), sono raggruppati a tre a tre, a costituire terne trifase. Oltre ai cavi attivi ve ne sono alcuni a potenziale nullo, solitamente in acciaio, detti funi di guardia cui si demanda la funzione di scaricamento delle sovratensioni atmosferiche.

I sostegni, che hanno la funzione di tenere i conduttori lontani dal suolo, possono avere caratteristiche tecniche variabili a seconda della conformazione del terreno e della tensione della rete. I sostegni di più comune uso per le linee ad alta tensione sono i pali a traliccio (o semplicemente tralicci). Si tratta di sistemi costituiti da elementi meccanici (profilati) che si sviluppano verticalmente come montanti, e da profilati di giunzione. I profilati sono generalmente di acciaio, appositamente trattato mediante zincatura a caldo o verniciatura per resistere alla corrosione.

Sia la forma che le dimensioni dei sostegni sono determinate dalla disposizione dei conduttori e dalle distanze di sicurezza calcolate tenendo in considerazione la tensione nominale, l'eventuale movimento dei conduttori e le possibili sovratensioni. Tra le varie forme di tralicci, le più comuni sono quelle a fusto piramidale o a fusto a Y (Figura 7.98).



Figura 7.98 – Esempi di pali a traliccio per linee in alta tensione.

Elaborazione iLStudio.

Gli isolatori (Figura 7.99) sono progettati al fine di evitare che i sostegni ed i conduttori vengano in reciproco contatto, permettendone il collegamento meccanico e contemporaneamente l'isolamento elettrico. Ne esistono in porcellana o in vetro, rigidi, utilizzati soprattutto per le linee a bassa o media tensione, o sospesi (detti anche a catena), impiegati per l'alta tensione. Tali isolatori sono costituiti da catene di elementi, mobili intorno al punto di attacco al sostegno, il cui numero aumenta in ragione della tensione della linea. Le principali caratteristiche richieste sono l'elevata resistività di massa e superficiale (al fine di limitare le correnti di dispersione), l'elevata rigidità dielettrica di massa e superficiale (in grado di inibire una scarica elettrica all'interno del materiale o originarne una che segua il profilo della superficie dell'isolatore) e l'elevata resistenza meccanica (per resistere alle sollecitazioni).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

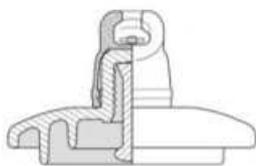


Figura 7.99 – Esempi di isolatori elettrici.

I sostegni estremali della linea elettrica sono detti “pali d’amarro” mentre quelli interni costituiscono i “pali di sostegno”. La distanza tra due tralicci successivi è definita “campata”. La sua ampiezza non è standardizzabile in relazione alla tipologia di linea elettrica ma dipende strettamente dalle condizioni pedologiche e morfologiche dell’areale interessato. Poiché i conduttori sono fissati in modo lasco ai sostegni, sotto l’azione del proprio peso assumono una configurazione a “catenaria”. A seconda della lunghezza di ogni campata l’abbassamento può essere anche di alcuni metri e di ciò va tenuto conto nel calcolo del “franco a terra” ovvero della minima distanza dei conduttori dal suolo consentita dalla normativa.

7.2.20.1. Aspetti costruttivi dei sostegni

In Figura 7.100 è riportata la struttura caratteristica di un sostegno a traliccio per linea aerea semplice terna 380 kV. Nell’ambito della presente proposta si prevede l’uso di sostegni tradizionali a traliccio del tipo a delta rovescio (anche denominati tralicci a fusto a Y). In riferimento al traliccio riportato in figura si riconoscono i seguenti elementi strutturali:

- la testa, composta a sua volta dalle mensole (2094) e un elemento comune (2096);
- il tronco, che per il sostegno più alto è composto dall’insieme di elementi indicati da 2097 a 2135;
- la base e i piedi, indicati dalla parte tratteggiata.

Le mensole del sostegno sono funzionali ad ancorare gli armamenti (cioè l’insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Un ulteriore componente del sostegno sono i cimini, atti a sorreggere le corde di guardia.

Le caratteristiche elettriche dell’elettrodotto sono descritte in Tabella 7.22.

Tabella 7.22 – Caratteristiche elettriche dell’elettrodotto ST.

ELETTRODOTTO SINGOLA TERNA	
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	380 kV
Corrente nominale	1500 A (per fase)

I sostegni utilizzati per l’elettrodotto hanno un’altezza tale da garantire il franco minimo prescritto dalle vigenti norme. L’altezza totale fuori terra dei tralicci è di norma inferiore a 61 m. Nei casi in cui si presenti l’esigenza tecnica di superare tale limite, si provvede, in conformità alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota, alla verniciatura del terzo superiore dei sostegni e all’installazione delle sfere di segnalazione sulle corde di guardia. I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

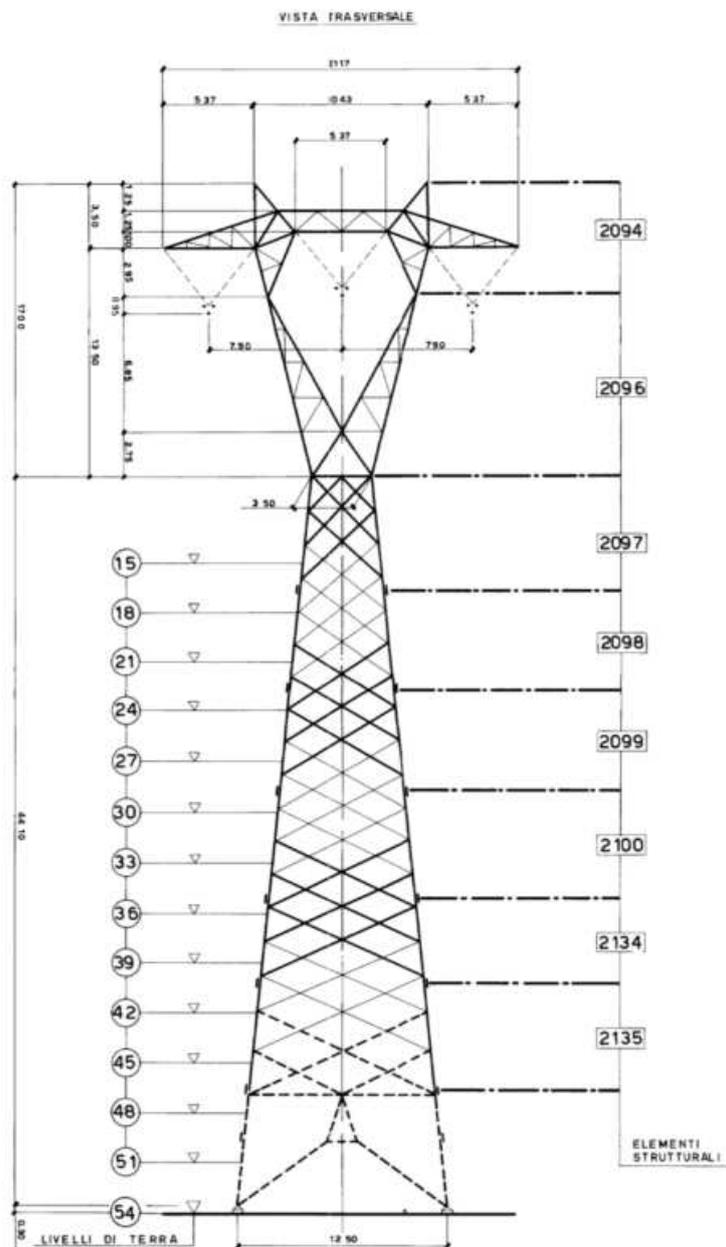


Figura 7.100 – Sostegno 380 kV semplice terna.

Fonte: Terna SpA.

7.2.20.2. Fondazioni

La scelta della tipologia di fondazione viene condotta in funzione dei seguenti parametri, secondo quanto indicato dalle norme vigenti:

- carichi trasmessi alla struttura di fondazione;
- modello geotecnico caratteristico dell'area sulla quale è prevista la messa in opera dei sostegni e dinamica geomorfologica al contorno.

Le tipologie di fondazioni adottate per i sostegni a traliccio, possono essere così raggruppate:

L'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel Progetto Unificato Terna mediante apposite tabelle di corrispondenza tra sostegni, monconi e fondazioni. In Tabella 7.23 si riportano le tipologie più significative.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

Tabella 7.23 – Tipologie di sostegno

Tipologia di sostegno	Fondazione	Tipologia fondazione
Traliccio	Superficiale	Tipo CR
		Tipo CS
		Tiranti in roccia
		Metalliche

In generale, ciascun sostegno a traliccio sarà dotato di quattro piedi separati e delle relative fondazioni, che consentiranno di trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo. Ciascun piede di fondazione sarà composto da tre parti:

- un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, poggiante sul fondo dello scavo, formato da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- un moncone annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del piede del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell'angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

Vengono inoltre realizzati dei piccoli scavi in prossimità di ciascun sostegno per la posa dei dispersori di terra, con successivo rinterro e costipamento.



Figura 7.101 – Fondazioni superficiali tipo CR e colonnino di raccordo con la base del sostegno.

Fonte: Terna SpA.

7.2.20.3. Armamenti

Per armamento (o equipaggiamento) si intende il complesso degli elementi di morsetteria che collegano le morse di sospensione o di amarro agli isolatori e questi ultimi al sostegno. La scelta degli equipaggiamenti viene effettuata, per ogni singolo sostegno, fra quelli disponibili nel progetto unificato, in funzione delle azioni (trasversale, verticale e longitudinale) determinate dal tiro dei conduttori e dalle caratteristiche di impiego del sostegno esaminato (campata media, dislivello a monte e a valle, ed angolo di deviazione). Un esempio di armamento per linee 380 kV è riportato in Figura 7.102.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

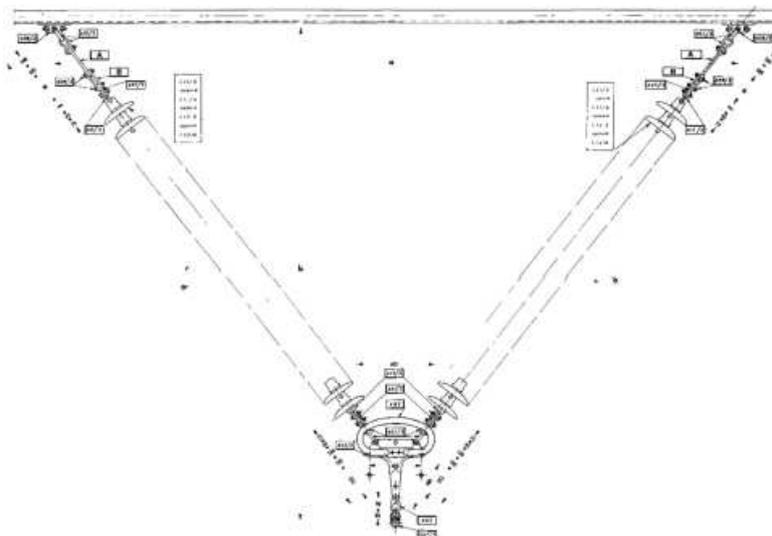


Figura 7.102 – Armamento a “V” doppio, conduttori in alluminio–acciaio \varnothing 31.5 trinati, linee 380 kV.

Fonte: Terna SpA.

7.2.20.4. Conduttori

Ciascuna fase elettrica è costituita da un fascio di 3 conduttori (trinato) collegati fra loro da distanziatori. Ogni conduttore è a sua volta costituito da una corda bimetallica in alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585.3 mm^2 con un diametro complessivo di 31.5 mm.

Nelle campate comprese tra il sostegno interno alla stazione elettrica (portale) e il primo sostegno dell'elettrodotto aereo (capolinea) ciascuna fase è invece costituita da un fascio di 2 conduttori collegati fra loro da distanziatori (fascio binato) in corda di alluminio di sezione complessiva di 999.7 mm^2 con un diametro complessivo di 41.1 mm.

I conduttori avranno un'altezza da terra (franco minimo) non inferiore a metri 11.50, arrotondamento per eccesso di quella minima prevista dall'art. 2.1.05 del DM 16/01/1991. L'elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con due corde di guardia destinate alla protezione dalle scariche atmosferiche e al miglioramento della messa a terra dei sostegni. Ciascuna corda di guardia sarà in acciaio zincato del diametro di 11.5 mm e sezione di 78.94 mm^2 .

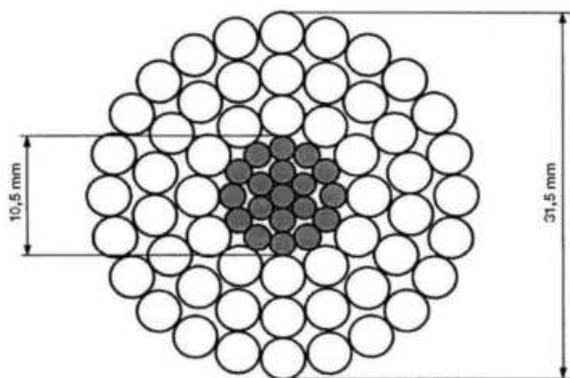


Figura 7.103 – Conduttore in corda alluminio–acciaio.

Fonte: Terna SpA.

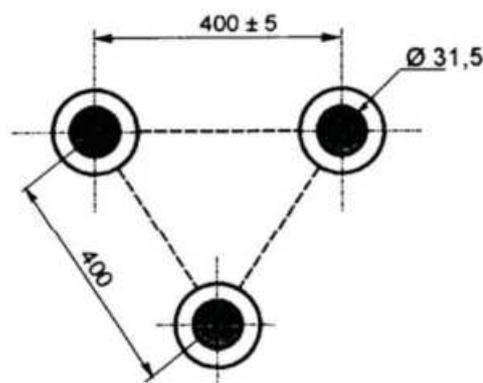


Figura 7.104 – Distanziatore conduttori trinati.

Fonte: Terna SpA.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

7.2.21. Stazione elettrica di smistamento Villasor 380

La Nuova SE RTN Villasor 380 (Figura 7.105) a 380 kV è ubicata nel Comune di Villasor, in provincia di SU, nelle vicinanze della esistente stazione elettrica RTN TERNA Villasor 220/150 kV, dalla quale dista circa 4 km a Sud-Ovest.

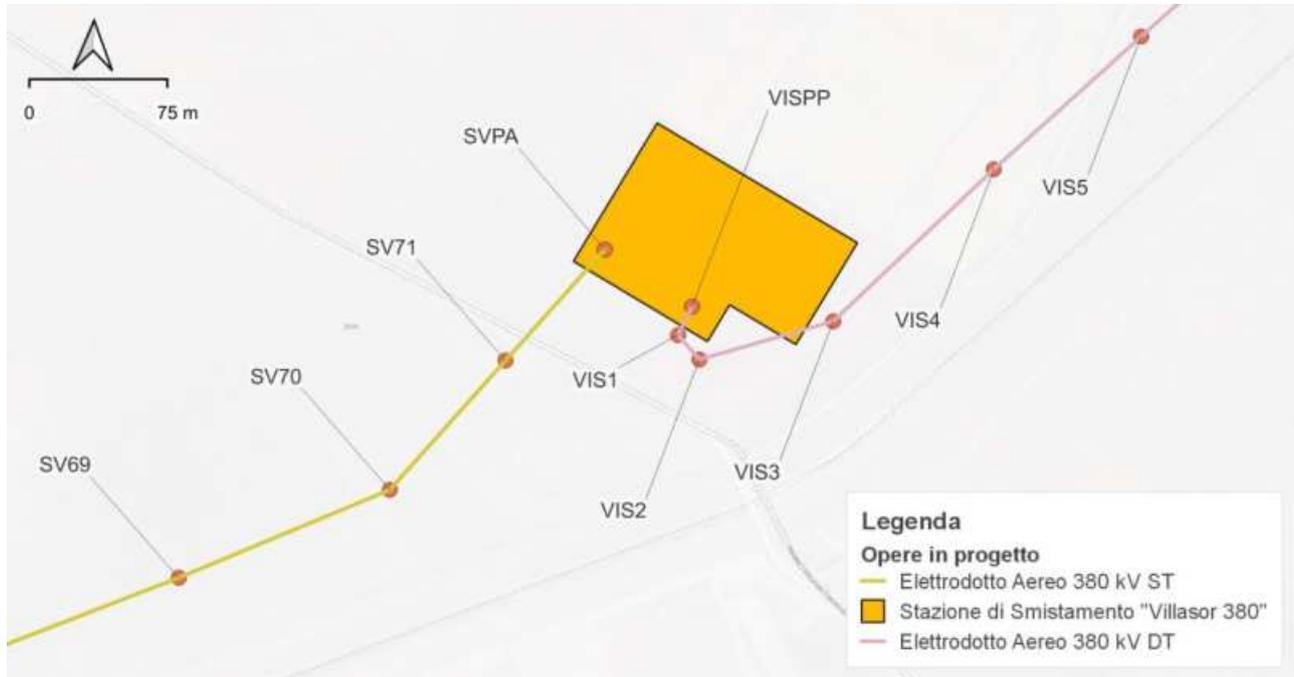


Figura 7.105 – Stazione elettrica di smistamento Villasor 380 (configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo).

Elaborazione iLStudio.

La nuova stazione elettrica a 380 kV un'area di circa 19500 m² e sarà costituita da un sistema a doppia sbarra isolato in aria con 6 stalli così composti:

- n.1 stallo arrivo linea da “Ittiri”;
- n.1 stallo arrivo linea da “Selargius”;
- n.1 stallo arrivo linea da “Sulcis”;
- n.1 stallo arrivo linea da “Rumianca”;
- n.2 stalli per il parallelo sbarre, comprensivo di TIP.

La nuova stazione RTN Villasor 380 si collegherà alla Rete secondo una tipologia di inserimento in entra-esci sulla esistente dorsale 380 kV “Ittiri-Selargius”. L’inserimento in entra-esci sarà realizzato mediante un nuovo elettrodotto di raccordo in doppia terna.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
119 di 1053

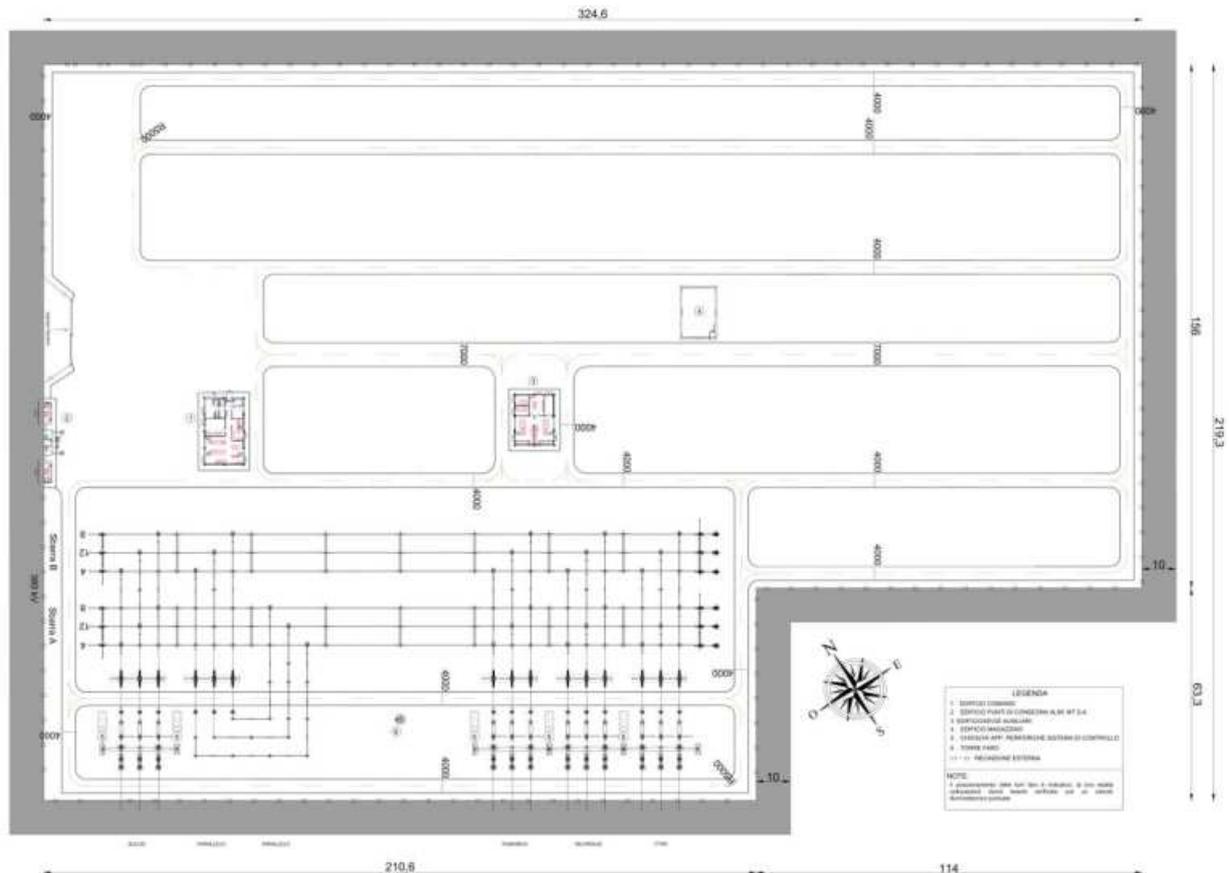


Figura 7.106 – Planimetria elettromeccanica della stazione elettrica RTN Villasor 380.

7.2.22. Elettrodotto aereo 380kV in doppia terna Villasor 380 – Ittiri Selargius

Il nuovo elettrodotto di raccordo in doppia terna consentirà la connessione alla esistente dorsale “Ittiri–Selargius” in corrispondenza della campata ubicata in località “Bruncu Ibbu”. La nuova connessione prevede l'utilizzo di 31 nuovi sostegni distribuiti sul territorio di tre comuni (Villasor, Serramanna e Nuraminis) su aree a prevalente uso agricolo.

Il tracciato delle opere si sviluppa secondo i territori dei comuni di Villasor, Serramanna e Nuraminis (Figura 7.85 e Figura 7.89).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

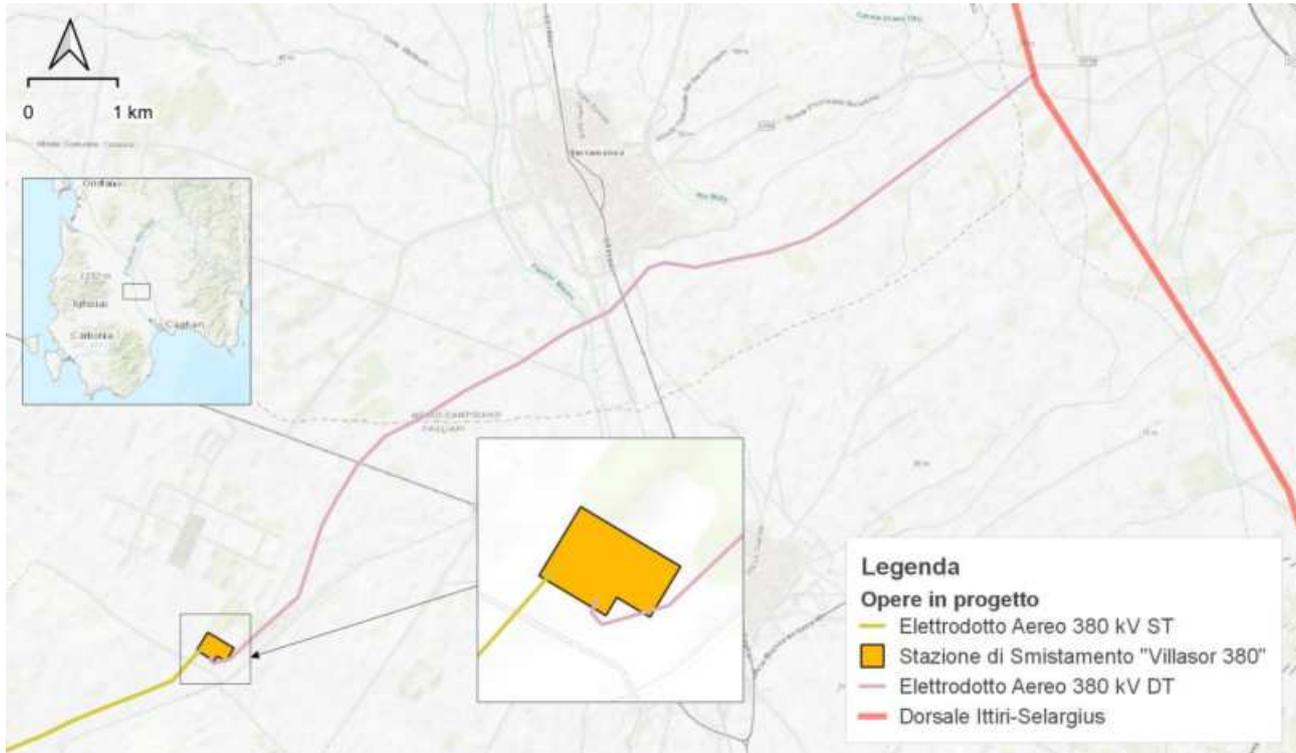


Figura 7.107 – Elettrodotto aereo 380 kV DT.

Elaborazione iLStudio.

7.2.22.1. Aspetti costruttivi dei sostegni

Il nuovo raccordo in doppia terna si differenzia dalla linea aerea “Sulcis–Villasor” per le caratteristiche dei sostegni. Il raccordo sarà infatti costituito da sostegni tradizionali a traliccio di tipo tronco piramidale per linea a doppia terna 380 kV (tralicci a fusto piramidale) il cui tipico costruttivo è mostrato in Figura 7.108. Si riconoscono i diversi elementi strutturali tra cui:

- la testa, composta a sua volta dalle mensole (2702), un elemento comune (2701) e un elemento ausiliario (2926);
- il tronco, che per il sostegno più alto è composto dall’insieme di elementi indicati da 2901 a 2920;
- la base e i piedi, indicati dalla parte tratteggiata.

I componenti e i materiali dei componenti, tra cui gli armamenti o i conduttori) sono scelti in accordo al progetto standard unificato.

Tabella 7.24 – Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto DT

ELETTRODOTTO DOPPIA TERNA	
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	380 kV
Corrente nominale	1500 A (per fase)



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

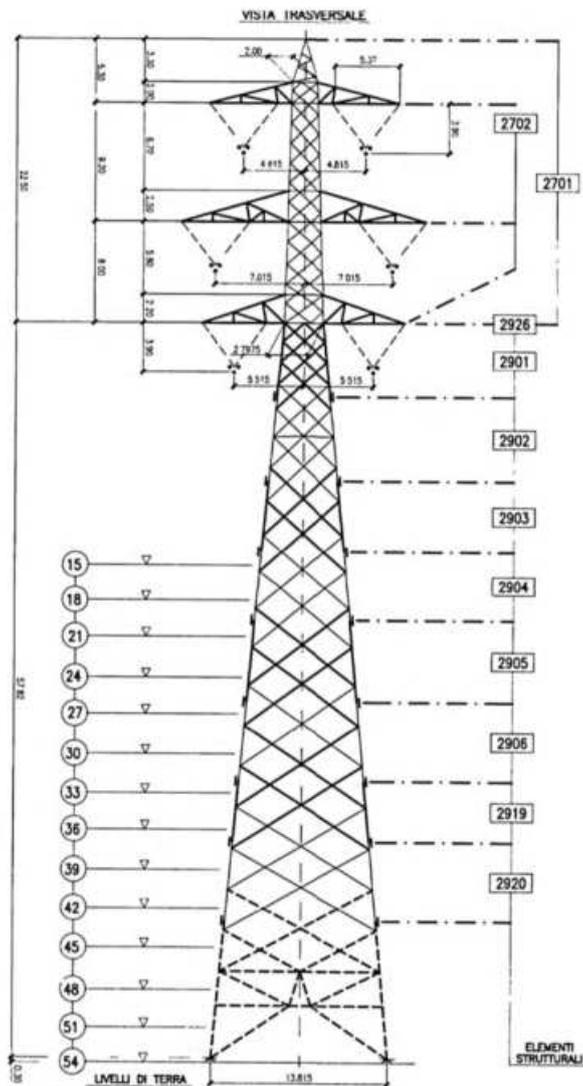


Figura 7.108 – Sostegno 380 kV a fusto piramidale doppia terna.

Fonte: Terna SpA.

7.2.22.2. Fondazioni

Le caratteristiche delle fondazioni sono analoghe a quelle indicate al paragrafo 7.2.20.2.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
122 di 1053

7.3. Fase di costruzione

Gli elementi descritti saranno installati nelle rispettive configurazioni marine (sezione offshore) e terrestri (sezione onshore) secondo le seguenti attività.

7.3.1. Parte a mare



Attività 1 - Assemblaggio delle piattaforme galleggianti sulle banchine portuali

L'assemblaggio delle strutture di fondazione galleggianti è effettuato in area portuale presso banchina idoneamente strumentata.



Attività 2 - Operazioni di sollevamento e installazione delle turbine eoliche sulle piattaforme galleggianti e allestimento della sottostazione elettrica FOS

Le turbine e la sottostazione elettrica FOS sono installate sulle relative fondazioni mediante gru. La geometria del Tetrasub consente l'agevole accosto della fondazione alla banchina riducendo le sollecitazioni sulle gru.



Attività 3 - Posa dei sistemi di ormeggio e ancoraggio per WTG e FOS

La prima fase di posa dei sistemi di ormeggio e dei relativi sistemi di ancoraggio al fondale marino è sostanzialmente identica per i sistemi turbina galleggiante e FOS eccetto per l'eventuale differente dimensione dei componenti. Ai fini della presente analisi si considera la condizione più gravosa ipotizzando l'installazione di sistemi di ancoraggio a pali infissi.



Attività 4 - Trasporto in posizione del WTG e della FOS e relative connessioni al sistema di ormeggio

La struttura di fondazione e la sovrastruttura (turbina o sottostazione elettrica FOS) sono assemblate direttamente in area portuale e trainate in regime di galleggiamento mediante un sistema di rimorchiatori. Una volta in posizione si procede al collegamento con le linee di ormeggio pre-posate, eventuale zavorramento fino al pescaggio desiderato e tensionamento delle linee di ormeggio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
123 di 1053

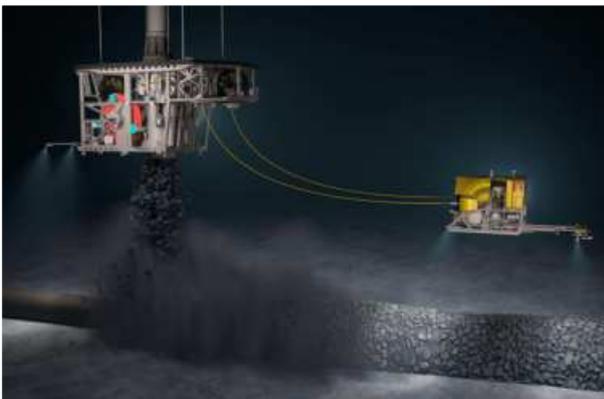


Attività 5 - Stesura dei cavi elettrici di esportazione e inter-array e loro protezioni

La posa del cavo di esportazione avviene mediante apposita imbarcazione posa cavo (MPSV/AHTS) che procede alla stesura muovendosi dalla costa verso la FOS. Successivamente, in relazione alla strategia di protezione del cavo, un mezzo dedicato procede all'applicazione di rocce/materassini o, mediante *trencher*, allo scavo, interrimento e ricopertura del cavo sempre muovendosi dalla costa verso il punto di allaccio alla FOS.



La posa dei cavi della rete inter-array viene effettuata, per ogni coppia di FOU, mediante apposita imbarcazione posa cavo (MPSV/AHTS) che procede alla stesura muovendosi da un generatore al successivo o verso la FOS. Previo collegamento elettrico su ciascuna FOU, con apposito mezzo di supporto, si procede quindi, in relazione alla strategia di protezione del cavo, all'eventuale applicazione di rocce/materassini o, mediante *trencher*, allo scavo, interrimento e ricopertura del cavo.



Attività 6 Messa in servizio del parco





Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

7.3.2. Parte a terra

Per la sezione onshore è prevista la costituzione temporanea di:

- un cantiere mobile per la posa degli elettrodotti interrati;
- un cantiere mobile per la posa degli elettrodotti aerei;
- un cantiere fisso per la realizzazione delle stazioni elettriche (di transizione, trasformazione e consegna Sulcis e smistamento Villasor 380).

Posa degli elettrodotti interrati

Le operazioni di posa degli elettrodotti terrestri interrati sono riassumibili nelle fasi riportate di seguito.



Fase 1 - Attività preliminari di cantiere

1. Rilievi geofisici con metodologia georadar per l'individuazione dei sottoservizi esistenti.
2. Tracciamento del percorso cavo e delle buche giunti.
3. Segregazione delle aree di lavoro con idonea recinzione.
4. Preparazione dell'area di lavoro con rimozione degli ostacoli superficiali.
5. Realizzazione delle piazzole di stoccaggio per il deposito delle bobine dei cavi.





Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
125 di 1053



Fase 2 - Apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea

6. Scarificazione dell'asfalto per mezzo di fresatrice a freddo.
7. Scavo della trincea mediante escavatore con benna o macchina scava-trincea.
8. Realizzazione della tubiera in calcestruzzo armato e tubazioni di HDPE.



Fase 3 - Posa dei cavi

1. Posizionamento dell'argano e della bobina contenente il cavo agli opposti estremi della tratta.
2. Posizionamento di rulli metallici nella trincea per consentire lo scorrimento del cavo senza strisciamenti.
3. Stendimento di una fune traente in acciaio così da connettere l'argano di tiro alla testa del cavo.
4. Stendimento del cavo mediante il recupero della fune traente tramite l'argano di tiro.



Fase 4 - Ricopertura della linea e ripristini

5. Compattazione del materiale di rinterro mediante piastra vibrante.
6. Formazione dello strato di base e del tappetino di usura mediante finitrice stradale.
7. Compattazione degli strati di asfalto per mezzo di rullo compattatore.





Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 126 di 1053

Ove previsto, il cavo sarà posato in controtubo, opportunamente installato mediante utilizzo della metodologia di trivellazione orizzontale controllata (TOC).

Costruzione degli elettrodotti aerei

La realizzazione degli elettrodotti aerei prevede l'esecuzione di fasi sequenziali di lavoro che permettono di contenere le operazioni in tratti limitati della linea, avanzando progressivamente nel territorio. Il cantiere viene organizzato per squadre specializzate nelle varie fasi di attività (scavo delle fondazioni, getto dei blocchi di fondazione, montaggio dei tralicci, posa e tesatura dei conduttori), che svolgeranno il loro lavoro nelle diverse aree di cantiere così definite:

Area centrale o Campo base: rappresenta l'area principale del cantiere, dove vengono gestite tutte le attività tecnico-amministrative, i servizi logistici del personale, i depositi per i materiali e le attrezzature, nonché il parcheggio dei veicoli e dei mezzi d'opera. Le aree centrali individuate rispondono generalmente alle seguenti caratteristiche:

- destinazione preferenziale d'uso industriale o artigianale o, in assenza di tali aree in un intorno di qualche chilometro dal tracciato dell'elettrodotto, aree agricole;
- aree localizzate lungo la viabilità principale e prossime all'asse del tracciato;
- morfologia del terreno pianeggiante, in alternativa sub-pianeggiante;
- assenza di vincoli ambientali, dove possibile;
- lontananza da possibili recettori sensibili quali abitazioni, scuole ecc.

Aree di intervento: sono i luoghi ove vengono realizzati i lavori veri e propri afferenti all'elettrodotto (opere di fondazione, montaggio, tesatura, smontaggi e demolizioni) nonché i lavori complementari; sono ubicati in corrispondenza del tracciato dell'elettrodotto stesso e si suddividono in:

- **Area sostegno o micro cantiere:** è l'area di lavoro che interessa direttamente il sostegno (traliccio/palo dell'elettrodotto) o attività su di esso svolte. Si tratta di cantieri destinati alle operazioni di scavo, getto in cemento armato delle fondazioni, rinterro ed infine all'assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno. I microcantieri sono di dimensione media di norma pari a circa 900 m² per sostegni 380 kV.
- **Area di linea:** è l'area interessata dalle attività di tesatura, di recupero dei conduttori esistenti, ed attività complementari quali, ad esempio: la realizzazione di opere temporanee a protezione delle interferenze, la realizzazione delle vie di accesso alle diverse aree di lavoro, il taglio della vegetazione esistente, ecc.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
127 di 1053



Area di cantiere – Area centrale o campo base

- Carico / scarico materiali e attrezzature;
- Movimentazione materiali e attrezzature;
- Formazione colli e premontaggio di attrezzature ed eventuali parti strutturali



Area di cantiere – Area sostegno

- Attività preliminari: tracciamenti, recinzioni, spianamento, pulizia;
- Movimento terra, scavo di fondazione;
- Montaggio tronco base del sostegno;
- Casseratura e armatura fondazione;
- Getto calcestruzzo di fondazione;
- Disarmo;
- Rinterro scavi, posa impianto di messa a terra;
- Montaggio a piè d'opera del sostegno;
- Montaggio in opera sostegno;
- Movimentazione conduttori.





Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
128 di 1053



Area di cantiere – Area linea

- Stendimento conduttori / Recupero conduttori esistenti;
- Lavori in genere afferenti alla tesatura: ormeggi, giunzioni, movimentazione conduttori varie;
- Realizzazione opere provvisorie di protezione e loro ripiegamento;
- Sistemazione/spianamento aree di lavoro/realizzazione vie di accesso.



Costruzione delle stazioni elettriche

La costruzione di una stazione elettrica riveste aspetti particolari, legati alla tipologia delle opere civili da realizzare e delle apparecchiature tecniche da posizionare; il suo sviluppo impone per questo motivo spostamenti circoscritti delle risorse e dei mezzi meccanici utilizzati all'interno di una determinata area di cantiere, confinata all'interno di quella su cui sorgerà la stazione stessa.

Per la realizzazione di ogni stazione verrà allestita un'area di cantiere adiacente alle aree di lavoro. Ciascuna area, opportunamente recintata e ricavata spianando e apportando materiale arido dello spessore minimo di 20 cm compattato, avrà dimensioni orientative 40x30 m.

Tale area risponde sia alle esigenze operative, (il più vicino possibile all'area di lavoro) sia alle esigenze preparatorie del terreno (il più possibile pianeggiante). L'allestimento di detta area non richiederà la predisposizione di opere definitive, al fine di garantire la completa rimozione delle infrastrutture a fine lavori. Sono inoltre previste le seguenti aree di deposito materiali:

- deposito ferri di armatura (se non lasciati direttamente a piè d'opera sulle piazzole);
- deposito inerti;
- ricovero macchinari;
- deposito materiali vari.

I lavori si divideranno in 6 fasi:

- cantierizzazione e sistemazione del sito;
- scavi, realizzazione delle fondazioni e della viabilità d'accesso;
- realizzazione delle fondazioni e inizio dei montaggi elettromeccanici;
- montaggio degli edifici, realizzazione della viabilità interna e montaggi elettromeccanici;
- completamento dei montaggi elettromeccanici, montaggio dei trasformatori, installazioni sostegni e collaudi;
- completamento collaudi e messa in esercizio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
129 di 1053

7.4. Fase di esercizio

Nella sua configurazione di esercizio, il progetto si presenterà come un parco eolico costituito da 42 turbine e 2 sottostazioni FOS collocate nel mare di Sardegna sud-occidentale ad oltre 35km dalle coste.

L'esercizio del parco determinerà una produzione di energia netta fino a 1647 GWh/anno corrispondenti al fabbisogno di oltre 600 mila famiglie.

La stabilità delle strutture eoliche in acque profonde sarà garantita dal sistema di fondazioni costituite da una struttura semi-sommersa galleggiante e da sistemi di ormeggio ad elementi tesi accoppiati ad un sistema di ancoraggio costituito da pali in acciaio. Le linee di ormeggio, connesse ai vertici della fondazione, consentiranno alla struttura di conservare la propria posizione in fase operativa al fine di garantire il buon funzionamento dei componenti e la massima sicurezza operativa.

Le singole turbine produrranno energia elettrica in corrente alternata alla tensione di 66 kV AC che, tramite cavi inter-array, sarà convogliata verso le sottostazioni offshore (FOS) che ne aumenteranno la tensione fino al valore di trasporto 220 kV minimizzando le perdite elettriche. L'energia prodotta sarà quindi consegnata ed immessa in rete presso la nuova stazione di trasformazione, misura e consegna che verrà realizzata nelle vicinanze della esistente stazione elettrica RTN TERNA Sulcis sita nel comune di Portoscuso. Prima della consegna un'ulteriore elevazione di tensione da 220 a 380 kV preparerà il definitivo trasporto dell'energia verso la nuova infrastruttura di rete costituita da una nuova sezione 380 kV interna all'esistente stazione RTN TERNA Sulcis. Un nuovo elettrodotto 380 kV trasporterà l'energia prodotta verso la costruenda stazione di smistamento Villasor 380 e, infine, un nuovo elettrodotto di raccordo doppia terna 380kV collegherà quest'ultima alla esistente dorsale regionale Ittiri-Selargius.

7.4.1. Manutenzione delle componenti del BoP (Balance of Plant)

L'O&M delle componenti elettriche (BoP⁶) dell'impianto riguarderanno:

- i componenti e sensori delle turbine eoliche;
- i componenti elettrici presenti sulla fondazione (sensori, gru, illuminazione);
- le componenti della sottostazione offshore;
- i cavi marini di inter-array;
- il cavo marino di esportazione;
- il punto di giunzione cavidotto marino – cavidotto terrestre;
- l'elettrodotto terrestre interrato;
- la cabina di trasformazione, misura e consegna;
- le linee aeree;
- le stazioni elettriche.

Manutenzione della sezione offshore

Le unità galleggianti, le linee di ormeggio e gli ancoraggi nonché i cavi elettrici marini, saranno soggetti a controllo telemetrico, ispezioni in situ (es. tramite ROUV) e operazioni di manutenzione ordinaria per garantirne l'integrità strutturale e le buone condizioni di funzionamento per l'intera vita utile prevista.

La logistica leggera per le operazioni di manutenzione ordinaria/straordinaria, quali ad esempio il trasferimento del personale, sarà eseguita mediante imbarcazioni di trasferimento personale (CTV, Crew Transfer Vessel)

⁶ Il Balance of Plant (BoP) si riferisce ai vari componenti di supporto e ausiliari di un sistema necessari per la produzione di energia. I sistemi BoP, composti in generale da dispositivi elettrici e meccanici, forniscono il supporto necessario per mantenere l'impianto in funzione in modo stabile ed efficiente, tra questi ad esempio, gli inverter, i trasformatori, i quadri elettrici, gli interruttori automatici, le turbine, i generatori di energia, ecc.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
130 di 1053

dalla base portuale di Portoscuso. La distanza dalla base al sito offshore è di circa 47–57 km, a seconda della posizione dell'unità galleggiante di riferimento. Il tempo di viaggio, ipotizzando un limite di velocità di 5 nodi in corrispondenza del canale dell'isola e di 25 nodi altrove, è compreso tra 90 e 105 minuti. Due CTV faranno stabilmente base a Portoscuso per consentire l'esecuzione delle attività quotidiane.

La manutenzione correttiva pesante, relativa ad esempio alla sostituzione dei componenti principali della turbina eolica, la sostituzione di una linea di ormeggio o la riparazione dei cavi marini richiederà l'implementazione di una specifica logistica marittima. In tal senso, uno dei vantaggi della tecnologia di fondazione galleggiante è quello di consentire il rientro della turbina eolica in avaria sulla terraferma per l'esecuzione semplificata delle operazioni senza la necessità di mobilitare mezzi navali specializzati per operazioni di riparazione in mare (*offsite maintenance*).

Manutenzione della sezione onshore

Il tipo e le attività manutentive da svolgere durante la fase di esercizio delle opere a terra riguarderanno prevalentemente interventi di carattere ordinario e/o straordinario. In generale, per le stazioni elettriche si effettueranno attività di ispezione visiva e strumentale compresi i campionamenti d'olio, i test di tenuta, la verifica di eventuali caratteristiche ausiliarie delle apparecchiature ad alta tensione e controlli termografici.

Per gli elettrodotti interrati si prevedono ispezioni periodiche lungo il percorso eseguite con appositi mezzi. Le attività di manutenzione degli elettrodotti aerei saranno invece focalizzate su armamenti, sui conduttori e/o le funi di guardia e le carpenterie. Gli interventi in quota richiederanno particolare attenzione alla sicurezza, in modo da prevenire i rischi specifici connessi. In assenza di indicazioni specifiche, la manutenzione periodica riguarderà principalmente:

- il ripristino della protezione superficiale degli elementi strutturali zincati;
- il ripristino della protezione superficiale delle opere di completamento;
- il ripristino del serraggio delle giunzioni bullonate;
- la sostituzione di eventuali bulloni o altri fissaggi (la cui integrità risultasse compromessa dalla corrosione o da eventi accidentali);
- quanto necessario a garantire la sicurezza degli impianti, del personale operante sugli stessi e dei terzi in genere.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
131 di 1053

7.5. Fase di dismissione

La sequenza delle operazioni di smantellamento delle varie infrastrutture dipenderà dai metodi e dalle tecniche di installazione utilizzate e vi saranno alcune similitudini, con una sequenza invertita, con le operazioni di installazione. La dismissione delle opere al termine della vita utile sarà finalizzata al completo ripristino delle aree interessate dal progetto.

7.5.1. Parte a mare

Gli interventi di dismissione delle opere in mare prevederanno:

- Operazioni in mare:
 - ispezioni infrastrutturali (es. cavi tra le turbine, elettrodotto marino e linee di ormeggio);
 - disconnessione dei cavi inter-array e del cavo di esportazione;
 - recupero dei cavi (eventuale);
 - disconnessione delle linee di ormeggio e loro recupero;
 - rimorchio delle FOU (Floating Offshore Unit, unità galleggianti) in porto.
- Operazioni a terra e portuali:
 - smontaggio della FOU ormeggiata lungo un molo;
 - scarico e deposito a terra dei componenti;
 - stoccaggio della piattaforma galleggiante per lo smantellamento;
 - smantellamento parziale;
 - se applicabile: riuso della piattaforma galleggiante e delle strutture della turbina e/o della FOS.

Il caso standard prende in considerazione lo smantellamento dell'impianto, con il riciclo e lo smaltimento dei rifiuti. Tuttavia, possono essere previste diverse soluzioni alternative:

- riutilizzo parziale o completo delle piattaforme galleggianti e delle linee di ancoraggio previa ispezione ed eventuale riqualifica;
- trasporto delle piattaforme galleggianti, previa verifica dei materiali per garantire l'assenza di pericolo per l'ambiente, in altro luogo per formare una barriera artificiale o per qualsiasi altro uso in mare con recupero dei materiali per altre strutture.

I diversi materiali da costruzione, se non riutilizzati, verranno quindi separati e compattati al fine di ridurre i volumi e consentire un più facile trasporto ai centri di recupero.

Sarà stabilito un trattamento specifico a seconda della natura dei materiali:

- le linee di ancoraggio, i loro accessori e la maggior parte delle attrezzature della piattaforma galleggiante, composte principalmente da acciaio e materiali compositi, saranno riciclati dall'industria dell'acciaio e da aziende specializzate;
- la biomassa accumulata durante il ciclo di vita del parco sarà trattata come residuo di processo. Questi residui saranno quindi smaltiti;
- le componenti elettriche, se non possono essere riutilizzate, saranno smantellate e riciclate. Particolare attenzione sarà dedicata allo smantellamento delle apparecchiature che utilizzano lubrificanti e olio per prevenire sversamenti accidentali. Eventuali residui di olio o lubrificante saranno rimossi secondo le procedure appropriate;
- i cavi dinamici tra le turbine e il cavo della condotta marittima sono costituiti da metalli (rame e alluminio) e la parte isolante (principalmente XLPE) può rappresentare più del 70-80% del peso. I cavi saranno trasportati all'unità di pretrattamento per la macinazione, la separazione elettrostatica e quindi la valorizzazione dei sottoprodotti come materia prima secondaria (rame, alluminio e plastica).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
132 di 1053

7.5.2. Parte a terra

I lavori di dismissione delle componenti a terra riguarderanno:

- lo smantellamento della esistente linea 220kV Sulcis-Villasor al termine delle operazioni di costruzione, connessione alla rete e collaudo della nuova linea 380kV;
- lo smantellamento delle opere dell'impianto d'utenza.

Per le attività di smantellamento degli elettrodotti aerei 220kV si procederà come di seguito:

- recupero dei conduttori, delle funi di guardia e degli armamenti;
- smontaggio della carpenteria metallica dei sostegni;
- demolizione delle fondazioni dei sostegni;
- risarcimento dei danni procurati sia ai fondi interessati dai lavori che ai fondi utilizzati per l'accesso ai sostegni per lo svolgimento dell'attività di smontaggio.

Nelle varie fasi si provvederà sempre all'evacuazione dei materiali di risulta lasciando le aree utilizzate sgombre e ben sistemate così da evitare danni a cose e persone.

Per la dismissione delle stazioni elettriche di utenza si procederà:

- all'isolamento elettrico dalla rete;
- allo smontaggio delle componenti elettriche con la rimozione dei quadri e degli impianti ausiliari;
- la demolizione delle strutture;
- al risarcimento dei danni procurati ai fondi eventualmente utilizzati per lo svolgimento delle attività di smontaggio.

Gli elementi risultanti dalle operazioni di smantellamento/demolizione saranno raccolti in modo ordinato al fine di consentire una corretta gestione delle operazioni di trasporto e trattamento/smaltimento dei rifiuti. Il proponente si impegna a seguire i principi della gerarchia dei rifiuti e dell'economia circolare in accordo anche alla legislazione vigente durante le attività.

La scelta degli impianti di riciclaggio e smaltimento sarà effettuata per assicurare la minimizzazione dei trasporti. Gli impianti selezionati saranno indicati nell'apposito Piano di Dismissione e Smantellamento.

Le macchine operatrici saranno selezionate sulla base delle migliori tecnologie disponibili al momento dei lavori secondo i principi di:

- minimizzazione dei consumi di carburante;
- utilizzo di carburante con il minimo impatto ambientale;
- pieno rispetto dei limiti dello spettro del rumore aereo;
- miglior sicurezza di impiego.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
133 di 1053

7.6. Aspetti relativi alla sicurezza della navigazione

La presenza del parco eolico su uno specchio acqueo normalmente navigabile impone la necessità di tener conto delle possibili interazioni tra le strutture galleggianti ed il naviglio mercantile e non che solca le acque sud-occidentali della Sardegna. Con tal proposito, nella presente sezione si dà spazio alle valutazioni eseguite sull'entità dei rischi per la sicurezza delle attività di navigazione e sulle misure previste per garantire un adeguato standard di sicurezza.

Prima di procedere alle valutazioni effettuate dal proponente, si ricorda comunque che la Capitaneria di Porto di Cagliari, con Nota n° prot. 0038518 del 11/09/2020, ha già espresso parere positivo per l'alternativa presentata in fase di progetto preliminare e sottoposta in procedura di Scoping, affermando che *"4. Sotto il profilo di sicurezza della navigazione marittima, non sono emerse, allo stato attuale, particolari criticità, in quanto la zona di posizionamento del parco, non parrebbe interessare rotte obbligate, pur essendo interessata dal transito di navi mercantili e da pesca [...]".*

7.6.1. Fase di costruzione

In fase di costruzione l'aspetto della sicurezza sarà gestito con gli enti preposti che provvederanno a fornire informazioni mirate ai vari utenti ("Avviso ai naviganti") con l'obiettivo di garantire un aggiornamento costante sulla posizione delle imbarcazioni occupate nei lavori di installazione, e dunque sulle zone temporaneamente interdette alla navigazione. In aggiunta si precisa che eventuali ulteriori ostacoli saranno opportunamente segnalati in accordo con le prescrizioni emesse dal Comando Zona Fari della Marina Militare e secondo le raccomandazioni riportate dall'Associazione Internazionale delle Autorità per i Fari (*International Association of Lighthouse Authorities – IALA*).

7.6.2. Fase di esercizio

Considerata la vita utile operativa dell'impianto pari a 25 anni, prevedendo comunque l'ottemperanza del progetto alle disposizioni in materia di segnalamento marittimo (IALA), è stato ritenuto necessario quantificare il rischio relativo ad eventi di impatto tra le imbarcazioni e le strutture del parco eolico.

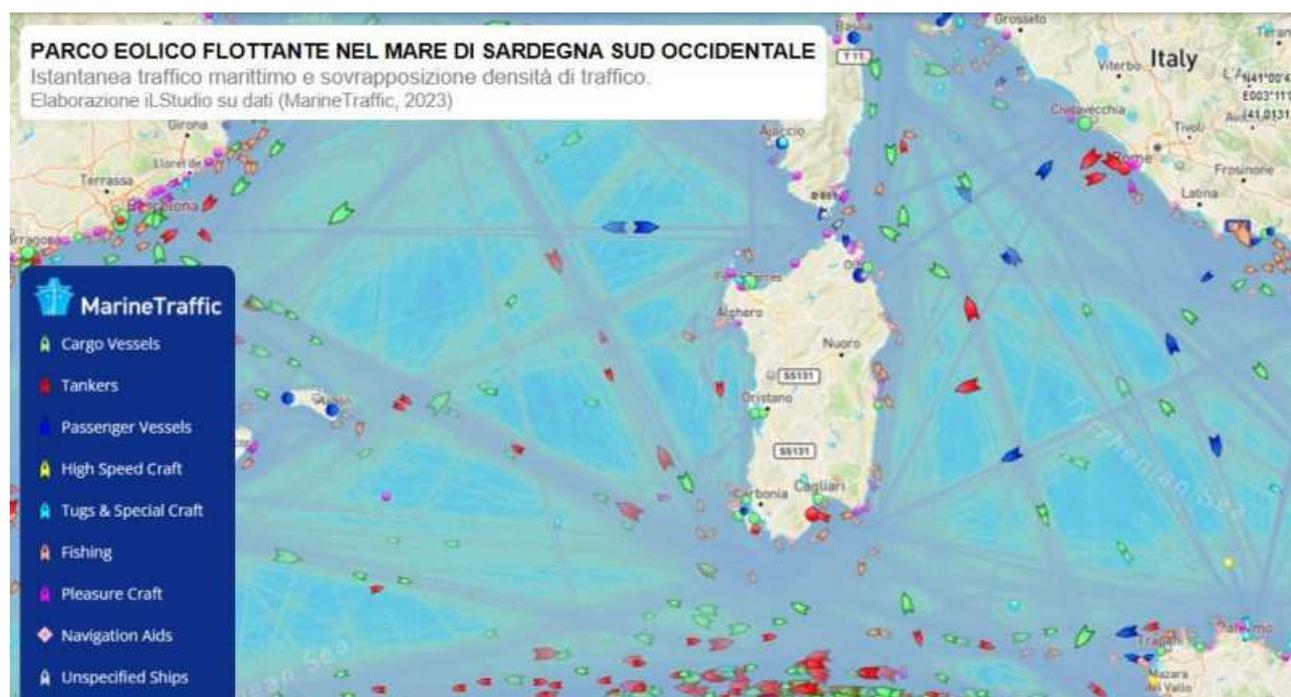


Figura 7.109 – Istantanea del traffico marittimo nel mare della Sardegna sud-occidentale.

Fonte: Marine traffic.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
134 di 1053

Ciò è stato possibile mediante il calcolo della frequenza di accadimento di eventi di impatto all'interno di un'area sufficientemente vasta e considerando lo scenario di base relativo al traffico marittimo esistente. Le valutazioni sono state supportate da apposito modello di calcolo proposto dalla società di consulenza internazionale SSPA Sweden AB (SSPA Sweden AB, 2008), operante in tutto il mondo nei principali settori dell'ingegneria marittima. Per la stima delle frequenze di impatto il modello tiene conto di due modalità di collisione distinte:

- collisione per deriva (in inglese, *drifting collision mode*) in cui la causa prima dell'evento incidentale è l'avaria dei sistemi di propulsione con conseguente deriva della nave nella direzione di massima spinta, sotto le azioni tidali e del vento ;
- collisione per perdita della rotta (in inglese, *powered collision mode*), in cui l'incidente può invece manifestarsi in conseguenza di una deviazione dell'imbarcazione dalla rotta nominale che, se collidente con l'ostacolo, determina l'impatto della nave sotto l'azione del sistema di propulsione.

L'indagine è stata effettuata, cautelativamente, considerando un dominio quadrato, centrato sul parco eolico, di lato pari a 160km. Il tracciamento delle rotte esistenti nell'area di indagine è stato effettuato analizzando le mappe di densità elaborate, a partire dalle statistiche della rete AIS (Automatic Identification System), dal servizio European Marine Observation and Data Network (EMODnet, 2022).

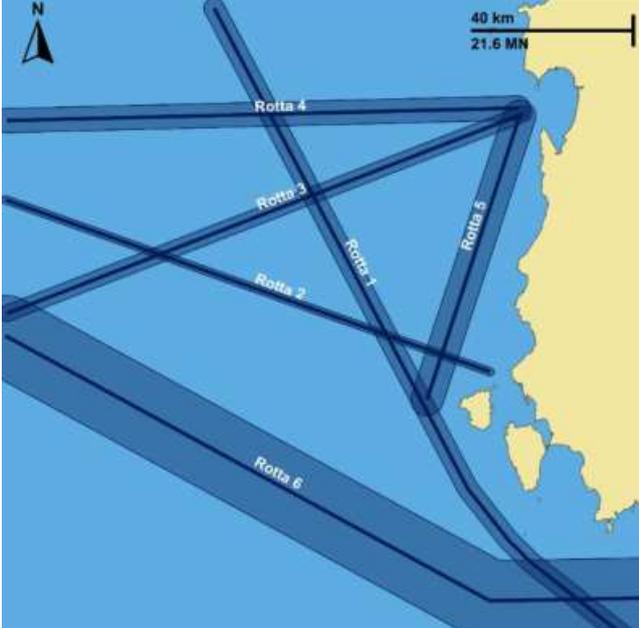
L'analisi delle mappe di densità del traffico marittimo nel mare della Sardegna sud-occidentale relative all'anno solare 2019 poiché ritenuto più conservativo, ha permesso l'identificazione delle rotte a maggior densità ed ha evidenziato che le imbarcazioni coinvolte sulle rotte potenzialmente critiche sono riconducibili alle seguenti categorie:

- navi cargo per il trasporto merci,
- navi tanker per il trasporto di combustibili in forma liquida o gassosa,
- navi passenger per il trasporto persone.

Nelle tabelle a seguire, per le suddette tipologie di navi, si riporta la caratterizzazione del traffico marittimo esistente nell'area di indagine in termini lunghezze e ampiezze delle rotte tracciate, ovvero del numero di navi che solcano le stesse.

Tabella 7.25 – Rotte esistenti per navi CARGO.

Elaborazione iLStudio.

NAVI CARGO	Rotta	Frequenza navi [navi/anno]	Lunghezza [km]	Ampiezza [km]
	1	446	190	5
	2	178	127	2
	3	129	137	4
	4	149	126	6
	5	341	74	8
	6	1303	174	20



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
135 di 1053

Tabella 7.26 – Rotte esistenti per navi TANKER.

Elaborazione iLStudio.

NAVI TANKER	Rotta	Frequenza navi [navi/anno]	Lunghezza [km]	Ampiezza [km]
	1	80	106	4
	2	46	73	3
	3	831	129	20
	4	838	170	22

Tabella 7.27 – Rotte esistenti per navi PASSENGER.

Elaborazione iLStudio.

NAVI PASSENGER	Rotta	Frequenza navi [navi/anno]	Lunghezza [km]	Ampiezza [km]
	1	91	184	4
	2	88	177	8
	3	11	143	2
	4	20	113	2
	5	34	156	3
	6	39	157	3

Caratterizzato lo stato esistente del traffico marittimo è stato possibile prevedere eventuali spostamenti di rotte che attraversano l'area individuata per la realizzazione del parco eolico. Infine è stato eseguito il calcolo delle frequenze di impatto cumulate sulle tipologie di imbarcazioni e sulle modalità di collisione. Di seguito si riportano, in forma tabellare e grafica, i risultati.



Tabella 7.28 – Frequenze di impatto tra le imbarcazioni ed il parco eolico.

Elaborazione iLStudio.

Tipologia di imbarcazione	Rotta	Collisione per deriva [impatti/anno]	Collisione per errata rotta [impatti/anno]	Frequenza cumulata [impatti/anno]
CARGO	1	1.42E-04	2.08E-05	1.62E-04
	2	3.29E-05	1.01E-06	3.39E-05
	3	1.25E-05	6.16E-13	1.25E-05
	4	3.30E-06	2.61E-21	3.30E-06
	5	3.00E-05	1.08E-11	3.00E-05
	6	1.02E-04	1.90E-11	1.02E-04
TANKER	1	1.27E-05	2.89E-10	1.27E-05
	2	3.25E-06	9.09E-12	3.25E-06
	3	2.26E-04	8.93E-05	3.15E-04
	4	5.03E-05	3.51E-12	5.03E-05
PASSENGER	1	3.94E-05	2.02E-07	3.96E-05
	2	3.95E-05	2.39E-06	4.19E-05
	3	8.91E-07	6.15E-20	8.91E-07
	4	4.41E-07	2.50E-25	4.41E-07
	5	2.64E-06	1.39E-24	2.64E-06
	6	2.35E-06	9.34E-28	2.35E-06
Totale [impatti/anno]		6.99E-04	1.14E-04	8.12E-04
Periodo tra 2 impatti consecutivi [anni]		1431	8795	1231

Il maggior contributo è associato alla modalità di collisione per errata rotta con una frequenza annuale, cumulata sulle diverse tipologie di imbarcazioni, pari a 6.99E-04 impatti/anno, cui corrisponde un periodo stimato tra due incidenti successivi pari 1431 anni. Invece, alla modalità di impatto per deriva è associata una frequenza pari a 1.14E-04 impatti/anno cui corrisponde un periodo di ritorno di 8795 anni. Per categoria di imbarcazione, guardando ai risultati aggregati rispetto alla modalità di impatto, si ottengono periodi di impatto pari a 2911, 2625 e 11382 anni rispettivamente per le tipologie di nave CARGO, TANKER e PASSENGER.

Frequenza (periodo) impatti | Valori per classe di imbarcazione

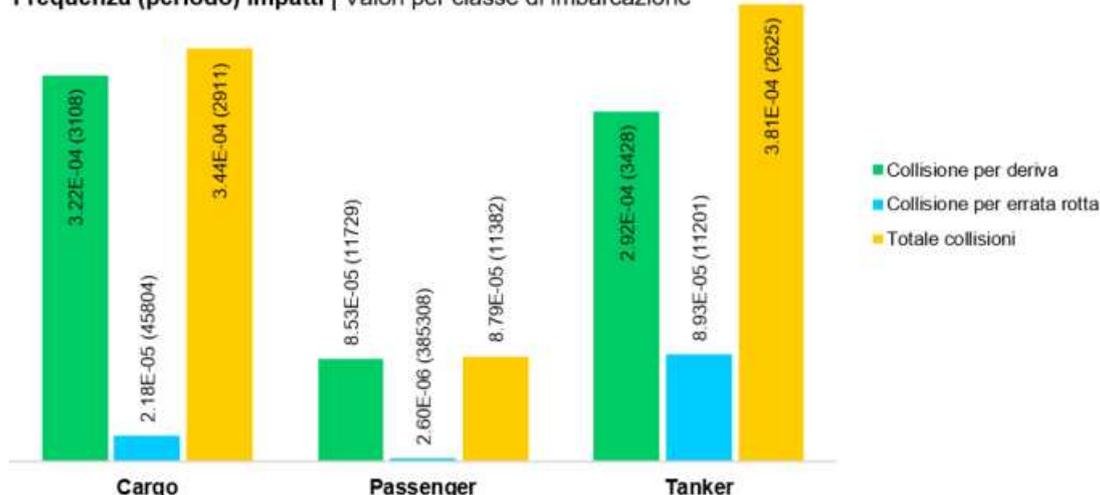


Figura 7.110 – Frequenze di impatto tra le imbarcazioni ed il parco eolico.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
137 di 1053

Nel rapporto dell'analisi di rischio di GL per il parco eolico "Thornton Bank" in Belgio, la valutazione di accettabilità è stata effettuata in riferimento alla matrice di frequenza riportata di seguito (SSPA Sweden AB, 2008).

Tabella 7.29 – Criterio generale di accettabilità del rischio di impatto navale.

(SSPA Sweden AB, 2008).

Frequenza quantitativa [impatto/anno] (safety)	> 10 ⁻¹	Tra 10 ⁻¹ e 10 ⁻²	Tra 10 ⁻² e 10 ⁻³	< 10 ⁻³
Frequenza quantitativa [impatto/anno] (environment)	> 2 x 10 ⁻¹	Tra 2 x 10 ⁻¹ e 2 x 10 ⁻²	Tra 2 x 10 ⁻² e 2 x 10 ⁻³	< 2 x 10 ⁻³
Frequenza qualitativa (safety)	Probabile	Improbabile	Improbabile	Estremamente improbabile
Frequenza qualitativa (environment)	Frequente	Remoto	Estremamente remoto	Estremamente improbabile

Considerando il caso oggetto di studio, la frequenza totale di impatto che considera i contributi delle tre tipologie di imbarcazione e delle due modalità di impatto, porta ad un valore massimo di 8.12E-04 impatti/anno, a cui corrisponde un periodo tra due collisioni successive pari a 1231 anni. Confrontando tale risultato con i criteri riportati in Tabella 7.29 si può affermare che l'evento a frequenza massima è classificabile come "ESTREMAMENTE IMPROBABILE" in termini di sicurezza e come "ESTREMAMENTE IMPROBABILE" in termini di incidenti con ripercussioni sull'ambiente.

Per ulteriori dettagli si rimanda comunque all'elaborato di progetto dal titolo "Relazione tecnica valutazione rischi della navigazione" cod. C0421LR20IMPNAV00.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
138 di 1053

7.7. Interazioni con l'Ambiente – Valutazione delle emissioni previste

7.7.1. Emissioni in atmosfera e polveri

Il progetto, per le attività previste durante le tre fasi principali, comporta l'esistenza di emissioni di inquinanti atmosferici e di emissioni polverulente, anche se di entità estremamente ridotta. Compito del presente paragrafo è quello di effettuare una quantificazione delle suddette emissioni, anche mediante la stima dei consumi di combustibile previsti. Nel seguente elenco si individuano le tipologie di emissioni in relazione alle attività previste nelle diverse fasi.

- Fase di costruzione: emissioni gassose e di particolato dovute al funzionamento dei mezzi navali e terrestri durante le operazioni previste per la realizzazione del parco eolico, per la posa dell'elettrodotto sottomarino, per la realizzazione degli elettrodotti interrati ed aerei della parte a terra dell'impianto e delle stazioni elettriche;
- Fase di esercizio: emissioni gassose e di particolato dovute ai motori dei mezzi navali durante le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria.
- Fase di dismissione: emissioni gassose e di particolato dovute al funzionamento dei mezzi navali e terrestri durante le operazioni di dismissione dell'opera.

Le emissioni relative ai mezzi impegnati nella manutenzione ordinaria delle opere a terra sono comunque ritenute trascurabili, poiché determinate da interventi sporadici del personale manutentore, con mezzi che determinano emissioni comunque trascurabili rispetto a quelle associate per la parte a mare.

Per quanto riguarda l'emissione di polveri dovute alle operazioni a terra nella fase di costruzione, si riportano alcune considerazioni nella parte finale del presente paragrafo.

7.7.1.1. Parte a mare

Per la componente a mare, il progetto vede l'utilizzo di specifiche imbarcazioni deputate ad operazioni offshore differenti per tipologia e scopo. In generale la fase in cui si prevede la maggiore densità di emissioni è quella di costruzione in cui, sia per quantità che per frequenza, si ha il maggior contributo per utilizzo di mezzi.

7.7.1.1.1. Fase di costruzione

Per la fase di costruzione relativa alla parte a mare, i consumi di combustibile sono quasi esclusivamente associati alle operazioni compiute dalle imbarcazioni deputate all'installazione dell'impianto. I mezzi navali previsti durante questa fase sono:

- Multi-Purpose Support Vessel (MPSV), imbarcazione usata per l'installazione delle linee 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-turbina 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.

Di seguito si riporta una stima del numero di imbarcazioni utili ad assolvere le specifiche attività da svolgere in questa fase e del numero di operazioni previste per tipologia. Per le operazioni di rimorchio si è tenuto conto della distanza tra il porto di assemblaggio (Oristano) e l'area del parco, pari a circa 50 miglia nautiche.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio**PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE**
PROGETTO DEFINITIVO**Studio di Impatto Ambientale**Codice documento:
C0421YR03RELSIA01aData emissione:
Giugno 2024Pagina
139 di 1053**Tabella 7.30 – Mezzi navali coinvolti e durata delle operazioni, fase di costruzione.**

Operazione	Main MPSV	Support AHTS	Tug 70t	Tug 40t	CTV	Durata operazione [h]	Numero operazioni [-]
Predisposizione degli ancoraggi	1					24	252
Operazioni di rimorchio in porto	1			2		2	42
Rimorchio in alto mare (A/R)	1		1			18	42
Ormeggio	1	1	1			12	42
Installazione sottostazioni	1	1	1		1	80	2
Posa cavi inter-array	1	1			1	24	42
Posa elettrodotto marino	1	1			1	300	2

Stimato il numero di ore per completare ciascuna operazione, l'occorrenza di ciascuna operazione ed il numero di imbarcazioni coinvolte, è dunque possibile determinare il numero di giorni lavorativi necessari al completamento delle attività. Inoltre, ipotizzato da schede tecniche il consumo medio giornaliero per ciascun mezzo è riportato nella seguente tabella il consumo totale di combustibile previsto per le attività di costruzione a mare.

Tabella 7.31 – Giorni di attività e consumo di combustibile per ogni mezzo navale, fase di costruzione.

Operazione	Main MPSV	Support AHTS	Tug 70t	Tug 40t	CTV
Predisposizione degli ancoraggi	252	0	0	0	0
Operazioni di rimorchio in porto	4	0	0	8	0
Rimorchio in alto mare (A/R)	32	0	32	0	0
Ormeggio	21	21	21	0	0
Installazione sottostazioni	7	7	7	0	7
Posa cavi inter-array	42	42	0	0	42
Posa elettrodotto marino	25	25	0	0	25
Totale giorni	399	98	62	8	76
Tipo combustibile	MGO	MGO	Diesel	Diesel	Diesel
Consumo medio [t/giorno]	10	14	10	8	4.5
Consumo totale [t]	3990	1372	620	64	342

Cumulando il consumo di combustibile totale su tutte le tipologie di imbarcazione, per tutta la durata delle attività di costruzione a mare del progetto si possono stimare circa **6388t**.

In riferimento alle emissioni generate da mezzi navali, secondo l'Annesso VI della MARPOL, redatto dall'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.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
140 di 1053

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 inquinanti 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 7.32 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione delle opere a mare.

Contaminanti atmosferici	Fattore di emissione [kg/t]	Consumo di combustibile [t]	Emissione contaminante [t]
Ossidi di azoto NO _x	72.2	6388	461
Ossidi di zolfo - SO _x	10 ¹		64
Monossido di carbonio CO	3.84		25
Composti organici volatili non metanici – COVNM	1.75		11
Polveri Totali Sospese – TSP	1.5 ²		10
PM10	1.07		7
PM2.5	1.4 ²		9

1: per SO_x, il valore del fattore di emissione è calcolato tramite la formula 20*S (Lloyd's Register, 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.
2: I fattori di emissione forniti sono forniti dalle linee guida aggiornate al 2019.

Oltre alla stima delle emissioni di sostanze inquinanti, si riporta il dato relativo alle emissioni di biossido di carbonio (CO₂). Esso è stato ottenuto moltiplicando il consumo di combustibile previsto (6388t) per il relativo fattore di emissione pari a 3160 kg/t. Le emissioni di CO₂ previste per la fase di costruzione a mare sono dunque pari a 20186t.

7.7.1.1.2. Fase di esercizio

Durante la fase di esercizio i consumi di combustibile per la parte a mare sono associati ai mezzi navali utili ad effettuare le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Operazioni di manutenzione ordinaria

La logistica leggera per le operazioni di manutenzione ordinaria è prevista mediante l'utilizzo di imbarcazioni di trasferimento personale (CTV, Crew Transfer Vessel) dalla base portuale di Portoscuso. La distanza dalla base al sito del parco eolico è di circa 23 miglia nautiche. Il tempo di viaggio, ipotizzando un limite di velocità di 5 nodi in corrispondenza del canale dell'isola di San Pietro e di 25 nodi altrove, è di circa 95 minuti (1.6h).



Figura 7.111 – Esempio di imbarcazione CTV.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
141 di 1053

Una giornata di lavoro per un tecnico di turbine offshore può essere suddivisa nelle diverse attività mostrate nella Figura 7.112 – Pianificazione oraria : con un tempo medio di viaggio di 1.6 ore fino al centro del parco eolico, i tecnici hanno a disposizione circa 6.2 ore di lavoro effettive per eseguire i lavori di manutenzione sulle unità galleggianti.



Figura 7.112 – Pianificazione oraria delle attività di manutenzione offshore.

Per quanto riguarda il volume di traffico navale annuale interessato dalla logistica leggera si ritiene che, in relazione alle condizioni meteorologiche prevalenti ed ipotizzando una condizione di accessibilità annua al sito del 75%, ciascun CTV possa garantire circa 274 giorni di navigazione all'anno. Sia per la manutenzione programmata che per la riparazione a guasto sono previste circa 50 ore all'anno di lavoro per unità galleggiante. Considerando dunque 2 imbarcazioni CTV e assumendo turni di manutenzione da 12 ore con tempo utile di intervento pari a 6.2 ore, è ipotizzabile uno sforzo di manutenzione complessivo di circa 177 volte all'anno per CTV. Ipotizzando inoltre un consumo medio di combustibile pari a 0.22t/h in condizioni di servizio, si stima un consumo totale annuale pari a 480t, cumulato su entrambi i CTV. Assunto dunque un periodo di esercizio dell'opera pari a 25 anni, per le operazioni di manutenzione ordinaria si prevede un consumo totale di circa 12000t.

Anche in questo caso, le emissioni di contaminati atmosferici totali dovute alle operazioni di manutenzione ordinaria sono state calcolate con riferimento ai fattori di emissione fornita da EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019”.

Tabella 7.33 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la manutenzione ordinaria delle opere a mare.

Contaminanti atmosferici	Fattore di emissione [kg/t]	Consumo di combustibile [t]	Emissione contaminante [t]
Ossidi di azoto - NO _x	72.2		866
Ossidi di zolfo - SO _x	10 ¹		120
Monossido di carbonio CO	3.84		46
Composti organici volatili non metanici – COVNM	1.75	12000	21
Polveri Totali Sospese – TSP	1.5 ²		18
PM10	1.07		13
PM2.5	1.4 ²		17

1: per SO_x, il valore del fattore di emissione è calcolato tramite la formula 20*S (Lloyd's Register, 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.

2: I fattori di emissione forniti sono forniti dalle linee guida aggiornate al 2019.

Le emissioni di CO₂ previste sono pari a circa 37900t sull'intera vita utile dell'impianto.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

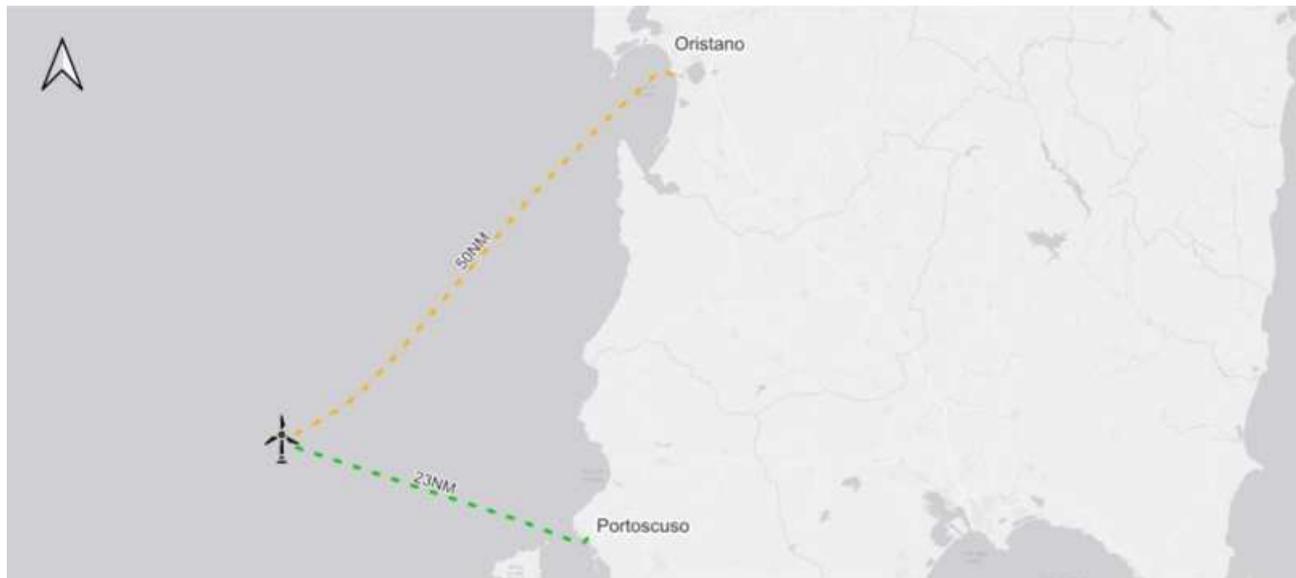
Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
142 di 1053

Operazioni di manutenzione straordinaria

Le operazioni di manutenzione sono da considerarsi a carattere straordinario ogni qual volta sono richiesti interventi su componenti primari quali, ad esempio, una pala, un cuscinetto principale, una linea di ormeggio, etc. Sulla scorta dell'esperienza maturata dal mercato offshore si prevede che dall'80% al 100% delle turbine potrebbe subire un intervento di manutenzione straordinaria nel corso della vita utile. In questo caso specifico si prevede che le operazioni siano compiute all'interno dell'area portuale di Oristano, ove la singola unità galleggiante è opportunamente rimorchiata da imbarcazioni predisposte. In generale, si distingue una fase di:

- navigazione dal porto di manutenzione al sito del parco eolico;
- disconnessione dei cavi di potenza e delle linee di ormeggio;
- rimorchio del sistema turbina-fondazione sino al porto di manutenzione;
- riparazione in porto;
- rimorchio del sistema turbina-fondazione sino al sito del parco eolico;
- riconnessione dei cavi di potenza e delle linee di ormeggio;
- rientro nel porto di manutenzione.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
Rotte delle navi offshore deputate alla costruzione ed alla manutenzione del parco eolico

LEGENDA

📍 Parco eolico 🟡 Rotta MPSV 🟢 Rotta CTV

Figura 7.113 – Rotte delle navi offshore deputate alla costruzione ed alla manutenzione del parco eolico.

Le operazioni richiedono in totale 5 imbarcazioni, divise nel seguente elenco per tipologia.

- *Multi-Purpose Support Vessel* (MPSV) equipaggiata di WROV (*Working Remote Operation Vessel*);
- *Multi-Purpose Support Vessel* (MPSV) di assistenza nelle operazioni in situ;
- *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;
- Imbarcazione atta al trasferimento dell'equipaggio sul sito di installazione (CTV).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio**PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE**
PROGETTO DEFINITIVO**Studio di Impatto Ambientale**Codice documento:
C0421YR03RELSIA01aData emissione:
Giugno 2024Pagina
143 di 1053**Tabella 7.34 – Mezzi navali coinvolti e durata delle operazioni, manutenzione straordinaria.**

Operazione	Main MPSV	Support AHTS	CTV	Durata operazione [h]	Numero operazioni [-]
Navigazione dal porto di Oristano al parco eolico	1	1	1	3.6	44
Disconnessione cavi e linee di ormeggio	1	1		48	44
Rimorchio dal parco eolico al porto di Oristano	1	1	1	18	44
Riparazione in porto				24-120	44
Rimorchio dal porto di Oristano al parco eolico	1	1	1	18	44
Riconnessione cavi e linee di ormeggio	1	1		48	44
Navigazione dal parco eolico al porto di Oristano	1	1	1	3.6	44

Stimato il numero di ore per completare ciascuna operazione, l'occorrenza di ciascuna operazione ed il numero di imbarcazioni coinvolte, è dunque possibile determinare il numero di giorni lavorativi necessari al completamento delle attività. Inoltre, ipotizzato da schede tecniche il consumo medio giornaliero per ciascun mezzo è riportato nella seguente tabella il consumo totale di combustibile previsto per le attività di costruzione a mare.

Tabella 7.35 – Giorni di attività e consumo di combustibile per ogni mezzo navale, fase di costruzione.

Operazione	Main MPSV	Support AHTS	CTV
Navigazione dal porto di Oristano al parco eolico	7	7	7
Disconnessione cavi e linee di ormeggio	88	88	0
Rimorchio dal parco eolico al porto di Oristano	33	33	33
Riparazione in porto	0	0	0
Rimorchio dal porto di Oristano al parco eolico	33	33	33
Riconnessione cavi e linee di ormeggio	88	88	0
Navigazione dal parco eolico al porto di Oristano	7	7	7
Totale giorni	256	256	80
Tipo combustibile	MGO	MGO	Diesel
Consumo medio [t/giorno]	10	14	4.5
Consumo totale [t]	2560	3584	360

Cumulando il consumo di combustibile totale su tutte le tipologie di imbarcazione, per tutte le attività di manutenzione straordinaria che saranno svolte a mare durante tutta la vita utile del progetto si possono stimare circa **6504t**.

Anche in questo caso, 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.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
144 di 1053

Tabella 7.36 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione delle opere a mare.

Contaminanti atmosferici	Fattore di emissione [kg/t]	Consumo di combustibile [t]	Emissione contaminante [t]
Ossidi di azoto - NO _x	72.2		470
Ossidi di zolfo - SO _x	10 ¹		65
Monossido di carbonio CO	3.84		25
Composti organici volatili non metanici – COVNM	1.75	6504	11
Polveri Totali Sospese – TSP	1.5 ²		10
PM10	1.07		7
PM2.5	1.4 ²		9

1: per SO_x, il valore del fattore di emissione è calcolato tramite la formula 20*S (Lloyd's Register, 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.
2: I fattori di emissione forniti sono forniti dalle linee guida aggiornate al 2019.

Oltre alla stima delle emissioni di sostanze inquinanti, si riporta il dato relativo alle emissioni di biossido di carbonio (CO₂). Esso è stato ottenuto moltiplicando il consumo di combustibile previsto (6388t) per il relativo fattore di emissione pari a 3160 kg/t. Le emissioni di CO₂ previste per la fase di manutenzione straordinaria a mare sono dunque pari a 20553t.

7.7.1.1.3. Fase di dismissione

Al termine del funzionamento dell'impianto eolico, si procederà alla valutazione dello stato di colonizzazione biologica delle opere con particolare attenzione alle aree del fondale marino interessate dalla presenza di ancoraggi e di cavi sottomarini. In base a tale valutazione, allo scopo di preservare gli habitat marini sviluppati durante la fase di esercizio, si potrà prendere in considerazione l'ipotesi di una rimozione parziale delle opere installate.

Al momento, non potendo prevedere il reale sviluppo dei sopraccitati habitat, per la fase di dismissione, in via altamente cautelativa, si assume che la rimozione delle opere sia totale e che le emissioni di contaminanti atmosferici previste in questa fase sia equivalente a quelle già valutate per la fase di costruzione.

7.7.1.2. Parte a terra

Per la componente a terra, si prevede l'utilizzo di appositi mezzi di cantiere per la costruzione delle stazioni elettriche e degli elettrodotti interrati ed aerei. L'analisi fa riferimento ad entrambe le configurazioni proposte.

7.7.1.2.1. Fase di costruzione

Configurazione elettrodotto ibrido cavo/aereo

Durante la fase di costruzione del parco eolico ci sarà un temporaneo aumento del consumo di energia/combustibile dovuto all'impiego di mezzi e attrezzature. Per la realizzazione dei lavori è previsto uno specifico parco macchine per un periodo di tempo limitato, date le caratteristiche del cantiere (temporaneo e mobile). Tutti i mezzi che verranno utilizzati saranno sottoposti ad una preventiva revisione/manutenzione, al fine di garantire il corretto funzionamento dei dispositivi preposti al contenimento delle emissioni gassose, assicurando che le stesse rientrino nei parametri previsti di legge. Per la configurazione elettrodotto ibrido cavo/aereo i lavori a terra prevedono:

- la posa degli elettrodotti interrati a 220 kV e 380 kV e realizzazione del punto di giunzione;
- la costruzione della sottostazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis";
- la costruzione della nuova sezione 380 kV all'interno della stazione TERNA "Sulcis";



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
145 di 1053

- la costruzione degli elettrodotti aerei a 380 kV in singola e doppia terna;
- la costruzione della stazione di transizione cavo/aereo;
- la costruzione della stazione di smistamento “Villasor 380”.

Posa degli elettrodotti interrati a 220kV e 380kV e realizzazione del punto di giunzione

La posa degli elettrodotti interrati e la realizzazione del punto di giunzione prevedono l’instaurazione di un cantiere mobile all’interno del quale operano i seguenti mezzi a combustione interna:

- fresatrice a freddo utilizzata per la rimozione del manto stradale;
- 2 macchine scava-trincee (in inglese, trencher);
- 2 escavatori da 8t muniti di benna e martello, deputati al riempimento della trincea con materiale di risulta e ingegnerizzato;
- compattatore a rullo per la compattazione del materiale di risulta e dell’asfalto;
- finitrice stradale per la posa del nuovo manto stradale;
- camion (numero variabile a seconda dell’attività), per il trasporto da e per il cantiere del materiale escavato e di ripristino;
- macchina per la trivellazione orizzontale controllata (TOC).

Di seguito sono riportati i mezzi operanti all’interno del cantiere a terra, il numero e il consumo orario di combustibile, la durata in ore per singola operazione e la stima del consumo totale di combustibile. Il calcolo delle ore di lavoro è stato effettuato ipotizzando una velocità del cantiere di circa 80m al giorno.

Si precisa che, per i mezzi operanti su gomma, il consumo di combustibile è stato valutato in base alle distanze percorse durante le fasi di trasporto dei materiali di risulta o di riempimento.

Tabella 7.37 – Stima del consumo di combustibile per le attività di posa degli elettrodotti interrati e la realizzazione del punto di giunzione.

Operazione	Mezzo	n° [-]	Consumo [l/h]	Durata [h]	Consumo totale [t]
Rimozione asfalto	Fresatrice stradale	1	30	65	2
Trasporto asfalto rimosso	Autocarro	2		-	0.8
Rimozione suolo	Escavatore	2	10	2100	21
Trasporto top soil	Autocarro	2		-	2.2
Riempimento trincea	Escavatore	2	10	1000	10
Compattazione suolo	Compattatore a rullo	1	7	105	0.7
Trasporto asfalto	Autocarro	1		-	0.8
Posa dell’asfalto	Finitrice stradale	1	11	45	0.5
Compattazione asfalto	Compattatore a rullo	1	7	65	0.5
TOC	Macchina TOC	1	30	50	1.5
Totale					40

Per quanto detto, in relazione ai lavori di costruzione degli elettrodotti interrati e del punto di giunzione, è stato stimato un consumo di combustibile totale pari a circa 40 t.

Noto il consumo di combustibile stimato, si procede alla valutazione delle emissioni in atmosfera, effettuata mediante l’utilizzo di fattori di emissione forniti nelle linee guida “EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019” e differenziate per:

- macchine operatrici;
- mezzi pesanti per il trasporto su gomma.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
146 di 1053

La quota parte di consumi relativa alle macchine operatrici è stimata in 30.6 t, mentre, per i mezzi pesanti adibiti a trasporto su gomma, 9.6 t.

Tabella 7.38 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti interrati per macchine operatrici.

Contaminanti atmosferici	Fattore di emissione [kg/t]	Consumo di combustibile [t]	Emissione contaminante [t]
Ossidi di azoto - NO _x	32.629		1
Ossidi di zolfo - SO _x	-		-
Monossido di carbonio CO	10.774		0.3
Composti organici volatili non metanici – COVNM	3.377	30.6	0.1
Polveri Totali Sospese – TSP	2.104		0.06
PM10	2.104		0.06
PM2.5	2.104		0.06

Tabella 7.39 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti interrati per macchine adibite al trasporto su gomma.

Contaminanti atmosferici	Fattore di emissione [kg/t]	Consumo di combustibile [t]	Emissione contaminante [t]
Ossidi di azoto - NO _x	38.29		0.35
Ossidi di zolfo - SO _x	-		-
Monossido di carbonio CO	10.57		0.09
Composti organici volatili non metanici – COVNM	3.77	9.4	0.04
Polveri Totali Sospese – TSP	-		-
PM10	-		-
PM2.5	1.57		0.01

Cumulando le emissioni previste su entrambe le tipologie di macchine si conoscono dunque le emissioni di contaminanti atmosferici totali stimate per la realizzazione degli elettrodotti interrati e del punto di giunzione.

Tabella 7.40 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti.

Contaminanti atmosferici	Emissione contaminante [t]
Ossidi di azoto - NO _x	1.35
Ossidi di zolfo - SO _x	-
Monossido di carbonio CO	0.42
Composti organici volatili non metanici – COVNM	0.14
Polveri Totali Sospese – TSP	0.06
PM10	0.06
PM2.5	0.08

Per quanto riguarda la stima delle emissioni di biossido di carbonio (CO₂), questa è stata ottenuta moltiplicando il consumo di combustibile totale previsto (40 t) per il relativo fattore di emissione pari a 3160 kg/t. A valle di



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
147 di 1053

ciò, le emissioni di CO₂ stimate per la realizzazione degli elettrodotti interrati sono pari a circa 126 t.

Costruzione della sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”

Per quanto concerne i lavori di costruzione della sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”, questa prevede l’instaurazione di un cantiere temporaneo all’interno del quale operano i mezzi riportati di seguito.

- escavatore da 30 t per la preparazione del sito comprese le attività di realizzazione delle trincee per la posa dei sottoservizi.
- escavatore da 8 t per la realizzazione delle trincee per la posa dei sottoservizi.
- 2 carrelli elevatori di ausilio durante le operazioni di montaggio dei componenti della stazione elettrica.
- 2 gru a cestello per permettere al personale di cantiere lo svolgimento di operazioni in quota.
- 2 piattaforme aeree per permettere al personale di cantiere lo svolgimento di operazioni in quota.
- autogru da 200 t per il sollevamento del trasformatore e della componentistica più pesante.
- autogru da 40 t per il sollevamento della componentistica leggera.
- compattatore a rullo per le operazioni di compattazione del materiale ingegnerizzato.
- 2 autobetoniere per il trasporto e il getto del calcestruzzo necessario alla realizzazione della fondazione.
- gruppo elettrogeno da 10 kW per approvvigionamento energetico di emergenza.
- gruppo elettrogeno da 200 kW per approvvigionamento energetico di emergenza.

Di seguito sono riportati i mezzi operanti all’interno del cantiere a terra, il numero e il consumo orario di combustibile, la durata in ore per singola operazione e la stima del consumo di combustibile.

Tabella 7.41 – Stima del consumo di combustibile per la costruzione della sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”.

Operazione	Mezzo	n° [-]	Consumo [l/h]	Durata [h]	Consumo totale [t]
Preparazione del suolo	Escavatore 30t	1	12	133	1.3
Scavi in trincea	Escavatore 8t	1	8	133	0.9
Trasporto top soil	Autocarro	1	-	-	0.3
Trasporto materiale ingegnerizzato	Autocarro	1	-	-	0.2
Trasporto calcestruzzo	Autocarro	2	-	-	0.16
Sollevamento attrezzatura	Carrello elevatore	2	10	33	0.3
Sollevamento personale	Gru a cestello	2	8	33	0.2
Sollevamento personale	Piattaforma aerea	2	5	33	0.1
Sollevamento trasformatore/componenti	Autogru 200t	1	15	33	0.4
Sollevamento componenti stazione	Autogru 40t	1	7	33	0.2
Compattazione suolo	Compattatore a rullo	1	7	66	0.4
Gettata della fondazione	Autobetoniera	2	15	66	0.86
Approvvigionamento energetico di emergenza	Gruppo elettrogeno 10kW	1	3	13	0.03
Approvvigionamento energetico di emergenza	Gruppo elettrogeno 200kW	1	45	13	0.5



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
148 di 1053

Operazione	Mezzo	n° [-]	Consumo [l/h]	Durata [h]	Consumo totale [t]
Totale					5.85

Alla luce dei calcoli effettuati risulta quindi un consumo totale di combustibile, associato ai lavori per la realizzazione della sottostazione di trasformazione e consegna, pari a 5.85t.

Così come già specificato per il caso della posa degli elettrodotti interrati, la valutazione delle emissioni in atmosfera è effettuata secondo la tipologia di macchinario utilizzato. Nello specifico, la quota parte di consumi relativa alle macchine operatrici è stimata in 4.33t, mentre, per i mezzi pesanti adibiti a trasporto su gomma, 1.52t.

Tabella 7.42 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione della sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis” per macchine operatrici.

Contaminanti atmosferici	Fattore di emissione [kg/t]	Consumo di combustibile [t]	Emissione contaminante [t]
Ossidi di azoto - NO _x	32.629		0.14
Ossidi di zolfo - SO _x	-		-
Monossido di carbonio CO	10.774		0.05
Composti organici volatili non metanici – COVNM	3.377	4.33	0.02
Polveri Totali Sospese – TSP	2.104		0.01
PM10	2.104		0.01
PM2.5	2.104		0.01

Tabella 7.43 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione della sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis” per macchine adibite al trasporto su gomma.

Contaminanti atmosferici	Fattore di emissione [kg/t]	Consumo di combustibile [t]	Emissione contaminante [t]
Ossidi di azoto - NO _x	38.29		0.06
Ossidi di zolfo - SO _x	-		-
Monossido di carbonio CO	10.57		0.02
Composti organici volatili non metanici – COVNM	3.77	1.52	0.01
Polveri Totali Sospese – TSP	-		-
PM10	-		-
PM2.5	1.57		0.002

Nella tabella a seguire è riportato il computo delle emissioni di contaminanti previste, cumulato su entrambe le tipologie di macchinari.

Tabella 7.44 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione della stazione di trasformazione e consegna.

Contaminanti atmosferici	Emissione contaminante [t]
Ossidi di azoto - NO _x	0.20
Ossidi di zolfo - SO _x	-
Monossido di carbonio CO	0.07
Composti organici volatili non metanici – COVNM	0.03



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
149 di 1053

Contaminanti atmosferici	Emissione contaminante [t]
Polveri Totali Sospese – TSP	0.01
PM10	0.01
PM2.5	0.01

Per quanto riguarda la stima delle emissioni di biossido di carbonio (CO₂), essa è stata ottenuta moltiplicando il consumo di combustibile previsto (5.85 t) per il relativo fattore di emissione pari a 3160 kg/t. A valle di ciò, le emissioni di CO₂ stimate per la fase di costruzione della sottostazione di trasformazione e consegna risultano essere pari a 18.5 t.

Costruzione della nuova sezione 380kV all'interno della stazione TERNA "Sulcis"

In via del tutto conservativa, ai fini del presente studio, si ipotizza che le emissioni di contaminanti atmosferici connesse alla costruzione della nuova sezione 380 kV all'interno della stazione TERNA "Sulcis" siano equivalenti a quelle già stimate per la sottostazione di trasformazione, misura e consegna.

Costruzione dell'elettrodotto aereo a 380 kV in singola e doppia terna

L'insieme del "cantiere di lavoro" per la realizzazione di un elettrodotto aereo è composto da un'area centrale (o campo base o area di cantiere base) e da più aree di intervento (aree di micro-cantiere e aree di linea) ubicate in corrispondenza dei singoli sostegni. Ai fini della presente valutazione, si ritiene sufficiente considerare esclusivamente i lavori di costruzione dei sostegni, poiché ritenuti nettamente prevalenti sugli altri in termini di consumo di combustibile e dunque di emissioni di contaminanti atmosferici.

All'interno delle aree del generico sostegno, si prevede l'utilizzo di:

- escavatore da 30 t per la preparazione del sito e per le attività di scavo delle fondazioni, ovvero di movimento terra;
- un autocarro con gru per le operazioni di montaggio del tronco di base, della cassetta e dell'armatura della fondazione;
- 22 viaggi di autobetoniera per il getto di calcestruzzo della fondazione;
- escavatore da 30 t per il reinterro ed il ripristino del piano di campagna, ovvero per la posa dell'impianto di messa a terra;
- un autocarro con gru per il montaggio a piè d'opera del sostegno;
- un'autogru per il montaggio del sostegno;
- un autocarro con gru per la movimentazione dei conduttori.

Di seguito sono riportati i mezzi operanti all'interno del cantiere del sostegno, il numero e il consumo orario di combustibile, la durata in ore per singola operazione e la stima del consumo di combustibile sia per il singolo sostegno che per la totalità dei sostegni (105).

Tabella 7.45 – Stima del consumo di combustibile per la costruzione degli elettrodotti aerei.

Operazione	Mezzo	n° [-]	Consumo [l/h]	Durata [h]	Consumo per sostegno [t]	Consumo 105 sost. [t]
Preparazione sito e scavi	Escavatore 30t	1	12	20	0.21	22.1
Montaggio cassetta	Autocarro con gru	1	7	16	0.10	10.5
Getto calcestruzzo	Autobetoniera	22	15	1	0.29	30.5
Reinterro e ripristino	Escavatore 30t	1	12	8	0.08	8.4
Montaggio a piè d'opera	Autocarro con gru	1	7	16	0.10	10.5



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
150 di 1053

Operazione	Mezzo	n° [-]	Consumo [l/h]	Durata [h]	Consumo per sostegno [t]	Consumo 105 sost. [t]
Montaggio	Autogru	1	15	24	0.31	32.6
Movimentazione conduttori	Autocarro con gru	1	7	8	0.05	5.3
Totale						119.7

Alla luce dei calcoli effettuati risulta quindi un consumo totale di combustibile, associato ai lavori per la realizzazione degli elettrodotti aerei, pari a 119.7.

Così come già specificato nei casi precedenti, la valutazione delle emissioni in atmosfera è effettuata secondo la tipologia di macchinario utilizzato. Nello specifico, la quota parte di consumi relativa alle macchine operatrici è stimata in 30.8 t, mentre, per i mezzi pesanti adibiti a trasporto su gomma, 88.9 t.

Tabella 7.46 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti aerei per macchine operatrici.

Contaminanti atmosferici	Fattore di emissione [kg/t]	Consumo di combustibile [t]	Emissione contaminante [t]
Ossidi di azoto - NO _x	32.629		1
Ossidi di zolfo - SO _x	-		-
Monossido di carbonio CO	10.774		0.33
Composti organici volatili non metanici – COVNM	3.377	30.8	0.1
Polveri Totali Sospese – TSP	2.104		0.06
PM10	2.104		0.06
PM2.5	2.104		0.06

Tabella 7.47 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti aerei per macchine adibite al trasporto su gomma.

Contaminanti atmosferici	Fattore di emissione [kg/t]	Consumo di combustibile [t]	Emissione contaminante [t]
Ossidi di azoto - NO _x	38.29		3.4
Ossidi di zolfo - SO _x	-		-
Monossido di carbonio CO	10.57		0.94
Composti organici volatili non metanici – COVNM	3.77	88.9	0.34
Polveri Totali Sospese – TSP	-		-
PM10	-		-
PM2.5	1.57		0.14

Nella tabella a seguire è riportato il computo delle emissioni di contaminanti previste, cumulato su entrambe le tipologie di macchinari.

Tabella 7.48 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti aerei.

Contaminanti atmosferici	Emissione contaminante [t]
Ossidi di azoto - NO _x	4.41
Ossidi di zolfo - SO _x	-
Monossido di carbonio CO	1.27



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
151 di 1053

Contaminanti atmosferici	Emissione contaminante [t]
Composti organici volatili non metanici – COVNM	0.44
Polveri Totali Sospese – TSP	0.06
PM10	0.06
PM2.5	0.2

Per quanto riguarda la stima delle emissioni di biossido di carbonio (CO₂), essa è stata ottenuta moltiplicando il consumo di combustibile previsto (170t) per il relativo fattore di emissione pari a 3160 kg/t. A valle di ciò, le emissioni di CO₂ stimate per la fase di costruzione degli elettrodotti aerei risultano essere pari a 378 t.

Costruzione della stazione di transizione cavo/aereo

In via del tutto conservativa, ai fini del presente studio, si ipotizza che le emissioni di contaminanti atmosferici connesse alla costruzione della stazione di transizione cavo/aereo siano equivalenti a quelle già stimate per la sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”.

Costruzione della stazione di smistamento “Villasor 380”

In via del tutto conservativa, ai fini del presente studio, si ipotizza che le emissioni di contaminanti atmosferici connesse alla costruzione della stazione di smistamento “Villasor 380” siano equivalenti a quelle già stimate per la sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”.

Configurazione elettrodotto aereo

Per la configurazione elettrodotto aereo, i lavori a terra prevedono:

- la posa degli elettrodotti interrati a 220 kV e 380 kV e realizzazione del punto di giunzione;
- la costruzione della sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”;
- la costruzione della nuova sezione 380 kV all’interno della stazione TERNA “Sulcis”;
- la costruzione degli elettrodotti aerei a 380 kV in singola e doppia terna;
- la costruzione della stazione di smistamento “Villasor 380”.

Posa degli elettrodotti interrati a 220 kV e 380 kV e realizzazione del punto di giunzione

Per la posa degli elettrodotti interrati e la realizzazione del punto di giunzione si prevede l’instaurazione di cantieri mobili all’interno del quale operano i mezzi a combustione interna già elencati per la precedente configurazione. Come già specificato, per i mezzi operanti su gomma, il consumo di combustibile è stato valutato in base alle distanze percorse durante le fasi di trasporto dei materiali di risulta o di riempimento.

Tabella 7.49 – Stima del consumo di combustibile per le attività di posa degli elettrodotti interrati e la realizzazione del punto di giunzione.

Operazione	Mezzo	n° [-]	Consumo [l/h]	Durata [h]	Consumo totale [t]
Rimozione asfalto	Fresatrice stradale	1	30	26	0.8
Trasporto asfalto rimosso	Autocarro	2		-	0.6
Rimozione suolo	Escavatore	2	10	800	8
Trasporto top soil	Autocarro	2		-	1.2
Riempimento trincea	Escavatore	2	10	400	4
Compattazione suolo	Compattatore a rullo	1	7	42	0.3
Trasporto asfalto	Autocarro	1		-	0.3
Posa dell’asfalto	Finitrice stradale	1	11	18	0.2
Compattazione asfalto	Compattatore a rullo	1	7	26	0.2



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
152 di 1053

Operazione	Mezzo	n° [-]	Consumo [l/h]	Durata [h]	Consumo totale [t]
TOC	Macchina TOC	1	30	20	0.6
Totale					16.2

Per quanto detto, in relazione ai lavori di costruzione degli elettrodotti interrati e del punto di giunzione, è stato stimato un consumo di combustibile totale pari a circa 16.2 t.

Noto il consumo di combustibile stimato, si procede alla valutazione delle emissioni in atmosfera, effettuata mediante l'utilizzo di fattori di emissione forniti nelle linee guida "EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019" e differenziate per:

- macchine operatrici;
- mezzi pesanti per il trasporto su gomma.

La quota parte di consumi relativa alle macchine operatrici è stimata in 12.4 t, mentre, per i mezzi pesanti adibiti a trasporto su gomma, 3.8 t.

Tabella 7.50 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti interrati e del punto di giunzione per macchine operatrici.

Contaminanti atmosferici	Fattore di emissione [kg/t]	Consumo di combustibile [t]	Emissione contaminante [t]
Ossidi di azoto - NO _x	32.629		0.4
Ossidi di zolfo - SO _x	-		-
Monossido di carbonio CO	10.774		0.1
Composti organici volatili non metanici – COVNM	3.377	12.4	0.04
Polveri Totali Sospese – TSP	2.104		0.03
PM10	2.104		0.03
PM2.5	2.104		0.03

Tabella 7.51 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti interrati e del punto di giunzione per macchine adibite al trasporto su gomma.

Contaminanti atmosferici	Fattore di emissione [kg/t]	Consumo di combustibile [t]	Emissione contaminante [t]
Ossidi di azoto - NO _x	38.29		0.15
Ossidi di zolfo - SO _x	-		-
Monossido di carbonio CO	10.57		0.04
Composti organici volatili non metanici – COVNM	3.77	3.8	0.01
Polveri Totali Sospese – TSP	-		-
PM10	-		-
PM2.5	1.57		0.01

Cumulando le emissioni previste su entrambe le tipologie di macchine si conoscono dunque le emissioni di contaminanti atmosferici totali stimate per la realizzazione degli elettrodotti interrati e del punto di giunzione.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
153 di 1053

Tabella 7.52 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti interrati e del punto di giunzione.

Contaminanti atmosferici	Emissione contaminante [t]
Ossidi di azoto - NO _x	0.55
Ossidi di zolfo - SO _x	-
Monossido di carbonio CO	0.17
Composti organici volatili non metanici – COVNM	0.06
Polveri Totali Sospese – TSP	0.03
PM10	0.03
PM2.5	0.03

Per quanto riguarda la stima delle emissioni di biossido di carbonio (CO₂), questa è stata ottenuta moltiplicando il consumo di combustibile totale previsto (16.2 t) per il relativo fattore di emissione pari a 3160 kg/t. A valle di ciò, le emissioni di CO₂ stimate per la realizzazione degli elettrodotti interrati sono pari a circa 51 t.

Costruzione della sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”

Il calcolo delle emissioni per la costruzione della sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis” è già stato effettuato relativamente alla configurazione ibrida cavo/aereo.

Costruzione della nuova sezione 380 kV all’interno della stazione TERNA “Sulcis”

In via cautelativa, le emissioni per la costruzione della nuova sezione 380 kV all’interno della stazione TERNA “Sulcis” sono considerate, come precedentemente specificato, equivalenti a quelle per la costruzione della sottostazione.

Costruzione degli elettrodotti aerei a 380 kV in singola e doppia terna

Come per la configurazione ibrida cavo/aereo, di seguito sono riportati i mezzi operanti all’interno del cantiere del sostegno, il numero e il consumo orario di combustibile, la durata in ore per singola operazione e la stima del consumo di combustibile sia per il singolo sostegno che per la totalità dei sostegni (153).

Tabella 7.53 – Stima del consumo di combustibile per la costruzione degli elettrodotti aerei.

Operazione	Mezzo	n° [-]	Consumo [l/h]	Durata [h]	Consumo per sostegno [t]	Consumo 153 sost. [t]
Preparazione sito e scavi	Escavatore 30t	1	12	20	0.21	31.3
Montaggio cassetta	Autocarro con gru	1	7	16	0.10	14.6
Getto calcestruzzo	Autobetoniera	22	15	1	0.29	43
Reinterro e ripristino	Escavatore 30t	1	12	8	0.08	12.5
Montaggio a piè d’opera	Autocarro con gru	1	7	16	0.10	14.6
Montaggio	Autogru	1	15	24	0.31	47.0
Movimentazione conduttori	Autocarro con gru	1	7	8	0.05	7.3
Totale					1.14	170

Alla luce dei calcoli effettuati risulta quindi un consumo totale di combustibile, associato ai lavori per la realizzazione degli elettrodotti aerei, pari a 170t.

Così come già specificato nei casi precedenti, la valutazione delle emissioni in atmosfera è effettuata secondo



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
154 di 1053

la tipologia di macchinario utilizzato. Nello specifico, la quota parte di consumi relativa alle macchine operatrici è stimata in 43.8t, mentre, per i mezzi pesanti adibiti a trasporto su gomma, 126.5t.

Tabella 7.54 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti aerei per macchine operatrici.

Contaminanti atmosferici	Fattore di emissione [kg/t]	Consumo di combustibile [t]	Emissione contaminante [t]
Ossidi di azoto - NO _x	32.629		1.43
Ossidi di zolfo - SO _x	-		-
Monossido di carbonio CO	10.774		0.47
Composti organici volatili non metanici – COVNM	3.377	43.8	0.15
Polveri Totali Sospese – TSP	2.104		0.09
PM10	2.104		0.09
PM2.5	2.104		0.09

Tabella 7.55 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti aerei per macchine adibite al trasporto su gomma.

Contaminanti atmosferici	Fattore di emissione [kg/t]	Consumo di combustibile [t]	Emissione contaminante [t]
Ossidi di azoto - NO _x	38.29		4.84
Ossidi di zolfo - SO _x	-		-
Monossido di carbonio CO	10.57		1.34
Composti organici volatili non metanici – COVNM	3.77	126.5	0.48
Polveri Totali Sospese – TSP	-		-
PM10	-		-
PM2.5	1.57		0.2

Nella tabella a seguire è riportato il computo delle emissioni di contaminanti previste, cumulato su entrambe le tipologie di macchinari.

Tabella 7.56 – Emissioni di contaminanti atmosferici previste durante la fase di costruzione degli elettrodotti aerei.

Contaminanti atmosferici	Emissione contaminante [t]
Ossidi di azoto - NO _x	6.27
Ossidi di zolfo - SO _x	-
Monossido di carbonio CO	1.81
Composti organici volatili non metanici – COVNM	0.62
Polveri Totali Sospese – TSP	0.09
PM10	0.09
PM2.5	0.29

Per quanto riguarda la stima delle emissioni di biossido di carbonio (CO₂), essa è stata ottenuta moltiplicando il consumo di combustibile previsto (170t) per il relativo fattore di emissione pari a 3160 kg/t. A valle di ciò, le emissioni di CO₂ stimate per la fase di costruzione degli elettrodotti aerei risultano essere pari a 537t.

Costruzione della stazione di smistamento “Villasor 380”



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
155 di 1053

In via cautelativa, le emissioni per la costruzione della stazione di smistamento “Villasor 380” sono considerate, come precedentemente specificato, equivalenti a quelle per la costruzione della sottostazione.

7.7.1.2.2. Fase di esercizio

Durante la fase di esercizio, per la parte a terra del progetto sono previste operazioni di manutenzione ordinaria presso le stazioni elettriche, corrispondente ad ispezioni visive e strumentali (campionamento dell'olio, test di tenuta, verifica di eventuali caratteristiche ausiliarie delle apparecchiature ad alta tensione e controlli termografici). Sono altresì previste ispezioni periodiche lungo il percorso degli elettrodotti che, nel caso degli elettrodotti interrati, verranno eseguite con appositi mezzi nelle zone coperte da viabilità ordinaria.

Vista la natura delle operazioni e l'esiguo numero di mezzi necessario per l'adempimento delle stesse, si ritiene trascurabile il computo delle emissioni in atmosfera relative a tali attività per entrambe le configurazioni proposte.

7.7.1.2.3. Fase di dismissione

In fase di dismissione, in via altamente cautelativa, si assume che la rimozione delle opere sia totale e che le emissioni di contaminanti atmosferici previste per entrambe le configurazioni proposte siano equivalenti a quelle già valutate per le relative fasi di costruzione.

7.7.1.3. Emissioni di polveri

Per entrambe le configurazioni di progetto, durante la fase di costruzione delle opere si prevedono emissioni di polveri dovute a:

- posa degli elettrodotti interrati;
- costruzione della stazioni elettriche;
- costruzione degli elettrodotti aerei.

In generale, le operazioni di scavo e movimentazione di materiali di varia natura possono comportare la formazione di frazioni fini in grado di essere aero-disperse. I singoli elementi di particolato possono avere dimensioni comprese tra 0.1µm e 100µm, anche se le particelle con dimensione superiore a qualche decina di micrometri restano sospese nell'aria per intervalli di tempo molto brevi. La produzione e la dispersione delle polveri assume un ruolo importante per la salute dei lavoratori e dei potenziali ricettori esposti (aree residenziali e attività economiche) presenti lungo il tracciato o nelle immediate vicinanze.

Gli effetti conseguenti al sollevamento delle polveri si risolvono in brevi periodi, se si considera che queste si depositano generalmente entro distanze nell'ordine delle centinaia di metri dal luogo di produzione. Inoltre tale impatto risulta essere limitato alla sola fase di costruzione.

In aggiunta, durante le operazioni di scavo con l'ausilio di macchine automatiche, si prevede l'umidificazione del materiale escavato, col fine di ridurre le emissioni polverulente nonché di mantenere idonee condizioni di visibilità.

Con riferimento al cantiere mobile di posa degli elettrodotti interrati, l'impiego della fresatrice a freddo consentirà il carico dei materiali di risulta non impiegabili sui mezzi di trasporto di pari passo con il procedere delle attività. In tal modo è possibile minimizzare il deposito temporaneo degli stessi e quindi la loro esposizione agli agenti atmosferici ed in particolare al vento; analogo approccio sarà previsto per il riempimento della trincea in riferimento al materiale ingegnerizzato. Tutti i mezzi adibiti al trasporto da e per il cantiere saranno dotati di copertura al fine di minimizzare la movimentazione delle polveri durante il tragitto. Le operazioni, ove possibile, saranno svolte all'interno dei mezzi d'opera che saranno opportunamente cabinati e climatizzati al fine di proteggere gli operatori che a loro volta saranno muniti dei dispositivi di protezione individuale (DPI) previsti quali, ad esempio, maschere con filtri antipolvere.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
156 di 1053

7.7.2. Visibilità, beni culturali e paesaggistici

La Convenzione Europea per il Paesaggio definisce, all'articolo 1, il concetto di paesaggio inteso come "una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni" (MIBAC, 2001). Paesaggio è dunque un concetto vasto e innovativo, ben codificato nella Convenzione Europea del Paesaggio, ratificata dall'Italia con la legge n. 14 del 9 gennaio 2006, nel Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 Codice dei beni culturali e del paesaggio, nelle iniziative per la qualità dell'architettura (Direttive Architettura della Comunità Europea), in regolamentazioni regionali e locali, in azioni di partecipazione attiva delle popolazioni alle scelte.

La *tutela del paesaggio* è dunque un concetto più esteso del semplice sviluppo sostenibile finalizzato alla salute e alla sopravvivenza fisica degli uomini e della natura ma ricomprende il diritto delle popolazioni alla tutela della loro identità storica e culturale (MIBAC, 2006).

Nel caso degli impianti eolici, la presenza delle opere può modificare l'esperienza paesaggistica e l'osservatore percepisce tale modifica come un miglioramento se, ad esempio, le turbine conferiscono dinamismo ad un paesaggio altrimenti statico o, al contrario, come un peggioramento se le strutture degradano un belvedere.

Aldilà della valutazione soggettiva nella percezione del paesaggio, assume fondamentale importanza nelle valutazioni di impatto il concetto di *visibilità* essendo "[...] con le sue conseguenze sui caratteri di storicità e antichità, naturalità, fruibilità dei luoghi [...] l'effetto più rilevante di un impianto [...]" (MIBAC, 2006).

La *visibilità* di un'opera, diversamente dalla sua *percezione*, è un *concetto quantitativo, scientificamente misurabile* seppur nella sua complessità.

7.7.2.1. Fattori di visibilità

La visibilità di un oggetto all'interno di un paesaggio è il risultato di un insieme complesso di interazioni tra l'osservatore, l'oggetto osservato e il loro ambiente fisico (United States Department of the Interior, 2013). Tale interazione è generalmente analizzata in termini di *fattori di visibilità* ovvero l'insieme dei caratteri fisici, geometrici, percettivi del sistema visivo osservatore – oggetto – ambiente. Questi sono così classificabili (Figura 7.114):

- fattori di visibilità dell'osservatore,
- fattori di visibilità dell'oggetto osservato,
- fattori di visibilità ambientali (illuminazione, condizioni atmosferiche, distanza etc.).

Ad esempio, tra i fattori di visibilità dell'osservatore, il *campo di visione* definisce la porzione dell'ambiente che l'occhio può guardare "in una sola occhiata" ed è definito dagli angoli di ampiezza orizzontale e verticale del campo visivo bi-oculare. All'interno del campo di visione bi-oculare la risposta agli stimoli esterni è massima all'interno del campo centrale di visione binoculare (deputato alla visione attenta) e decresce verso la periferia. È quindi evidente che oggetti identici all'interno della scena visiva, non hanno la medesima capacità di attirare l'attenzione dell'osservatore ma tale capacità è più elevata se l'oggetto cade all'interno del campo centrale di visione binoculare occupandone una certa porzione (analisi del fattore di occupazione visiva).

Per quanto attiene la sfera cognitiva dell'individuazione, dell'interpretazione e del riconoscimento e più in generale della percezione di oggetti all'interno di una scena visiva, in diversi studi (Bishop & Shang, 2000) è rimarcata l'importanza del:

- livello di attenzione,
- della conoscenza pregressa o, più in generale, dell'informazione su ciò che si guarda.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
157 di 1053



Figura 7.114 – Insieme dei fattori di visibilità.

Rielaborazione da (BOEM, 2021).

Un osservatore che osserva consapevolmente e attivamente il paesaggio è normalmente in grado di discernere meglio i tratti, soprattutto se sa cosa cercare, se è *informato* su ciò che può potenzialmente individuare e se, soprattutto, ha precedente esperienza visiva di ciò che potrebbe trovare. Ciò in conseguenza del fatto che l'osservatore ha, in generale, bisogno di un "modello" mentale che lo aiuti a prevedere le forme, le linee, i colori e le trame che gli si palesano mentre scansiona il paesaggio.

Al contrario, osservatori *inconsapevoli* non elaborano attivamente la scena di fronte a loro e non cercano dunque di identificare un certo tipo di oggetto o specifici pattern visivi. Essi dunque hanno meno probabilità di *vedere* e *riconoscere* una determinata struttura a meno che non sia specificatamente progettata per esser visibile (Bishop & Shang, 2000). Tra le caratteristiche fisiche dell'oggetto osservato che concorrono a definirne il livello di visibilità e di contrasto con il paesaggio sono invece importanti la dimensione e il colore (soprattutto in relazione allo sfondo). Ad esempio, oggetti più grandi sono potenzialmente visibili a maggiore distanza, mentre disuniformità dimensionali rispetto ad elementi nella stessa vista concorrono a focalizzare l'attenzione dell'osservatore. Il colore e la trama superficiale degli elementi presenti nella vista hanno invece influenza sul *contrasto visivo* rispetto allo sfondo.



Figura 7.115 – Effetto della conoscenza pregressa della scena osservata.

Vedere è un processo attivo che prevede la scansione per individuare oggetti riconoscibili, per cercare modelli, organizzare e dare un senso al miscuglio di forme, linee, colori e trame presentate all'occhio. Un osservatore informato su ciò che può individuare e ha precedente esperienza visiva dell'oggetto ha più probabilità di distinguerlo e riconoscerlo. Al contrario, un osservatore non informato, non elabora attivamente la scena, non cerca di identificare un certo tipo di oggetto e ha meno probabilità di individuare e riconoscere una determinata struttura. In base a tale principio, difficilmente qualcuno riconoscerà a prima vista il dalmata nell'immagine accanto.

Foto: Ronald C. James. 1966

Infine, per ciò che attiene i fattori ambientali, tale influenza è generalmente riconducibile alla presenza o meno di ostacoli fisici alla visione (analisi di intervisibilità teorica), alla variazione del contrasto cromatico dell'oggetto rispetto allo sfondo in relazione anche all'illuminazione solare o alla trasparenza dello strato atmosferico lungo la linea di visione dipendente invece da aspetti prettamente meteorologici (analisi del contrasto visivo).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
158 di 1053

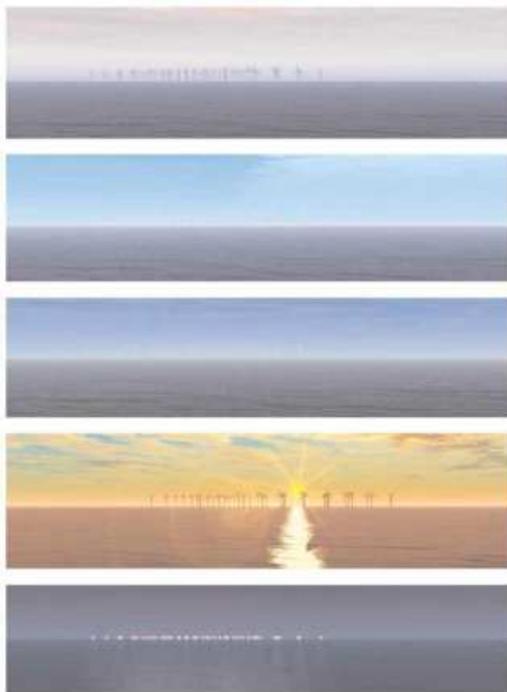


Figura 7.116 – Variazione del contrasto visivo al variare delle condizioni di illuminazione.

In talune condizioni le strutture offshore possono risultare invisibili. Fonte: (DTI, 2005)



Figura 7.117 – Variazione della visibilità in funzione delle condizioni di illuminazione e dei fattori atmosferici.

Fonte: (United States Department of the Interior, 2013)

7.7.2.2. Approccio alla valutazione della visibilità

La valutazione della visibilità delle opere connesse alla realizzazione e all'esercizio del parco eolico è stata effettuata combinando opportunamente diversi strumenti di analisi. D'altronde l'importanza e l'estensione del progetto determina una molteplicità di scenari visivi caratterizzati ciascuno da specifiche combinazioni di fattori ambientali agenti a scale differenti. Si pensi ad esempio alla valutazione della visibilità di un piccolo edificio monopiano (quale potrebbe essere ad esempio parte della sottostazione elettrica di consegna e misure) rispetto ad un aerogeneratore con caratteristiche simili a quelle analizzate per questa proposta progettuale. È evidente che, in relazione alle dimensioni, la portata visiva teorica dei due elementi, intesa come l'estensione dell'area di influenza visiva, sia notevolmente diversa nei due casi; l'aerogeneratore infatti in virtù della sua altezza potrebbe essere visibile a distanze molto maggiori. È però evidente che l'estensione del bacino visuale rende alcuni dei fattori di visibilità analizzati preponderanti rispetto ad altri. Si pensi infatti agli effetti della foschia: in un giorno di nebbia uno stesso oggetto potrebbe risultare visibile a breve distanza dall'osservatore divenendo praticamente invisibile a grande distanza da esso. Lo strumento di analisi non può quindi essere il medesimo nei due casi.

Anche la durata del disturbo visivo ha importanza nella combinazione dei metodi di analisi. Un disturbo di breve periodo è infatti maggiormente tollerabile soprattutto se completamente reversibile. Al contrario, l'intrusione visiva in un contesto paesaggistico di pregio con un orizzonte di lungo periodo richiede un livello di dettaglio dell'analisi ben maggiore in relazione agli effetti potenziali sui ricettori.

Per tal motivo, nell'ambito del presente studio, sono state condotte valutazioni di visibilità delle opere secondo lo schema proposto in Tabella 7.57. Per i dettagli sui metodi di analisi si faccia riferimento al documento specialistico "Relazione tecnica – Valutazione impatto visivo" cod. C0421YR19IMPVIS00 e alla "Relazione paesaggistica" cod. C0421YR18RELPAE01 allegati allo Studio di Impatto Ambientale.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
159 di 1053

Tabella 7.57 – Metodi di valutazione della visibilità e indici di impatto per le diverse fasi di costruzione, esercizio e dismissione dell’impianto.

SCENARIO VISIVO	STRUMENTI DI ANALISI	INDICE DI IMPATTO
Fase di costruzione (dismissione) Operazioni di assemblaggio (disassemblaggio) in area portuale degli aerogeneratori e della sottostazione FOS, costruzione delle sottostazioni elettriche onshore, costruzione (dismissione) degli elettrodotti aerei	analisi di intervisibilità binaria	intervisibilità binaria ambito visivo
Fase di esercizio (offshore) Operatività dell’impianto offshore in condizioni di visibilità prevalenti Operatività dell’impianto offshore in condizioni di visibilità eccezionali (rare)	analisi di intervisibilità binaria analisi del fattore di occupazione del campo visivo analisi del contrasto visivo analisi della magnitudo visiva fotoinserimento	intervisibilità binaria magnitudo visiva
Fase di esercizio (onshore) Operatività delle nuove stazioni elettriche e degli elettrodotti aerei	analisi di intervisibilità binaria	intervisibilità binaria ambito visivo rating di visibilità

L’estensione delle aree di indagine è stata invece definita in riferimento a specifiche AIVAT (Aree di Impatto Visivo Assoluto Teorico) entro cui possono potenzialmente manifestarsi impatti sul paesaggio ed entro cui sono definiti i cosiddetti “ambiti di visibilità” dei ricettori. Gli ambiti definiscono areali entro cui l’osservatore percepisce elementi estranei all’interno del suo contesto visivo secondo ben definiti livelli di dettaglio; generalmente si suole distinguere tre ambiti di visibilità classificati, secondo la distanza dal ricettore, in:

- **Ambito di “primo piano”**, generalmente entro 1 km dal ricettore visivo entro cui l’osservatore medio riconosce gli oggetti estranei al paesaggio con un livello di dettaglio, contrasto e intensità del colore molto elevati. In questa fascia la “scala umana” è un importante fattore cognitivo nella percezione delle relazioni spaziali e delle dimensioni relative degli oggetti. I livelli di impatto visivo associati ad elementi estranei inseriti all’interno di questo ambito sono tipicamente molto elevati.
- **Ambito “intermedio”**, generalmente compreso tra 1 km e 8 km di distanza dal ricettore visivo, entro cui gli oggetti iniziano a fondersi visivamente, i colori, l'intensità e le trame diventano attenuati per effetto della distanza e della foschia pur risultando ancora ancora identificabili. L’osservatore medio riconosce in genere la forma degli oggetti (alberi, complessi edilizi, rilievi montuosi).
- **Ambito “di sfondo”**, generalmente oltre gli 8 km, entro cui gli elementi del paesaggio perdono gran parte del dettaglio a causa della foschia e del particolato atmosferico diventando meno distinguibili. Elementi estranei inseriti in quest’ambito sono percepiti con colori spenti e tendenti ai toni del blu e del grigio; le caratteristiche delle trame superficiali vengono completamente perse e, generalmente, solo ampie forme del terreno sono nitidamente distinguibili. I livelli di impatto visivo associati ad elementi estranei inseriti all’interno di questo ambito sono generalmente bassi.

7.7.2.3. Visibilità in fase di costruzione

7.7.2.3.1. Parte a mare

Il contributo alla visibilità del progetto durante la fase di costruzione delle opere offshore sarà limitato, alle sole attività di (1) assemblaggio degli aerogeneratori e della sottostazione sulle relative fondazioni galleggianti e (2) successivo trasporto, in regime di galleggiamento presso il sito di installazione offshore.

La fase (1) di assemblaggio sarà eseguita interamente in ambito portuale presso banchina strumentata e per



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
160 di 1053

il tempo strettamente necessario all'esecuzione in sicurezza delle diverse attività di costruzione. Si tratterà comunque di operazioni sostanzialmente equipollenti alle normali attività portuali e che non determineranno alcun tipo di impatto visivo aggiuntivo rispetto allo scenario di base.

Per quanto riguarda invece la fase (2) di trasporto e installazione presso il sito offshore, il piano delle attività richiederà l'utilizzo di rimorchiatori e navi strumentate. Una volta raggiunto il sito di installazione, a circa 35 km dai ricettori terrestri più prossimi, le navi coinvolte nelle operazioni di costruzione saranno indistinguibili all'interno della scena visiva tanto in regime diurno quanto in regime notturno.

La maggior parte delle operazioni in mare avverrà durante le ore diurne; in caso di operatività notturna, le imbarcazioni saranno munite di idonei dispositivi di segnalamento luminoso in conformità alle indicazioni internazionali e nazionali in tema di sicurezza della navigazione. In condizioni di scarsa luminosità ambientale, ad esempio in giorni di particolare nuvolosità, potranno inoltre essere attivati sistemi luminosi di supporto alle lavorazioni per garantire la sicurezza dei lavoratori e migliorare la visibilità delle aree operative. La visibilità di questi sistemi di illuminazione sarà comunque trascurabile in relazione alle potenze luminose coinvolte e alla grande distanza dai ricettori visivi.

7.7.2.3.2. Parte a terra

Elettrodotti interrati

Le opere comprese nelle operazioni di posa dell'elettrodotto interrato comprendono la realizzazione del punto di giunzione (TJB) tra i cavi marini e terrestri, la posa dei cavi interrati 220kV tra il punto di giunzione e la sottostazione elettrica di trasformazione e consegna "Sulcis" e la posa, sempre interrata, dei cavi elettrici 380kV tra la stazione di consegna e la nuova sezione 380kV della esistente stazione elettrica TERNA Sulcis e delle terne 380kV di collegamento tra la stazione TERNA Sulcis e la stazione di transizione cavo-aereo. I tracciati sono stati studiati in armonia con quanto dettato dall'art 121 del T.U. 11/12/1933 n. 1775, prediligendo il passaggio su viabilità esistente evitando, per quanto possibile, interferenze e disservizi rispetto al contesto attuale.

La costruzione delle opere sarà condotta mediante un cantiere di tipo mobile con impiego di mezzi e macchine operatrici standard tra cui fresatrici per asfalto, scava-trincee, autocarri e autobetoniere. Lo sviluppo del cantiere sarà coerente con le tratte di elettrodotto comprese tra due giunzioni consecutive.

Le principali fasi di realizzazione previste, sono:

- attività preliminari che consistono in:
 - tracciamento del percorso dell'elettrodotto e dei giunti, rilievi geofisici con metodologia georadar per l'individuazione dei sottoservizi esistenti;
 - segregazione delle aree di lavoro con idonea recinzione;
 - preparazione dell'area di lavoro (rimozione ostacoli superficiali);
- esecuzione degli scavi per l'alloggiamento dei cavi mediante trincea;
- stenditura e posa del cavo;
- riempimento dello scavo fino a piano campagna con materiale idoneo;
- realizzazione dei giunti sui cavi;
- test di tensione sul cavo;
- realizzazione di getto in conglomerato bituminoso per il ripristino del manto stradale;
- terminazione;
- collaudo dei cavi.

In relazione alle dimensioni delle apparecchiature coinvolte, la visibilità delle aree di lavoro sarà quindi limitata alle sole aree immediatamente prossime ai luoghi di lavoro senza effetti significativi a grande distanza. Peraltro,



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
161 di 1053

la durata del cantiere, limitata al solo tempo richiesto per l'esecuzione in sicurezza delle attività, renderà ogni eventuale intrusione visiva di recinzioni e macchine operatrici senz'altro trascurabile e comunque totalmente reversibile nel breve periodo.

Elettrodotti aerei

Le opere di costruzione comprese nell'ambito della realizzazione del nuovo elettrodotto aereo 380 kV in singola terna tra la stazione di transizione cavo-aereo e la stazione di smistamento Villasor 380 e in doppia terna di raccordo tra la nuova stazione "Villasor 380" e la esistente dorsale 380kV Ittiri-Selargius, sono:

- occupazione delle aree di cantiere e dei relativi accessi;
- operazioni di scavo per la realizzazione delle fondazioni;
- costruzione delle opere di fondazione dei sostegni;
- ricoprimento delle aree di scavo, evacuazione e trattamento del terreno in eccesso;
- posa e tesatura dei conduttori;

La costruzione delle opere sarà condotta mediante un cantiere di tipo mobile composto da più aree di lavoro che assolveranno a differenti compiti. Nel dettaglio si distinguono:

- **un'area centrale o campo base** ovvero l'area principale del cantiere, dove vengono gestite tutte le attività tecnico-amministrative, i servizi logistici del personale, i depositi per i materiali e le attrezzature, nonché il parcheggio dei veicoli e dei mezzi d'opera;
- **un'area sostegno** corrispondente all'area di lavoro che interessa direttamente il traliccio; ne sarà realizzata una in corrispondenza di ciascun sostegno. All'interno di queste zone si sviluppano micro-cantieri destinati alle operazioni di scavo, getto in cemento armato delle fondazioni, rinterro ed infine all'assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno; tali microcantieri sono di dimensione media di norma pari a circa 900m² per sostegni 380 kV;
- **un'area di linea** interessata dalle attività di tesatura, di recupero dei conduttori esistenti, ed attività complementari quali, ad esempio la realizzazione di opere temporanee a protezione delle interferenze, la realizzazione delle vie di accesso alle diverse aree di lavoro, il taglio delle piante, ecc.

La visibilità delle aree di lavoro sarà in genere limitata alle sole aree immediatamente prossime ai luoghi di lavoro senza effetti significativi a grande distanza eccetto che per l'area sostegno ove il principale effetto di intrusione visiva sarà principalmente riconducibile alla presenza delle gru di sollevamento. Si tratta comunque di effetti in magnitudo inferiori rispetto alle condizioni di esercizio ed inoltre la durata del cantiere, limitata al solo tempo richiesto per l'esecuzione in sicurezza delle attività, renderà ogni eventuale intrusione visiva totalmente reversibile nel breve periodo.

Stazioni elettriche

I cantieri per la costruzione delle sottostazioni elettriche, incluse quindi la stazione elettrica di trasformazione, misura e consegna "Sulcis", la nuova sezione elettrica 380kV della stazione RTN TERNA Sulcis, la stazione elettrica di transizione cavo/aereo e la nuova stazione elettrica di smistamento Villasor 380, saranno di tipo fisso e opportunamente circoscritti da recinzione esterna alle opere.

Le principali macro-fasi di costruzione prevederanno:

- operazioni di cantierizzazione e sistemazione del sito;
- operazioni di movimento terra e realizzazione degli scavi di fondazione;
- realizzazione delle fondazioni;
- montaggio dei componenti elettromeccanici e degli edifici ausiliari;
- realizzazione della viabilità interna;
- montaggio dei trasformatori ed installazione dei sostegni;
- collaudi.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
162 di 1053

Anche in questo caso il principale effetto di intrusione visiva sarà principalmente riconducibile alla presenza delle gru di sollevamento. In relazione alle dimensioni delle apparecchiature coinvolte, la visibilità delle aree di lavoro sarà comunque limitata alle sole aree immediatamente prossime ai luoghi di lavoro senza effetti significativi a grande distanza. Peraltro, la durata del cantiere, limitata al solo tempo richiesto per l'esecuzione in sicurezza delle attività, renderà ogni eventuale intrusione visiva di recinzioni e macchine operatrici senz'altro trascurabile e comunque totalmente reversibile nel breve periodo.

7.7.2.4. Visibilità in fase di esercizio

7.7.2.4.1. Parte a mare

Per l'analisi della visibilità delle strutture offshore durante la fase di esercizio, si è fatto riferimento ad un'area di impatto potenziale massima assoluta AIVAT (area di indagine entro cui possono potenzialmente manifestarsi impatti sul paesaggio) di circa 93 km dall'involuppo esterno delle installazioni.



Faro di Capo Sandalo – Isola di San Pietro



Spiaggia di Piscinas – Costa Verde



Faraglione Pan di Zucchero – Masua



Ginepro piegato da vento – Costa Verde



Capo San Marco – Penisola del Sinis

Figura 7.118 – Paesaggi tipici della Sardegna occidentale.

Fonte: Assessorato del Turismo Artigianato e Commercio, Regione Autonoma della Sardegna, www.sardegnaturismo.it



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
163 di 1053

Limitandosi ai territori della regione ricadenti nell'AIVAT e potenzialmente interagenti con le opere in progetto, tra le innumerevoli mete del versante più occidentale della regione si citano, Oristano antica città fenicia ricca di tradizione e monumenti, la penisola del Sinis e le sue spiagge di candido quarzo, la Costa Verde con le sue alte dune, i deserti di sabbia e i ginepri piegati dal vento e, più a sud, l'affascinante Buggerru, le miniere di Porto Flavia e la spiaggia di Masua che guarda al bianco Pan di Zucchero. Di straordinaria bellezza anche l'arcipelago del Sulcis con le sue isole San Pietro e Sant'Antioco, di enorme interesse paesaggistico per le splendide cale e i promontori con vista su acque cristalline.

I modelli di analisi adottati consentono la mappatura delle intere aree incluse nell'AIVAT di riferimento ma specifiche valutazioni di visibilità sono state effettuate in riferimento a specifici ricettori isolati. La selezione di tali ricettori (per il cui elenco si rimanda al documento specialistico "Relazione tecnica – Valutazione impatto visivo" cod. C0421YR19IMPVIS00) è stata condotta in riferimento:

- all'analisi dell'assetto fisico dei luoghi in quanto fattore di bellezza e unicità del paesaggio;
- all'elenco dei beni culturali e paesaggistici del territorio così come riconosciuti ai sensi del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (D.lgs. 22 gennaio 2004, n.42) ovvero all'analisi dei beni paesaggistici e delle componenti del paesaggio individuati nel repertorio dei beni paesaggistici e identitari del Piano Paesaggistico Regionale della Regione Sardegna con particolare riguardo agli ambiti ricadenti nella perimetrazione AIVAT;
- ai punti di interesse ad elevata fruizione turistica;
- alle sole componenti paesaggistiche ricadenti in zone di mutua intervisibilità.

La cernita del repertorio dei beni culturali archeologici, architettonici, paesaggistici e identitari, così come identificati dal Piano Paesaggistico Regionale della Regione Sardegna, ha evidenziato circa 1368 potenziali ricettori interni all'AIVAT.

Per ulteriori dettagli sulla descrizione delle diverse componenti paesaggistiche si faccia riferimento anche alla "Relazione paesaggistica" cod. C0421YR18RELPAE01 allegata allo Studio di Impatto Ambientale.

È bene osservare che, la collocazione degli aerogeneratori in acque lontane dalle coste determina una significativa riduzione della potenzialità di impatto sul paesaggio rispetto al caso di impianti fissi realizzati a terra. Le turbine infatti ricadono completamente in ambiti visivi di sfondo e perdono la capacità di alterare in maniera significativa la fisionomia e la percezione dei luoghi venendo meno l'intima relazione con il contesto visivo di primo piano. A ciò contribuiscono anche le condizioni meteorologiche che, come si vedrà, concorrono, nella quotidiana fruizione dei luoghi, ad una pressoché totale mascheratura delle strutture nella percezione dell'orizzonte marino.

Nondimeno va sottolineato che l'intero parco di generazione cade all'esterno di aree ritenute non idonee all'insediamento di impianti eolici (così come individuate dalla deliberazione della Regione Autonoma della Sardegna n. 59/90 del 27 novembre 2020 recante "Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili") e valutate su criteri tecnici oggettivi legati ad aspetti di tutela dell'ambiente, del paesaggio e del patrimonio artistico-culturale, connessi alle caratteristiche intrinseche del territorio e del sito.

Analisi di intervisibilità binaria

L'analisi di intervisibilità binaria valuta la caratteristica di due punti dello spazio (rappresentativi dell'osservatore e dell'oggetto) di essere *mutuamente intervisibili* ovvero non separati da alcun ostacolo che ne impedisca la visione reciproca.

I risultati dell'analisi di intervisibilità (*binary viewshed analysis*) sono mostrati in Figura 7.119. Le zone evidenziate in giallo sono zone di potenziale intervisibilità del parco eolico (ovvero per le quali non esiste alcuno ostacolo lungo la linea visiva tra l'osservatore e il parco).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 164 di 1053

Le mappe sono state elaborate applicando al livello altimetrico locale un offset pari a 1.7 m nel dominio dei punti di osservazione. Sono stati inoltre considerati gli effetti della curvatura terrestre e della rifrazione atmosferica adottando un coefficiente di rifrazione pari a 0.13.

Il DTM dell'area di indagine è stato estratto dal dataset INGV TINITALY DEM (Tarquini, et al., 2007). Il DTM, derivato interpolando i dati di elevazione ottenuti da fonti diverse come misure a terra, carte tecniche regionali, cartografia IGM e rilievi LIDAR, riproduce integralmente la morfologia del territorio italiano con una risoluzione orizzontale di 10 m ed una precisione verticale, validata su più di 200000 punti di controllo sparsi, inferiore a 3.5 m (RMSE).

Nella mappa sono anche chiaramente individuati i potenziali ricettori sensibili intervisibili rispetto alle strutture offshore del progetto. Solo 242 dei 1368 beni ricadenti all'interno della perimetrazione AIVAT (poco meno del 18%) risultano in zone di potenziale intervisibilità. Gli stessi sono elencati nelle tabelle seguenti.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

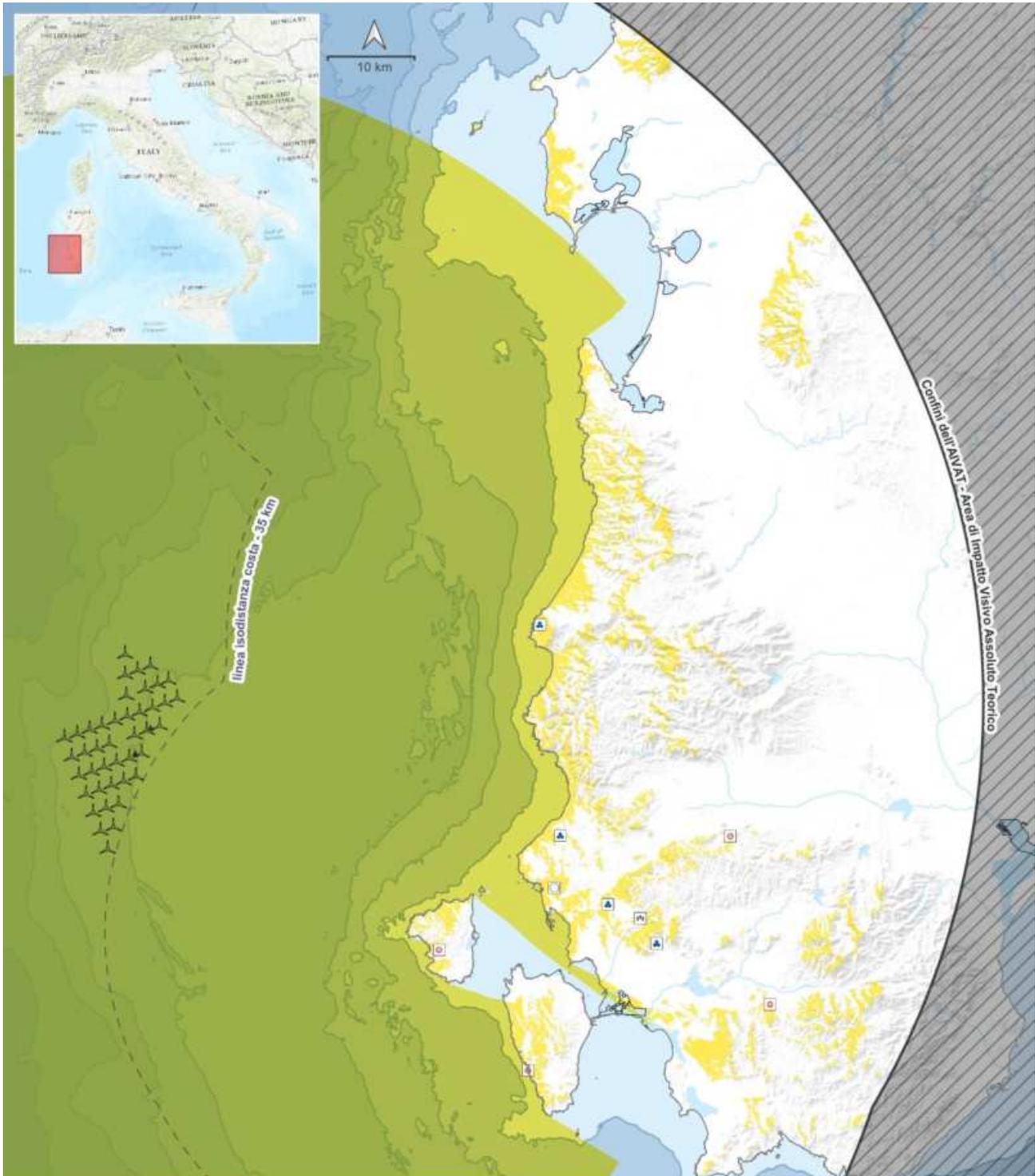
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
165 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
Analisi di impatto visivo - Punti di interesse interni all'AIVAT - Beni culturali archeologici
Elaborazione iLStudio su dati Piano Paesaggistico Regionale della Regione Sardegna, 2017

LEGENDA

- | | | | |
|------------------|-----------------------------|----------------------|-----------|
| Strutture | Perimetrazioni | Beni archeol. | NECROPOLI |
| WTG | Regione esterna AIVAT | CIRCOLO | NURAGHE |
| FOS | Area potenziale intervisib. | INSEDIAMENTO | |

Figura 7.119 – Analisi di visibilità binaria e punti di interesse intervisibili interni all'AIVAT.
Beni culturali archeologici. Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

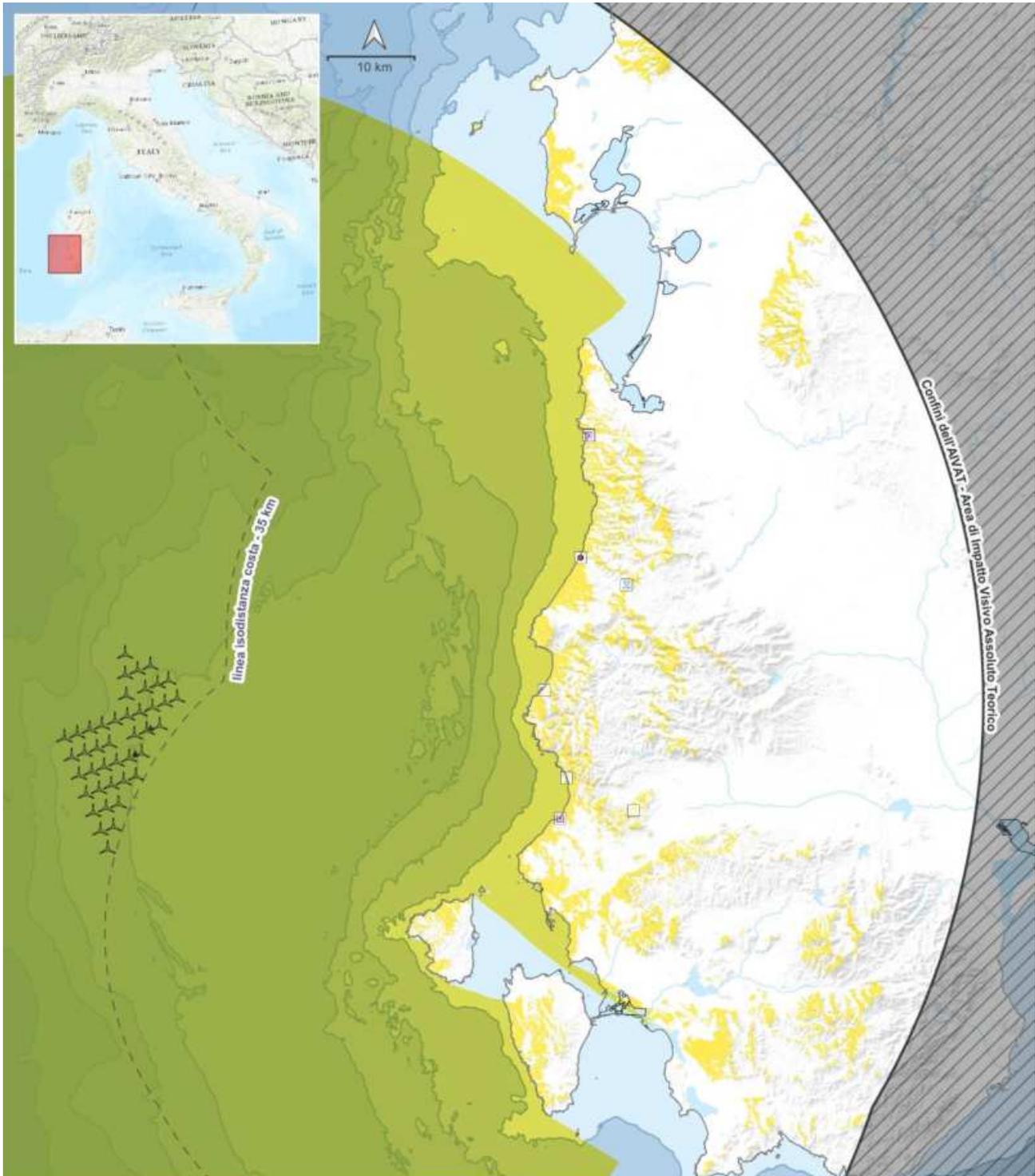
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
166 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Analisi di impatto visivo - Punti di interesse interni all'AIVAT - Beni culturali architettonici

Elaborazione iLStudio su dati Piano Paesaggistico Regionale della Regione Sardegna, 2017

LEGENDA

Strutture	Perimetrazioni	Beni architett.	STRUTTURE INDUSTRIALI
WTG	Regione esterna AIVAT	EDIFICIO	TONNARA
FOS	Area potenziale intervisib.	LAVERIA	VILLA

Figura 7.120 – Analisi di visibilità binaria e punti di interesse intervisibili interni all'AIVAT.

Beni culturali architettonici. Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

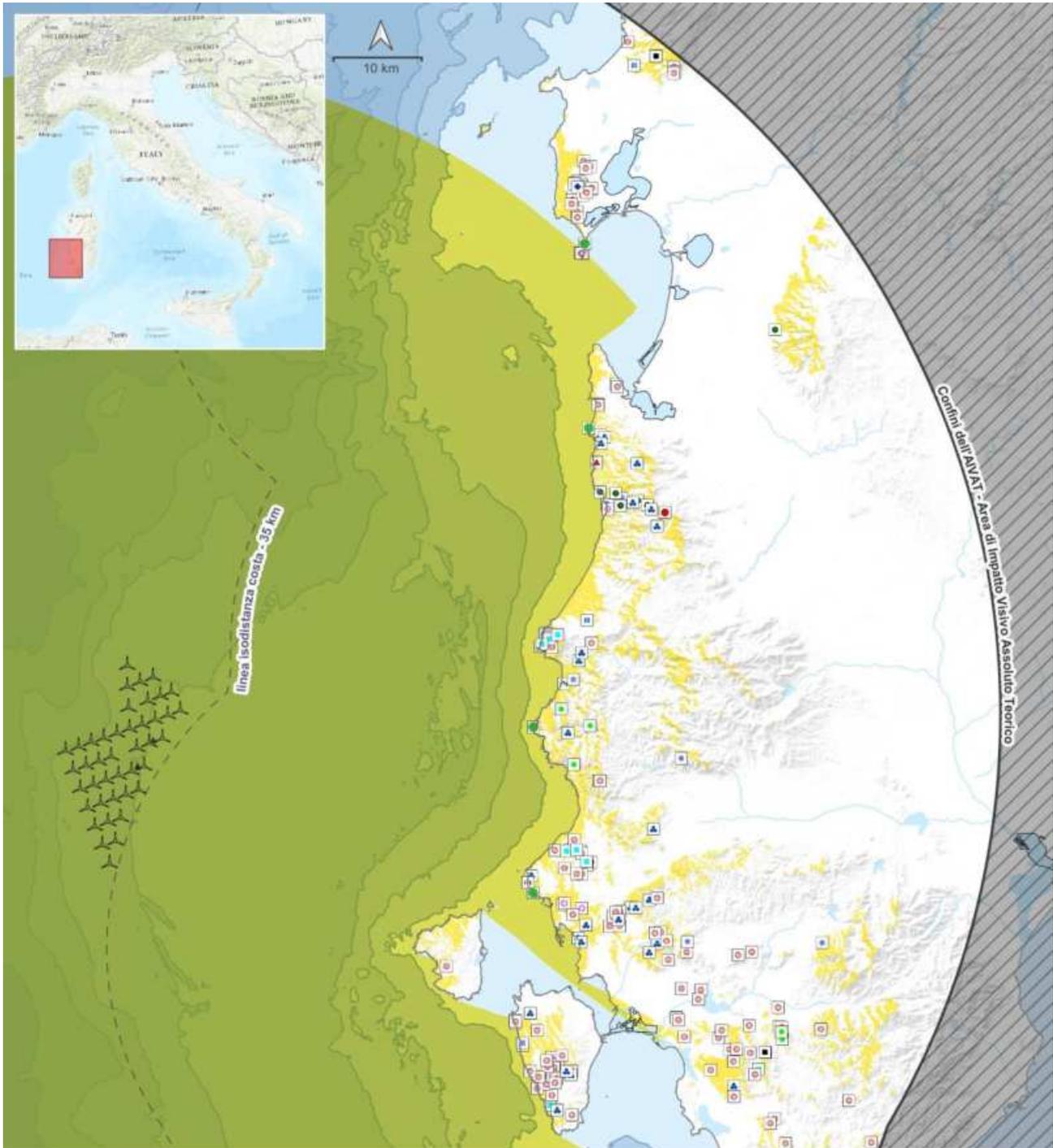
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
167 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Analisi di impatto visivo - Punti di interesse interni all'AIVAT - Beni culturali paesaggistici

Elaborazione iLStudio su dati Piano Paesaggistico Regionale della Regione Sardegna, 2017

LEGENDA

Strutture	Perimetrazioni	Beni paesag.	GROTTA	RINVENIM.	TORRE
WTG	Regione esterna AIVAT	ABITATO	GROTTA RIP.	RUDERI	VILLAGGIO
FOS	Area potenziale intervisib.	CAPANNA	INSEDIAMENTO	TOMBA	
		CAST. FORTIF.	NECROPOLI	T. DEI GIG.	
		COMPLESSO	NURAGHE	TOPHET	

Figura 7.121 – Analisi di visibilità binaria e punti di interesse intervisibili interni all'AIVAT.

Beni culturali paesaggistici. Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

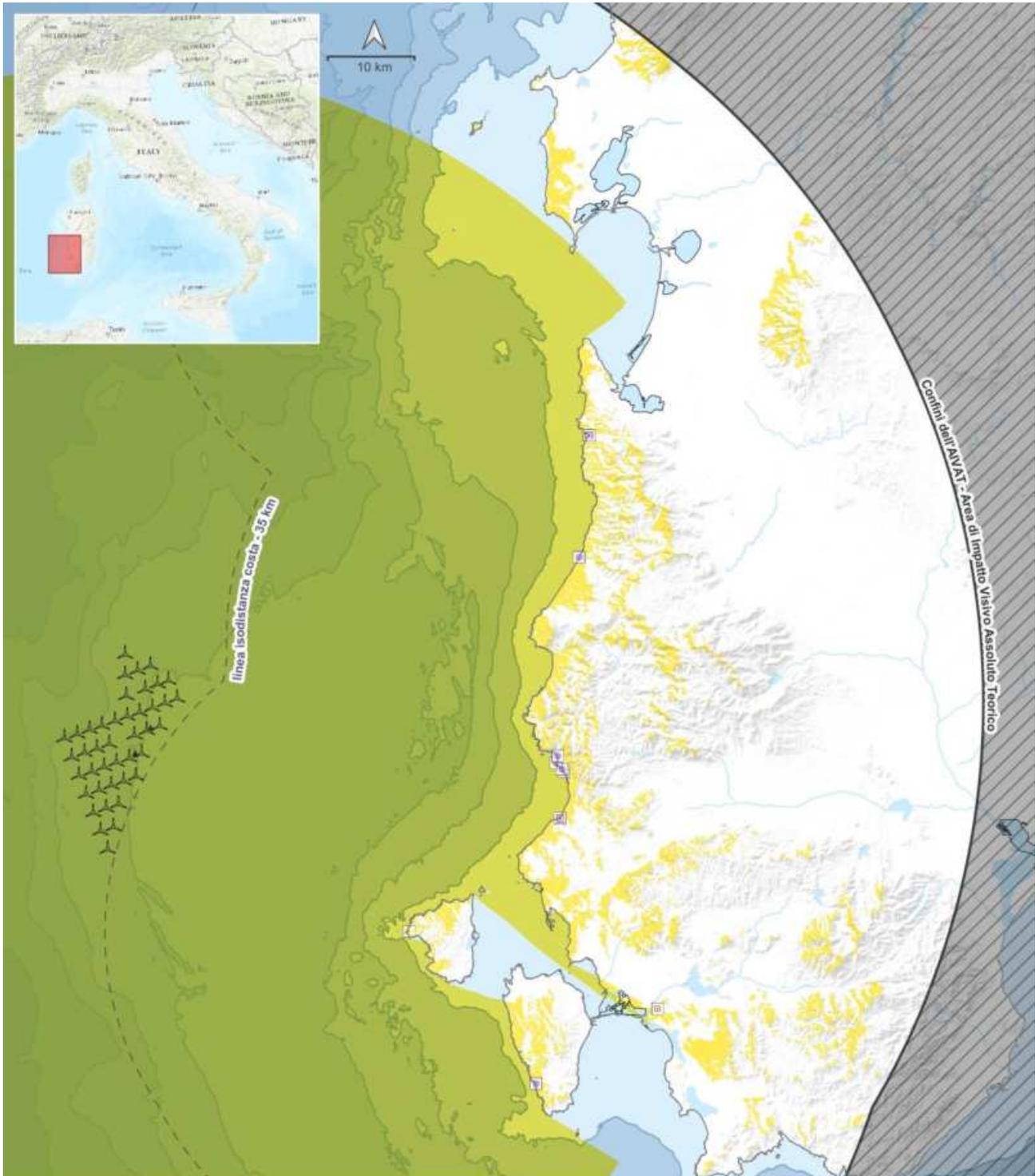
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
168 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Analisi di impatto visivo - Punti di interesse interni all'AIVAT - Beni culturali identitari

Elaborazione iLStudio su dati Piano Paesaggistico Regionale della Regione Sardegna, 2017

LEGENDA

Strutture	Perimetrazioni	Beni identitari	PORTO STORICO
WTG	Regione esterna AIVAT	FABBRICATO	TONNARA
FOS	Area potenziale intervisib.	FARO	

Figura 7.122 – Analisi di visibilità binaria e punti di interesse intervisibili interni all'AIVAT.

Beni culturali identitari. Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio**PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE**
PROGETTO DEFINITIVO**Studio di Impatto Ambientale**Codice documento:
C0421YR03RELSIA01aData emissione:
Giugno 2024Pagina
169 di 1053**Tabella 7.58 – Punti di interesse intervisibili interni all'AIVAT – Beni culturali archeologici.**

Elaborazione iLStudio da catalogo beni culturali del Piano Paesaggistico Regionale della Regione Sardegna.

COD. BUR	Comune	Tipo	Denominazione	Easting	Northing
5743	Arbus	Insedimento	Ruderi Monumentali Di Strutture	447983	4369077
5767	Carbonia	Necropoli	Necropoli A Domus De Janas Di Cannas Di Sotto	459565	4335002
5770	Carbonia	Insedimento	Insedimento Di Monte Sirai	455848	4336604
5774	Carloforte	Nuraghe	Nuraghe Bricco Del Polpo	436364	4331288
5873	Gonnesa	Insedimento	Area Archeologica – Nuraghe Seruci	450349	4344574
5896	Portoscuso	Circolo	Circoli Megalitici – S'imperacarta	449675	4338508
5898	Villamassargia	Nuraghe	Nuraghe Predi Antiogu	469951	4344505
5906	Sant'Antioco	Nuraghe	Resti Archeologici Del Nuraghe Porto Triga	446628	4317288
5909	Tratalias	Insedimento	Insedimento Fortificato Di Sirimagus	461459	4332047
5913	Santadi	Nuraghe	Monumento Nuragico A Torre Di Nuraxi Senzu	474537	4324948
5743	Arbus	Insedimento	Ruderi Monumentali Di Strutture	447983	4369077

Tabella 7.59 – Punti di interesse intervisibili interni all'AIVAT – Beni culturali architettonici.

Elaborazione iLStudio da catalogo beni culturali del Piano Paesaggistico Regionale della Regione Sardegna.

COD. BUR	Comune	Tipo	Denominazione	Easting	Northing
5790	Arbus	Tonnara	Complesso Delle Vecchie Tonnare	453627	4391194
5791	Arbus	Edificio	Ex Colonia Marina	452692	4376866
5792	Gonnesa	Tonnara	Tonnara Porto Paglia	450349	4346570
5801	Iglesias	Strutture Industriali	Impianto Minerario "Sa Macchina Beccia"	458783	4347475
5802	Iglesias	Laveria	Laveria Vecchia Miniera Nebida	451085	4351300
5989	Buggerru	Laveria	Laveria Malfidano	448508	4361496
5991	Arbus	Tonnara	Tonnara	453655	4391080
5993	Arbus	Villa	Villa Idina	457986	4373709

Tabella 7.60 – Punti di interesse intervisibili interni all'AIVAT – Beni culturali paesaggistici.

Elaborazione iLStudio da catalogo beni culturali del Piano Paesaggistico Regionale della Regione Sardegna.

COD. BUR	Comune	Tipo	Denominazione	Easting	Northing
4539	Carbonia	Insedimento Sparso	Medau Is Lampis	460206	4333853
4553	Carbonia	Insedimento Sparso	Medau De Matta	457241	4338008
4554	Carbonia	Insedimento Sparso	Medau De Cadonis	457816	4337934
4560	Portoscuso	Insedimento Sparso	Medau	449499	4338314
4564	Iglesias	Insedimento Sparso	Medau Monti Oi	459798	4346947
4575	Iglesias	Insedimento Sparso	Medau Friaxu	450123	4357942
4596	Arbus	Insedimento Sparso	Medau Serra 'E Fromigas	457968	4388726
4616	Carbonia	Insedimento Sparso	Medau Cane'	459334	4338859
4621	Carbonia	Insedimento Sparso	Medau Monte Crobu	459312	4332850



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
170 di 1053

COD. BUR	Comune	Tipo	Denominazione	Easting	Northing
6123	Giba	Nuraghe	Nuraghe Di Villarios	463304	4323216
6125	Masainas	Nuraghe	Nuraghe Fais	467173	4323083
6126	Masainas	Nuraghe	Nuraghe Localita' Schina Lua	468425	4321784
6127	Masainas	Nuraghe	Nuraghe Localita' Arramini	469218	4321801
6129	Masainas	Nuraghe	Nuraghe Localita' S'ega Grutta	468852	4320406
6135	Masainas	Nuraghe	Nuraghe Piras	466289	4319413
6138	Teulada	Nuraghe	Nuraghe Barussa	468937	4316359
6140	Giba	Nuraghe	Nuraghe	467467	4323944
6152	Sant'Anna Arresi	Insedimento	Stazione Preistorica	468906	4317583
6232	Tratalias	Nuraghe	Nuraghe Su Trubixidda	463566	4332893
6236	Tratalias	Nuraghe	Nuraghe Monte Prano	464936	4327533
6244	Tratalias	Nuraghe	Nuraghe E Capanna Monte Ennazza	465175	4328576
6246	Tratalias	Nuraghe	Nuraghe Tratalias	462966	4328723
6253	Tratalias	Nuraghe	Nuraghe Plano Crobu	464886	4327493
6256	Tratalias	Nuraghe	Nuraghe Sirimagus, Pozzo Monte Sirimagus	461486	4332013
6269	Piscinas	Nuraghe	Nuraghe De Frois	470786	4321373
6276	Teulada	Nuraghe	Nuraghe Di Monte Arbus	473526	4313844
6279	Teulada	Nuraghe	Nuraghe Punta Medau Carbone	473046	4313324
6280	Teulada	Nuraghe	Nuraghe Barussa	468926	4316381
6286	Teulada	Tomba Dei Giganti	Tomba Dei Giganti S'arcu 'E Su Re	471716	4319523
6300	Teulada	Nuraghe	Nuraghe E Tomba Dei Giganti	481956	4315944
6305	Teulada	Nuraghe	Nuraghe Su Pizzu Arrubiu	471296	4318913
6345	Teulada	Nuraghe	Nuraghe Monte Idu	474765	4311046
6420	Santadi	Nuraghe	Nuraghe Cirixi	478776	4324093
6427	Santadi	Nuraghe	Nuraghe Di Monte Fenugu	473932	4326563
6435	Santadi	Grotta	Grotta Piroso-Su Benatzu	474406	4322933
6436	Santadi	Nuraghe	Nuraghe Mannu De Barrua	474356	4324293
6439	Santadi	Nuraghe	Nuraghe Pimpini	474326	4323793
6449	Santadi	Tomba	Tomba Barrua De Basciu	474046	4324393
6452	Santadi	Insedimento	Struttura Di Incerta Definizione	472486	4321443
6503	Piscinas	Nuraghe	Nuraghe Acqua Callenti	470646	4324503
6529	Perdaxius	Nuraghe	Nuraghe Monte Narcao	469386	4332553
6613	Calasetta	Nuraghe	Nuraghe Bricco Scarperino	445865	4325890
6614	Calasetta	Nuraghe	Nuraghe Nido Dei Passeri	444183	4324741
6616	Calasetta	Nuraghe	Nuraghe Acqua Sa Murta	446618	4323956
6618	Calasetta	Nuraghe	Nuraghe Mercureddu	445010	4322210
6620	Calasetta	Complesso	Complesso Nuragico Nido Dei Passeri	444125	4325110



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
171 di 1053

COD. BUR	Comune	Tipo	Denominazione	Easting	Northing
6621	Calasetta	Tomba Dei Giganti	Tomba Dei Giganti Nido Dei Passeri	444172	4325080
6624	Calasetta	Tomba	Tomba Casa Manunza	444966	4322503
6625	Calasetta	Nuraghe	Nuraghe Spiaggiagrande	444176	4324943
6628	Calasetta	Insedimento	Struttura Incerta Bricco Scarperino	445846	4325898
7260	Cabras	Nuraghe	Nuraghe Baboe Cabitza	451775	4412696
7262	Cabras	Insedimento	Tomba Capo San Marco	451494	4412774
7263	Cabras	Insedimento	Insedimento Baboe Cabitza	451803	4412692
7295	Cabras	Torre	Torre Di San Giovanni Di Sinis	452021	4413819
7301	Arbus	Torre	Torre Di Flumentorgiu	452474	4392766
7302	Iglesias	Torre	Torre Di Cala Domestica	446206	4358596
7305	Portoscuso	Torre	Torre Di Portoscuso	446159	4339660
7311	Teulada	Torre	Torre Di Porto Scuro	471011	4305565
7413	San Giovanni Suergiu	Tomba Dei Giganti	Tomba Dei Giganti Stracosciu	462381	4325450
7708	Seneghe	Tomba Dei Giganti	Tomba Dei Giganti Sa Coa 'E S'ambidda	460111	4435283
7742	Sant'Antioco	Tomba Dei Giganti	Tomba Dei Giganti Su Niu 'E Su Crobu	448086	4315421
7750	San Giovanni Suergiu	Tomba	Tomba	462381	4325450
7917	Carbonia	Necropoli	Necropoli Fenicia Monte Sirai	455818	4336790
7919	Carbonia	Necropoli	Necropoli Punica Monte Sirai	455756	4336796
7922	Carbonia	Tophet	Tophet Monte Sirai	455599	4336873
7925	Carbonia	Nuraghe	Nuraghe Piroso	460235	4339085
7931	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe	448977	4320044
7932	Sant'Antioco	Complesso	Complesso Nuragico Noccus	448234	4320863
7934	Carbonia	Nuraghe	Nuraghe Paristeris	460621	4335188
7937	Carbonia	Nuraghe	Nuraghe Piliu	454805	4335843
7938	Carbonia	Nuraghe	Nuraghe Loddi	461286	4334183
7951	Sant'Antioco	Tomba Dei Giganti	Tomba Dei Giganti Corongiu Murvonis	448137	4319348
7953	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe	450435	4318865
7954	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe	447710	4317772
7956	San Giovanni Suergiu	Nuraghe	Nuraghe Trullu	462424	4325379
7959	Narcao	Nuraghe	Nuraghe Is Linzas	470936	4332905
7965	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe	448657	4317964
7973	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe Grutti Acqua	448895	4314851
7974	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe	450588	4314267
7980	Iglesias	Nuraghe	Nuraghe San Pietro	453752	4352482
7981	Carbonia	Nuraghe	Nuraghe Nuraxeddu	455966	4335901
7982	Carbonia	Nuraghe	Nuraghe Lallai	456020	4337556



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
172 di 1053

COD. BUR	Comune	Tipo	Denominazione	Easting	Northing
7983	Carbonia	Nuraghe	Nuraghe Serra Niedda	455213	4336931
7984	Carbonia	Nuraghe	Nuraghe	455540	4337497
7988	Iglesias	Grotta Riparo	Grotta Riparo	453617	4352472
7994	Iglesias	Grotta Riparo	Grotta Riparo	462954	4355028
8003	Nuxis	Grotta Riparo	Grotta Riparo	478921	4333949
8006	Carbonia	Grotta Riparo	Grotta Di Serbariu	463655	4334098
8369	Cabras	Nuraghe	Nuraghe	451889	4423255
8373	Cabras	Nuraghe	Nuraghe	452656	4422633
8378	Cabras	Nuraghe	Nuraghe	452127	4422441
8385	Cabras	Nuraghe	Nuraghe	451302	4420973
8391	Cabras	Nuraghe	Nuraghe Cadaane	450889	4420718
8395	Cabras	Nuraghe	Nuraghe	451580	4420635
8396	Cabras	Nuraghe	Nuraghe	451682	4420458
8397	Cabras	Nuraghe	Nuraghe	451737	4420305
8398	Cabras	Nuraghe	Nuraghe	451192	4420361
8399	Cabras	Nuraghe	Nuraghe Sa Gora De Sa Scafa	451427	4420114
8402	Cabras	Nuraghe	Nuraghe	452715	4419981
8403	Cabras	Nuraghe	Nuraghe S'argaru	452801	4420177
8409	Cabras	Nuraghe	Nuraghe Abba Chene Sole	450613	4419151
8410	Cabras	Nuraghe	Nuraghe Suergiu	450607	4418821
8411	Cabras	Nuraghe	Nuraghe Figus De Cara	451766	4419318
8412	Cabras	Nuraghe	Nuraghe	452240	4419657
8892	Seneghe	Nuraghe	Nuraghe Cavala	460098	4435255
8894	Narbolia	Nuraghe	Nuraghe Erba Caggius	462109	4433998
8895	Narbolia	Nuraghe	Nuraghe Scala Cuaddus	462263	4433482
8896	Narbolia	Nuraghe	Nuraghe	462134	4433314
8921	Cuglieri	Nuraghe	Nuraghe Cornus Tonchiu	456897	4436879
9120	Tratalias	Nuraghe	Nuraghe Tratalias	462976	4328729
9128	Giba	Nuraghe	Nuraghe	467540	4323958
9134	Carbonia	Nuraghe	Nuraghe Mitzotus	459969	4335055
9138	Portoscuso	Insedimento	Nuraghe E Villaggio Atzori	452169	4335968
9139	Gonnesa	Nuraghe	Nuraghe Seruci	450347	4344586
9140	Gonnesa	Nuraghe	Nuraghe S'erbexi	451518	4344437
9141	Gonnesa	Nuraghe	Nuraghe Sa Turritta	451653	4344169
9144	Gonnesa	Nuraghe	Nuraghe Murru Moi	452727	4343171
9145	Gonnesa	Nuraghe	Nuraghe Muromoi	452275	4342811
9146	Gonnesa	Nuraghe	Nuraghe De Is Arenas	451664	4341813



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
173 di 1053

COD. BUR	Comune	Tipo	Denominazione	Easting	Northing
9148	Gonnesa	Nuraghe	Nuraghe Ghilotta li	449724	4342482
9158	Teulada	Nuraghe	Nuraghe Mannu Di Monte Maria	484486	4311144
9165	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe Monte Arbus	450577	4314273
9171	Sant'Antioco	Insedimento	Complesso Grutti Acqua	448896	4314840
9172	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe Pruna	448300	4316521
9189	San Giovanni Suergiu	Nuraghe	Nuraghe Monte Palmas	462649	4325136
9193	Iglesias	Nuraghe	Nuraghe San Pietro	453760	4352482
9203	Gonnesa	Nuraghe	Nuraghe Punta Sa Intilla	450832	4345692
9204	Gonnesa	Nuraghe	Nuraghe Su Arci	448632	4344523
9205	Gonnesa	Nuraghe	Nuraghe Nuraxi Figus	451108	4341836
9207	Portoscuso	Insedimento	Nuraghe E Villaggio Baccu Ollasta	445959	4341644
9208	Portoscuso	Nuraghe	Nuraghe Crixionis	450667	4337183
9212	Cabras	Nuraghe	Nuraghe	451154	4417439
9213	Cabras	Nuraghe	Nuraghe Giuanni Nieddu	451186	4416811
9215	Cabras	Nuraghe	Nuraghe Baboe Cabitza	451608	4412714
9216	Cabras	Nuraghe	Nuraghe Antioco Crobis li	450517	4418360
9222	Carloforte	Nuraghe	Nuraghe Bricco Del Polpo	436351	4331279
9248	Arbus	Nuraghe	Nuraghe Manago	447433	4369179
9249	Arbus	Nuraghe	Nuraghe Corru Longu	446991	4367807
9251	Arbus	Nuraghe	Nuraghe	447796	4367925
9252	Fluminimaggiore	Nuraghe	Nuraghe Punta Su Nuraxi	452784	4368204
9253	Arbus	Nuraghe	Nuraghe	448303	4367732
9256	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe De Chirigu	448979	4320059
9257	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe Antiogu Diana I	449975	4319290
9258	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe Antiogu Diana II	449756	4319204
9259	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe S'ega De Funtana	450432	4318885
9260	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe Corongiu Murvonis	448238	4319373
9261	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe Gianni Efisi	447687	4317791
9264	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe Perda Stufaras	449454	4321086
9265	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe Perdas De Fogu	450556	4319291
9266	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe Serra De Su Parone	448557	4319709
9269	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe Su Piscinas	448782	4318663
9271	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe S'ega 'E Bomba	448339	4318674
9272	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe Serra Nuarxia II	448854	4318448
9273	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe Serra Nuarxia I	448658	4317958
9275	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe De Su Nonnettu	447789	4319797
9276	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe Cala Sapone	446788	4318625



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
174 di 1053

COD. BUR	Comune	Tipo	Denominazione	Easting	Northing
9277	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe Porto De Triga	446618	4317306
9279	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe Su Cuccu De Bogolatti	447710	4320492
9280	Sant'Antioco	Nuraghe	Nuraghe Calalunga	445794	4319294
9297	Arbus	Nuraghe	Nuraghe Priogosu	455568	4397747
9298	Arbus	Nuraghe	Nuraghe Is Cabis	455710	4397477
9307	Arbus	Nuraghe	Nuraghe S'enna 'E S'arcu I	453540	4395482
9449	Seneghe	Ruderi	Struttura Di Incerta Definizione	460108	4435224
9452	Narbolia	Abitato	Abitato Su Forrunou	457607	4434179
9492	San Giovanni Suergiu	Insedimento	Insedimento Bruncu Teula	451255	4334503
9493	San Giovanni Suergiu	Insedimento	Insedimento	451625	4334046
9515	Sant'Antioco	Insedimento	Insedimento	450435	4318856
9516	Sant'Antioco	Insedimento	Insedimento	449946	4319273
9551	Cabras	Villaggio	Villaggio Cadelanu 1	450853	4420684
9554	Cabras	Villaggio	Villaggio S'ardia De Pusedda	451210	4420327
9764	Carbonia	Insedimento	Abitato Monte Sirai	455841	4336602
9828	Marrubiu	Rinvenimenti	Santa Maria Zuarbara	473587	4403978
9843	Arbus	Tomba Dei Giganti	Tomba Dei Giganti Manago	447614	4369331
9844	Arbus	Tomba Dei Giganti	Tomba Dei Giganti Su Lacchittu	447516	4369101
9845	Arbus	Tomba Dei Giganti	Tomba Dei Giganti Sa Grutta 'E Su Bandiu	447994	4369090
9847	Arbus	Capanna	Capanna Nuragica	447804	4368834
9848	Arbus	Tomba Dei Giganti	Tomba Dei Giganti Sa Perda 'E Su Scusorgiu	447997	4368663
9849	Arbus	Tomba Dei Giganti	Tomba Dei Giganti	447182	4368052
9850	Arbus	Tomba Dei Giganti	Tomba Dei Giganti Su Forru'e Ni	448961	4369151
9851	Arbus	Abitato	Abitato Nuragico	452275	4370792
9855	Buggerru	Necropoli	Necropoli/Villaggio	449640	4363533
9856	Buggerru	Tomba	Tomba Di San Nicolo'	450740	4364021
9857	Buggerru	Insedimento	Insedimento Sa Colombera	451336	4366168
9858	Fluminimaggiore	Insedimento	Insedimento Fighezia	451669	4367088
9877	Buggerru	Grotta	Grotta Sepoltura S'acqua Gelada	449354	4360659
9878	Buggerru	Grotta	Grotta Di Padre Nocco	452646	4358754
9879	Iglesias	Grotta	Grotta Dei Morti Di Masua	450789	4354317
9954	Arbus	Capanna	Linnammini Su Vicariu	453351	4388842
9955	Arbus	Insedimento	Insedimento E Canale	454566	4384021
9956	Arbus	Complesso	Stazione Campu Sali	454633	4383511
9959	Arbus	Rinvenimenti	Ritrovamenti Punta Maimoi	453757	4385456
9960	Gonnosfanadiga	Castello Fortificazioni	Castello Monte Arcuentu	461110	4383108



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
175 di 1053

COD. BUR	Comune	Tipo	Denominazione	Easting	Northing
9963	Arbus	Rinvenimenti	Materiale Preistorici Planargia	458042	4384462
9964	Arbus	Rinvenimenti	Ritrovamenti Terra Sebis	459113	4383941
9965	Arbus	Tomba	Tomba Cuccuru Espis	456212	4384800
9967	Arbus	Insedimento	Insedimento Cuccuru Su Mattoni	459568	4383478
9974	Arbus	Insedimento	Villa Romana	457466	4384234
9975	Arbus	Rinvenimenti	Ritrovamenti Ceramiche	455530	4385301
9976	Arbus	Rinvenimenti	Blocchi In Basalto	456079	4383902
9979	Gonnesa	Tomba Dei Giganti	Tomba Dei Giganti Punta Seruci	449951	4344437
9980	Gonnesa	Tomba Dei Giganti	Tomba Dei Giganti S'erbexi	451073	4344561
9981	Gonnesa	Tomba Dei Giganti	Tomba Dei Giganti Muro Moi	452219	4343211
9983	Portoscuso	Complesso	Complesso Archeologico S'imperacarta	449705	4338477
9985	Portoscuso	Complesso	Complesso Nuragico Paringianeddu	451693	4337891
9990	Portoscuso	Necropoli	Area Funeraria Punta Niedda	445553	4340864
10077	Arbus	Insedimento	Insedimento Genna Abis	460211	4381540
10111	Arbus	Insedimento	Insedimento Coddu Esti	453789	4391949
10112	Arbus	Insedimento	Insedimento Su Bottiau	454257	4391711
10113	Arbus	Insedimento	Insedimento Flumentorgiu	453858	4391017
10120	Arbus	Nuraghe	Nuraghe S'enna 'E S'arcu li	453537	4395417
10125	Santadi	Nuraghe	Nuraghe Monte Moddizzi	472486	4321447
10126	Teulada	Ruderi	Struttura Di Incerta Definizione Monte Moddizzi	472446	4321443
10163	Santadi	Grotta	Grotta Sa Fossa Di Pimpini	474326	4323793
10164	Santadi	Nuraghe	Tafoni Del Nuraghe Cirixi	478776	4324093

Tabella 7.61 – Punti di interesse intervisibili interni all'AIVAT – Beni culturali identitari.

Elaborazione iLStudio da catalogo beni culturali del Piano Paesaggistico Regionale della Regione Sardegna.

COD. BUR	Comune	Tipo	Denominazione	Easting	Northing
1812	Sant'Antioco	Porto Storico	Su Casu	447536	4315773
1819	Iglesias	Porto Storico	Porto Storico Ghiano	450756	4351973
1820	Iglesias	Porto Storico	Porto Storico Banda	450576	4352283
1822	Iglesias	Porto Storico	Porto Storico Corallo	449856	4353023
1823	Iglesias	Porto Storico	Porto Storico Di Masua	450056	4353833
1837	Arbus	Porto Storico	Porto Storico Di Piscinas	452527	4376911
5544	San Giovanni Suergiu	Fabbricato	Casa Cantoniera Di Palmas, Strada 195 Km. 92	461563	4324452
6113	Carloforte	Faro	Faro Capo Sandalo	432914	4333426
7377	Gonnesa	Tonnara	Tonnara Di Porto Paglia	450339	4346591
7378	Arbus	Tonnara	Tonnara Di Flumentorgiu	453685	4391084



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
176 di 1053

Analisi del fattore di occupazione del campo visivo

L'analisi del fattore di occupazione del campo visivo valuta la caratteristica di un oggetto di occupare una porzione del campo visivo dell'osservatore tale da renderlo evidente all'interno della scena visiva.

La valutazione del fattore di occupazione del campo visivo F è stata effettuata predisponendo un algoritmo di calcolo *ad hoc* e considerando una serie di affinamenti del modello computazionale finalizzati alla rappresentazione fedele delle condizioni di visione delle strutture del parco in relazione alla loro orientazione relativa al punto di osservazione e al livello di riempimento areico medio delle strutture all'interno del campo visivo. Ciò ha consentito di includere nelle valutazioni l'influenza della forma e del layout sull'ingombro visivo dell'osservatore oltre eventualmente all'effetto di mutuo parziale o totale mascheramento delle strutture. Il modello di calcolo può quindi valutare gli effetti visivi generalmente riconducibili al cosiddetto "effetto selva" associato alla concentrazione delle strutture in porzioni limitate della scena visiva con conseguente aumento della loro capacità di attrarre l'attenzione dell'osservatore generando nel contempo una sensazione di disordine visuale⁷.

Ciò ha consentito di includere nelle valutazioni l'influenza della forma e del layout sull'ingombro visivo dell'osservatore oltre eventualmente all'effetto di mutuo parziale o totale mascheramento delle strutture. Limitando l'analisi del fattore di occupazione F alle sole aree di intervisibilità teorica si ottiene la mappa di Figura 7.123 in cui, ai fini di una più agevole interpretazione delle condizioni di potenziale visibilità secondo il fattore F, si è operata una riclassificazione secondo livelli di Tabella 7.62. In accordo alla classificazione si evidenzia come il livello di visibilità sia generalmente trascurabile ("indistinguibile") eccetto in alcune limitate zone del versante nord occidentale dell'Isola di San Pietro e del territorio di Buggerru ove, comunque il livello di visibilità non supera il "debolmente distinguibile".

Tabella 7.62 – Classificazione della visibilità in relazione al fattore di occupazione del campo visivo F.

Elaborazione iLStudio.

Intervallo di F	Potenziale visibilità	Intervallo di F	Potenziale visibilità
0.00 ≤ F ≤ 0.25	Indistinguibile	4.50 < F ≤ 15.00	Distinguibile
0.25 < F ≤ 4.50	Debolmente distinguibile	F > 15.00	Fortemente distinguibile

La Figura 7.124 riporta la statistica delle condizioni di visibilità basate sul fattore di occlusione visiva F; circa il 64% dei siti di interesse intervisibili (155 su 242) è caratterizzato da un livello di visibilità "indistinguibile" con il restante 36% (87 siti su 242) in condizioni di bassa visibilità con valori del fattore F tra 0.25% e 4.5% (condizione "debolmente distinguibile" rispetto alla parametrizzazione di Tabella 7.62.

Si fa osservare che, come meglio descritto nel documento specialistico "Relazione tecnica – Valutazione impatto visivo" cod. C0421YR19IMPVIS00, nelle ipotesi dell'analisi mediante il fattore F, il superamento del valore soglia dello 0.25% definisce unicamente una condizione geometrica di visibilità equivalente al concetto secondo cui l'oggetto osservato possiede, in relazione alla configurazione del sistema di visione, le caratteristiche dimensionali minime per poter risultare visibile dall'osservatore all'interno del contesto paesaggistico. Inoltre, la condizione di visibilità indicizzata dal fattore F è solo necessaria ma non sufficiente per la effettiva visibilità dell'oggetto giacché non considera l'influenza delle condizioni climatiche e del contrasto visivo sulla effettiva visibilità.

⁷ Da questo punto di vista, a parità di potenza complessiva dell'impianto, l'adozione di aerogeneratori di taglia superiore consente una riduzione del numero complessivo di elementi nella scena visiva ed inoltre, per la maggiore mutua spaziatura rende meno probabile la percezione di disordine visuale (*effetto selva*).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

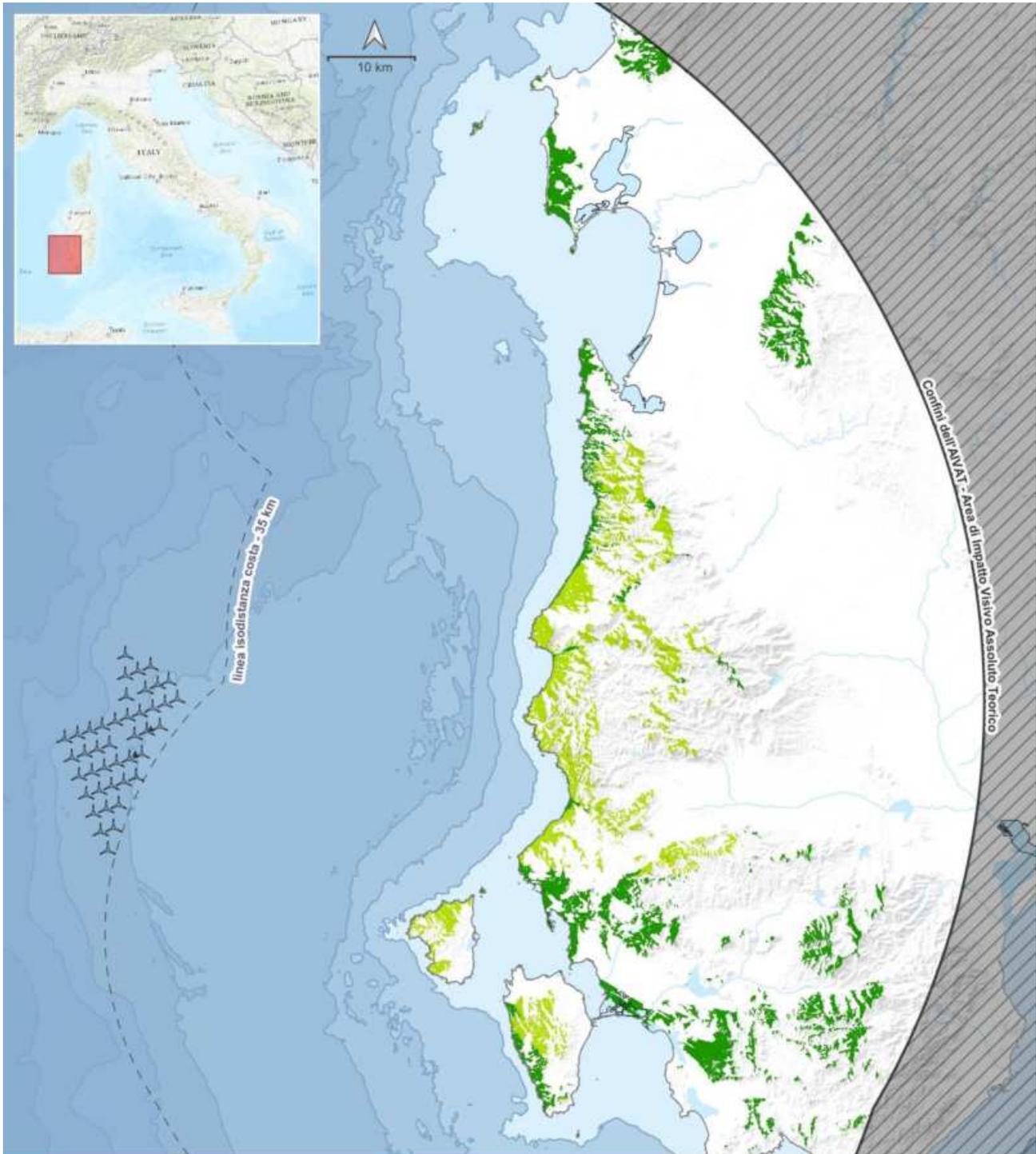
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
177 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Mappa del fattore di occupazione del campo visivo - F-viewshed analysis

Elaborazione iLStudio

LEGENDA

Fatt. di occupazione F (qualitativo)

Indistinguibile

Debolmente distinguibile

Distinguibile

Fortemente distinguibile

Strutture e impianti

WTG

FOS

Perimetrazioni

Regione esterna all'AIVAT

Figura 7.123 – Mappatura delle aree di potenziale visibilità in relazione al fattore di occupazione del campo visivo F riparametrizzato su classi di visibilità.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

IMPATTO VISIVO DELLE STRUTTURE OFFSHORE

visibilità su fattore di occlusione visiva F sui punti di interesse intervisibili

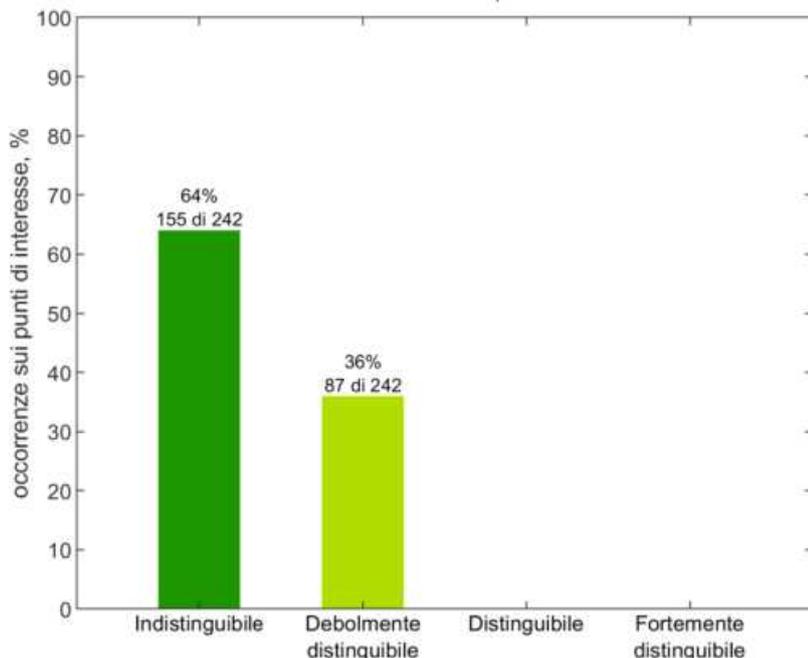


Figura 7.124 – Resoconto analisi del fattore di occlusione visiva F.

Statistica delle condizioni di visibilità teorica valutata sulla base del fattore di occlusione visiva F in relazione ai siti di interesse culturale e paesaggistico intervisibili.
Elaborazione iLStudio.

Analisi del contrasto visivo

L'analisi del contrasto visivo valuta in relazione al colore percepito di un oggetto e alle caratteristiche dello sfondo⁸ in che misura, ovvero con quale probabilità, esso può essere effettivamente individuato e/o riconosciuto da un osservatore.

L'analisi di visibilità basata sul contrasto visivo è stata effettuata considerando differenti condizioni di illuminazione degli aerogeneratori al fine di simulare le variazioni cromatiche associate a:

- orientazione geografica delle strutture offshore rispetto all'osservatore,
- orientazione geografica delle strutture offshore rispetto al Sole,
- scattering atmosferico.

Allo scopo sono stati realizzati rendering fotorealistici degli aerogeneratori così da riprodurre, con elevato grado di fedeltà, le condizioni di illuminazione solare frontale, posteriore e laterale per diverse ore della giornata (mezzogiorno e tramonto) evidenziando gli effetti di scattering atmosferico, del colore e della riflettanza delle superfici.

Tabella 7.63 – Condizioni di rendering.

Direzione di osservazione	Rappresentativa della scena visiva da...	Condizione simulata	Tipo di illuminazione	ID rendering
Da est verso ovest	Tutte le aree prospicienti il parco interne all'AIVAT	Alba	Solare, frontale	R1
		Mezzogiorno	Solare, laterale	R2
		Tramonto	Solare posteriore	R3

⁸ Colore e sfondo sono da intendersi in senso più ampio come risultanti di fattori di visibilità diversi tra cui illuminazione, clima, trasparenza atmosferica, etc...



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
179 di 1053



RENDERING R1

Condizione simulata:
alba

Tipo di illuminazione:
solare, frontale

Rappresentativo della scena da:
Tutte le aree prospicienti il parco interne all'AIVAT



RENDERING R2

Condizione simulata:
mezzogiorno

Tipo di illuminazione:
solare, laterale

Rappresentativo della scena da:
Tutte le aree prospicienti il parco interne all'AIVAT



RENDERING R3

Condizione simulata:
tramonto

Tipo di illuminazione:
solare, posteriore

Rappresentativo della scena da:
Tutte le aree prospicienti il parco interne all'AIVAT

Figura 7.125 – Rendering fotorealistici dell'aerogeneratore in differenti condizioni di illuminazione.
Condizioni di visione tipiche dal punto di vista delle aree comprese all'interno dell'AIVAT. Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

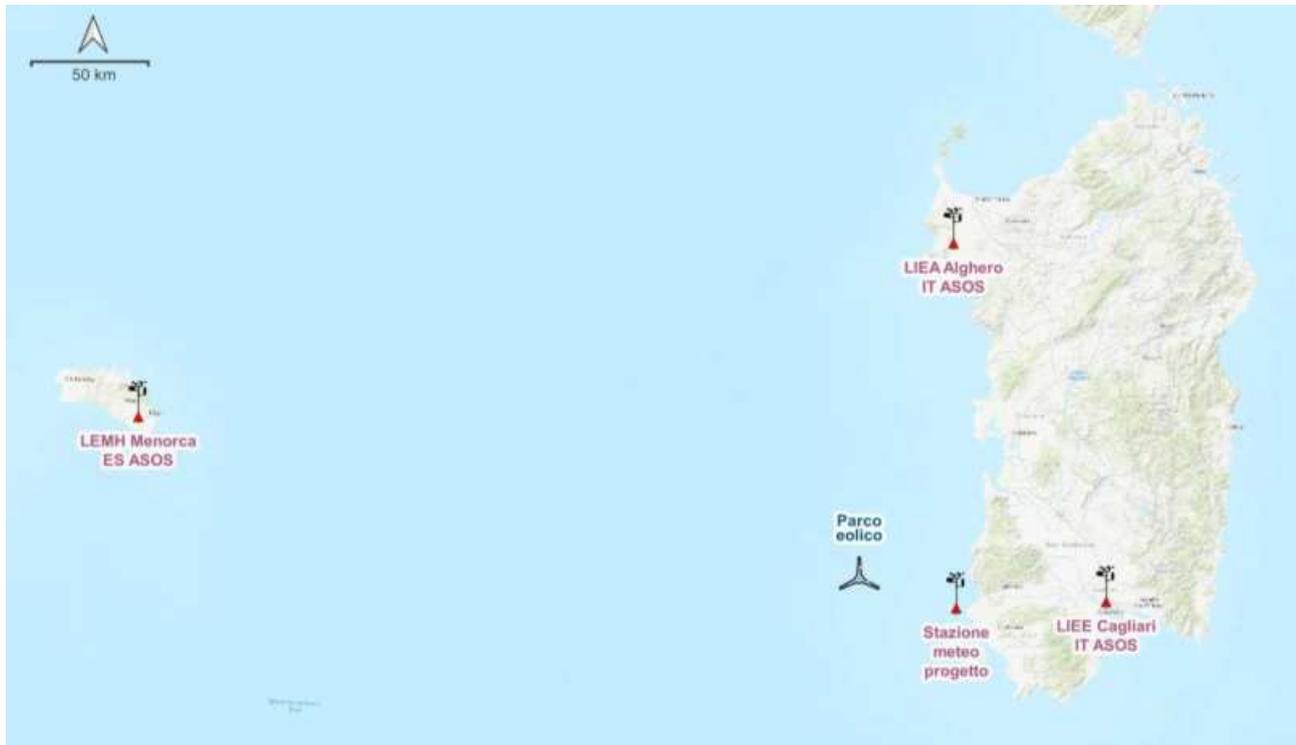
Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
180 di 1053

Le caratteristiche climatiche influenti sul livello di trasparenza dell'atmosfera sono state dedotte a partire da una analisi storica dei dataset di visibilità elaborati dall'Iowa Environmental Mesonet (IEM) a partire dai dati METAR⁹ (METeoro logical Aerodrome Report) di tre stazioni climatiche nell'intorno del sito di installazione (Alghero (LIEA), Cagliari (LIEE) e Menorca (LEMH, Spagna)) e rappresentative delle condizioni di visibilità all'osservatore. I dati sono fruibili presso il servizio web dello IEM. Ai dataset storici sono stati aggiunti i dati del bollettino meteo emesso durante la campagna di indagine geofisica nearshore condotta da NextGeo Solutions nel periodo maggio – agosto 2022. Il suddetto bollettino, emesso alle coordinate WGS84 EPSG32632 441009E– 4341043N, ha carattere di sito-specificità (così come mostrato in Figura 7.126) ed è stato utilizzato per verificare la bontà della previsione sui dataset storici.

Al fine di ottenere una rappresentazione statisticamente significativa delle condizioni di massima visibilità locali ciascun provider dati è stato interrogato sul massimo intervallo temporale disponibile e comunque non oltre i vent'anni; i periodi di riferimento in relazione alle stazioni meteo analizzate sono riportati in Figura 7.126.

Elaborando opportunamente i dati di visibilità è stato possibile trarre una stima fedele del coefficiente di estinzione atmosferica β da impiegarsi nella valutazione del contrasto visivo apparente.



PARCO EOLICO OFFSHORE AL LARGO DELLE COSTE DELLA SARDEGNA SUD - OCCIDENTALE

Stazioni METAR nell'intorno dell'area di progetto del parco eolico

Elaborazione iLStudio su dati (IEM, 2022)

Stazione meteorologica	ID stazione	ID rete	Easting EPSG32632	Northing EPSG32632	Periodo di riferimento
Menorca	LEMH	IT_ASOS	90963.19	4423460.44	dal 1931 ad oggi
Alghero	LIEA	IT_ASOS	439838.45	4498051.30	dal 1957 ad oggi
Cagliari	LIEE	TN_ASOS	505200.10	4343787.02	dal 1943 ad oggi
Portovesme	Progetto	-	441009.57	4341043.18	da maggio ad agosto 2022

Figura 7.126 – Stazioni meteorologiche nell'intorno del parco eolico.

Elaborazione iLStudio.

⁹ Il METAR è un messaggio meteo emesso generalmente in ambito aeroportuale. L'IEM raccoglie e conserva le osservazioni meteo provenienti da tutte le stazioni aeroportuali del mondo.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
181 di 1053

I dati meteoroclimatici delle tre stazioni prese a riferimento (Alghero, Cagliari e Menorca) sono stati elaborati statisticamente per determinare una tabella delle frequenze rispetto al parametro massima visibilità.

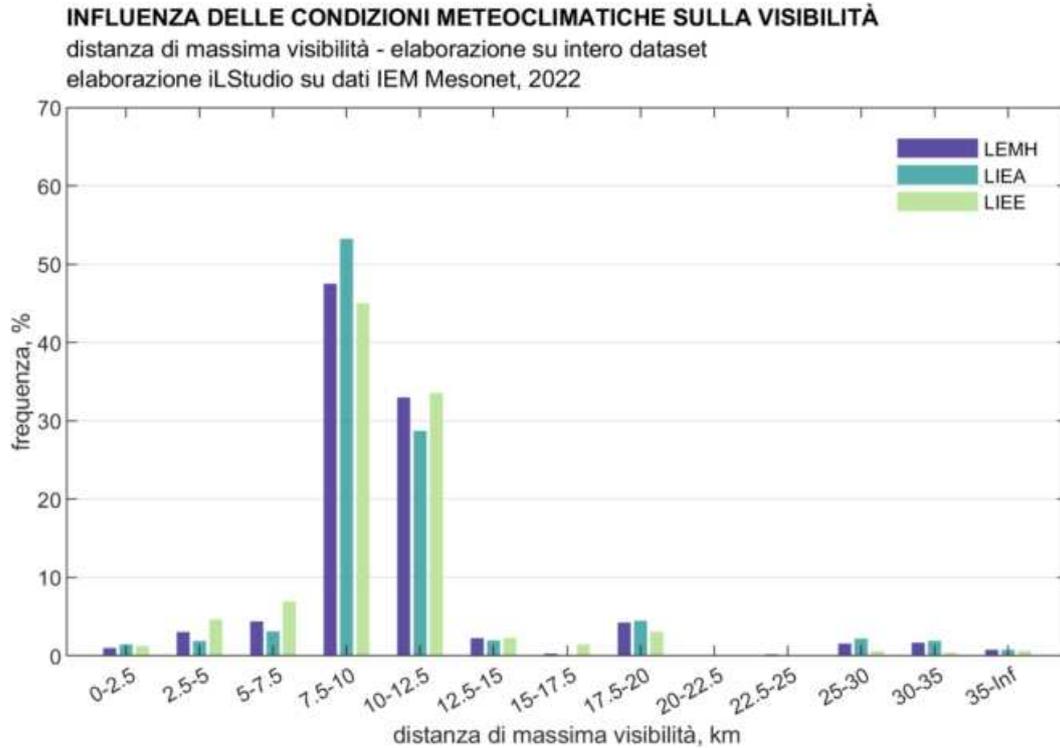


Figura 7.127 – Frequenza vs distanza di massima visibilità (intero dataset).

Condizioni prevalenti, stazioni meteo di Alghero (IT), Menorca (ES) e Cagliari (IT). Elaborazione iLStudio su dati (IEM, 2022).

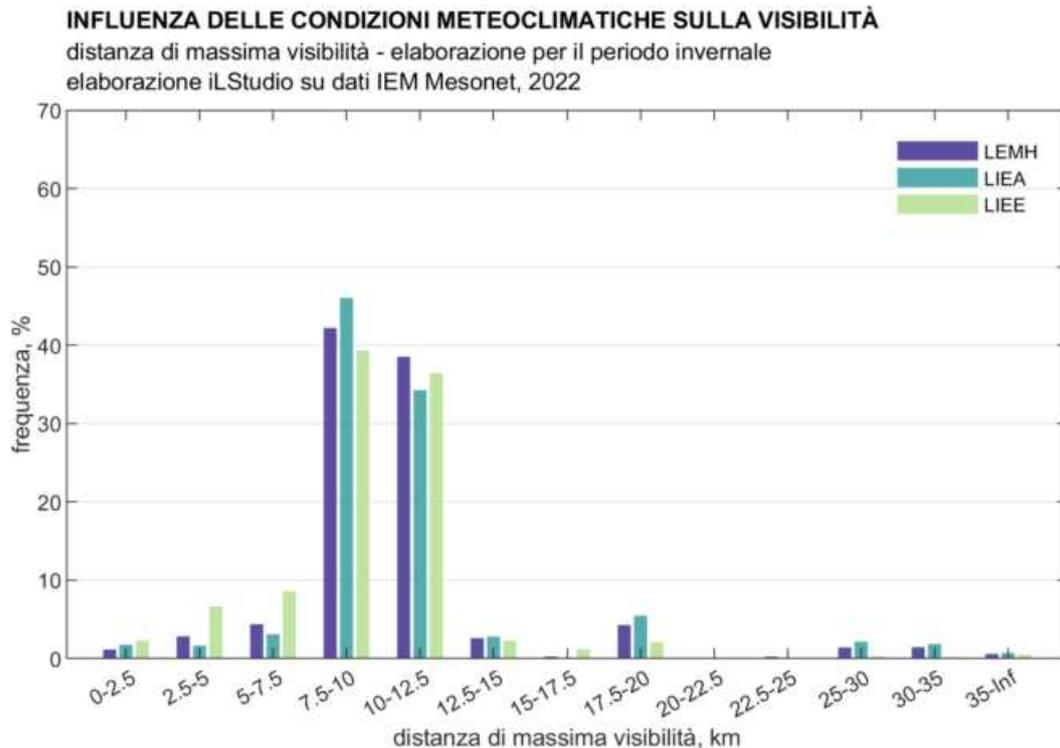


Figura 7.128 – Frequenza vs distanza di massima visibilità (periodo invernale).

Condizioni stagionali, stazioni meteo di Alghero (IT), Menorca (ES) e Cagliari (IT). Elaborazione iLStudio su dati (IEM, 2022).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
182 di 1053

INFLUENZA DELLE CONDIZIONI METEOCLIMATICHE SULLA VISIBILITÀ

distanza di massima visibilità - elaborazione per il periodo primaverile
elaborazione iLStudio su dati IEM Mesonet, 2022

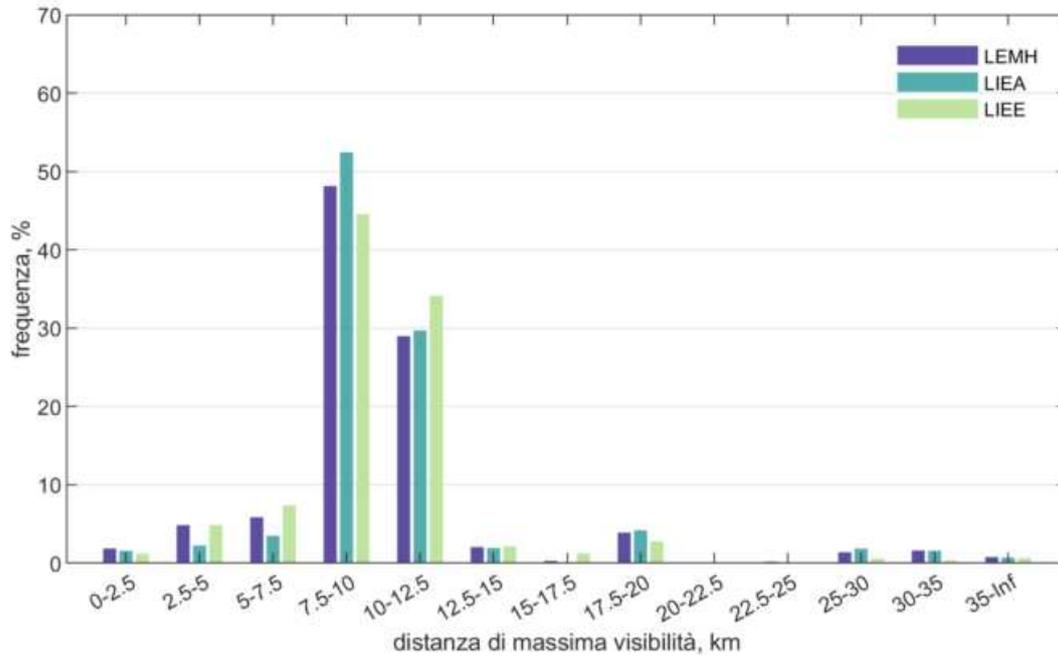


Figura 7.129 – Frequenza vs distanza di massima visibilità (periodo primaverile).

Condizioni stagionali, stazioni meteo di Alghero (IT), Menorca (ES) e Cagliari (IT). Elaborazione iLStudio su dati (IEM, 2022).

INFLUENZA DELLE CONDIZIONI METEOCLIMATICHE SULLA VISIBILITÀ

distanza di massima visibilità - elaborazione per il periodo estivo
elaborazione iLStudio su dati IEM Mesonet, 2022

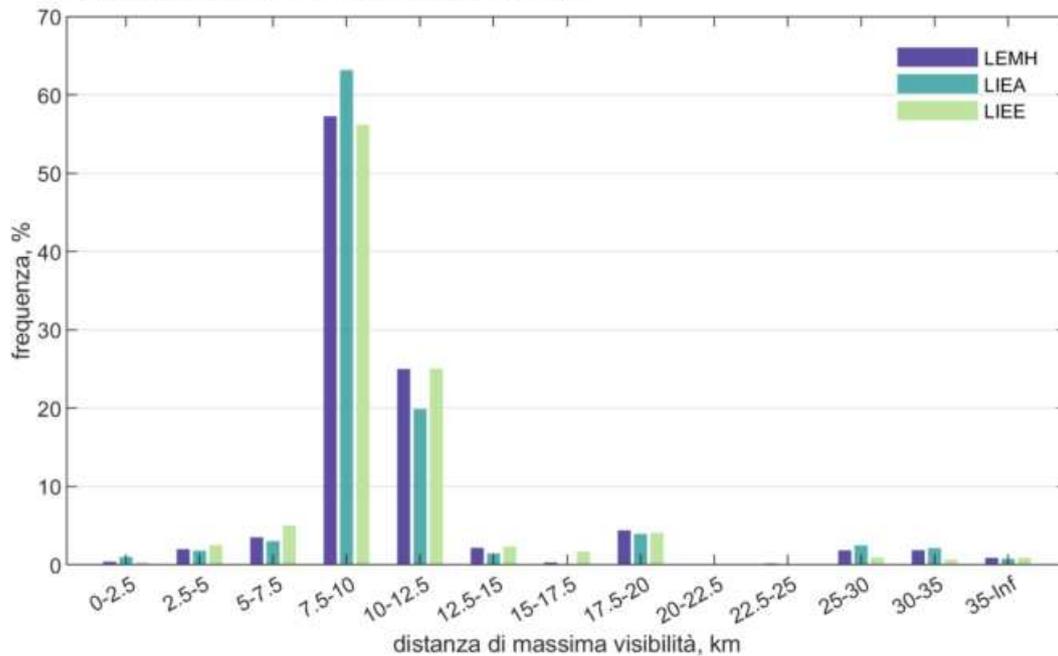


Figura 7.130 – Frequenza vs distanza di massima visibilità (periodo estivo).

Condizioni stagionali, stazioni meteo di Alghero (IT), Menorca (ES) e Cagliari (IT). Elaborazione iLStudio su dati (IEM, 2022).



INFLUENZA DELLE CONDIZIONI METEOCLIMATICHE SULLA VISIBILITÀ

distanza di massima visibilità - elaborazione per il periodo autunnale
elaborazione iLStudio su dati IEM Mesonet, 2022

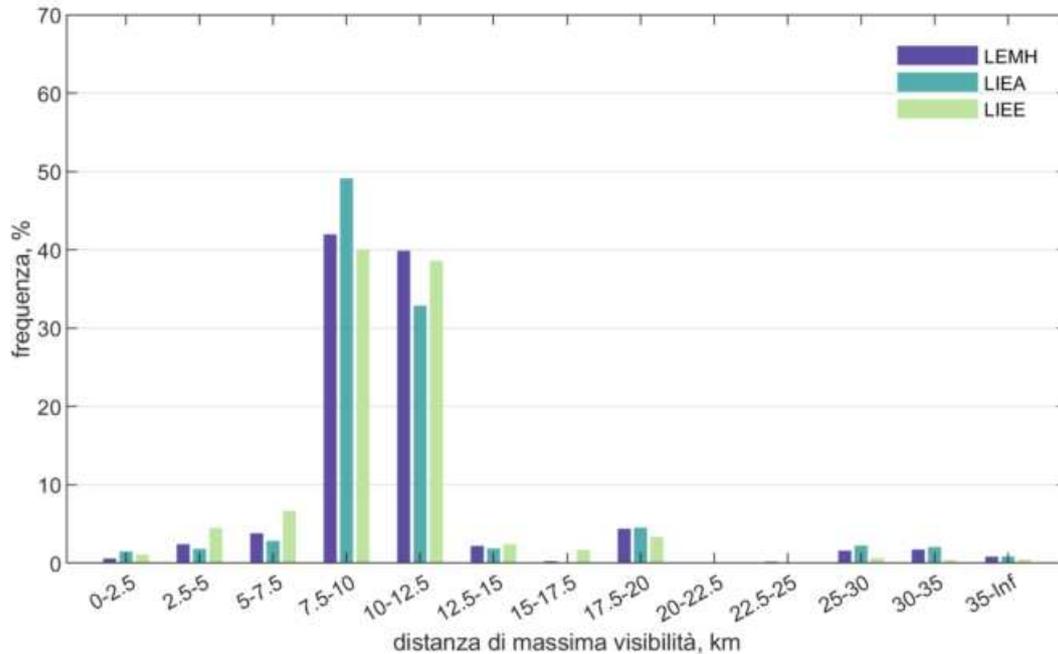


Figura 7.131 – Frequenza vs distanza di massima visibilità (periodo autunnale).

Condizioni stagionali, stazioni meteo di Alghero (IT), Menorca (ES) e Cagliari (IT). Elaborazione iLStudio su dati (IEM, 2022).

L'analisi dei dataset è stata effettuata su più scale temporali così da fotografare le condizioni prevalenti, le medie annuali e stagionali.

La distanza di massima visibilità prevalente risulta compresa tra 7.5 e 12.5 km con rari picchi di visibilità oltre i 30 km (frequenza 2.5% per la stazione di Menorca, 2.7% per la stazione di Alghero e 1.04% per la stazione di Cagliari corrispondenti in media a circa 9, 10 e 4 giorni anno rispettivamente).

Da un punto di vista stagionale si ottengono gli andamenti di Figura 7.128, Figura 7.129, Figura 7.130 e Figura 7.131 per i periodi invernale, primaverile, estivo e autunnale rispettivamente; i diagrammi delle frequenza ricalcando quanto già sintetizzato su base globale, evidenziando condizioni di visibilità massima generalmente tra 7.5 e 12.5 km con una certa riduzione di visibilità durante il periodo estivo.

I risultati sono confermati dai bollettini meteo sito specifici i quali confermano, per il periodo fine primavera – inizio estate, una visibilità massima entro i 10 km.

Sulla base delle informazioni raccolte, la Figura 7.132 riporta la statistica delle condizioni di visibilità basate sulla uninformed detection probability P_{ud} ovvero la probabilità che, in relazione alle condizioni di contrasto visivo, un osservatore non informato possa distinguere un oggetto estraneo all'interno della scena visiva. La valutazione è fatta in condizioni di perfetta visibilità (condizione clear sky, rara con occorrenza meno di un giorno all'anno) e in condizioni prevalenti con presenza di foschia sull'orizzonte.

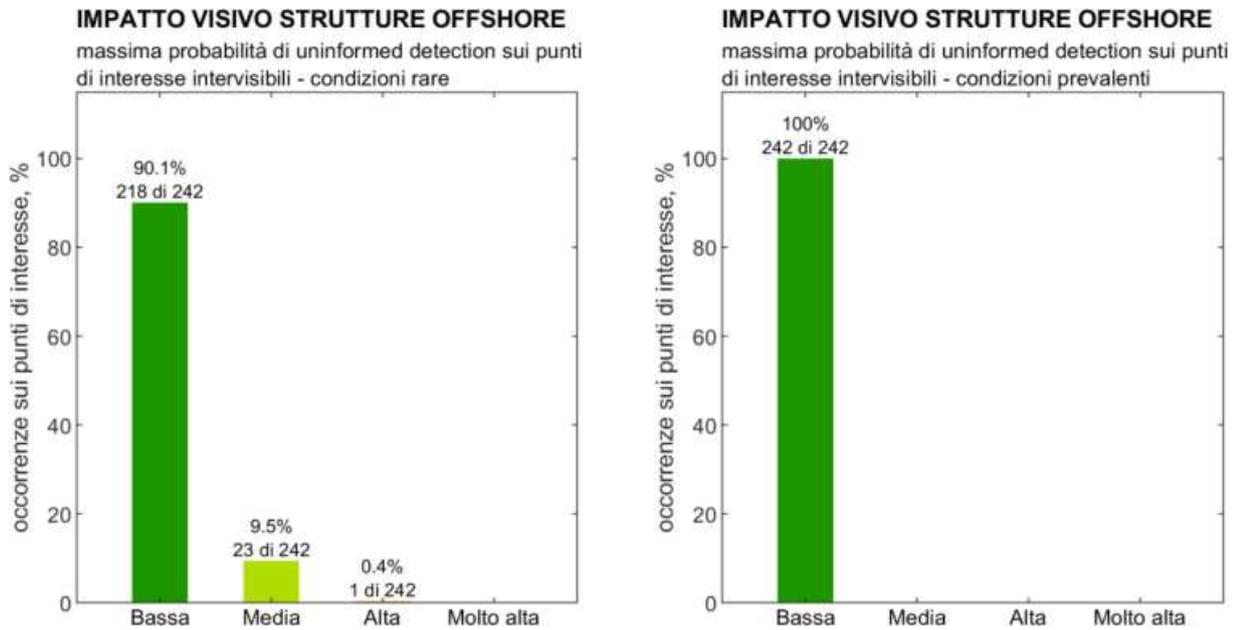


Figura 7.132 – Statistica delle condizioni di visibilità su uninformed detection probability.

Siti di interesse culturale e paesaggistico intersvisibili. Confronto tra condizioni climatiche rare (clear sky) e prevalenti (foschia sull'orizzonte). Elaborazione ILStudio.

In condizioni di perfetta visibilità, condizione climatica rara occorrente in media non più di 10 giorni all'anno, circa il 90% dei siti di interesse intersvisibili (218 su 242) è caratterizzato da una probabilità di visione bassa con valori P_{ud} inferiori al 25%, il 9.5% (23 siti su 242) risulta in condizioni di visibilità media (P_{ud} tra 25% e 50%), solo lo 0.4% (1 sito su 242) mostra, infine, valori di P_{ud} tra il 50% e il 75%.

Al contrario, in condizioni climatiche prevalenti, caratterizzate da presenza di foschia sull'orizzonte, il 100% dei siti di interesse intersvisibili è caratterizzato da una probabilità di visione bassa con valori P_{ud} inferiori al 25%.

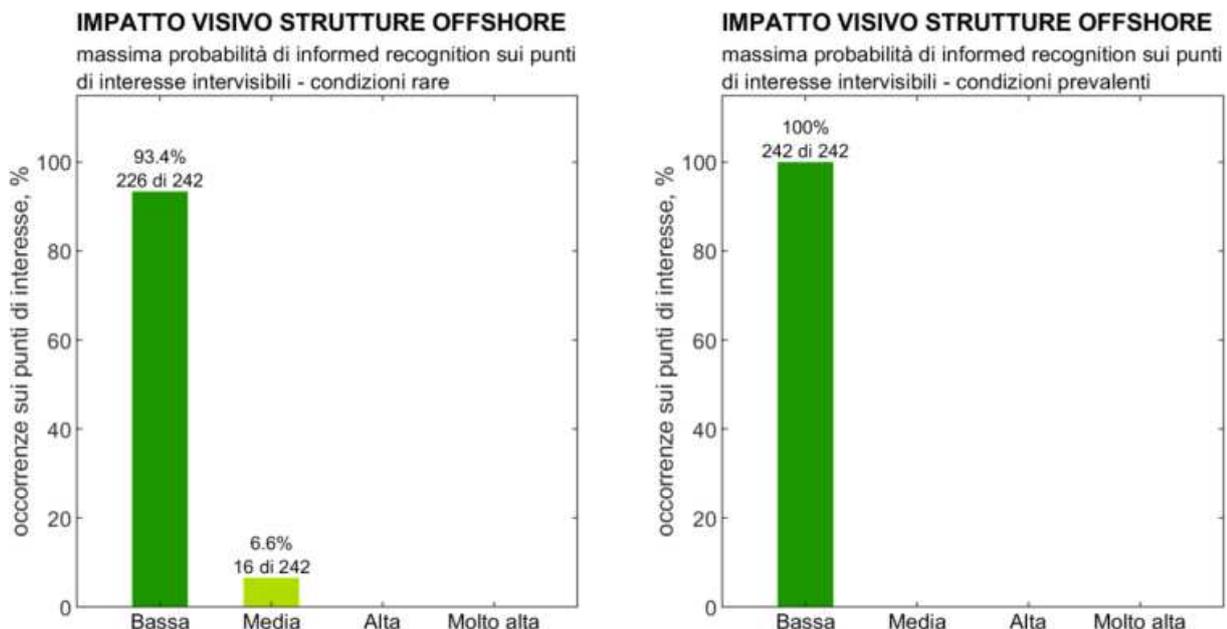


Figura 7.133 – Statistica delle condizioni di visibilità su informed recognition probability.

Siti di interesse culturale e paesaggistico intersvisibili. Confronto tra condizioni climatiche rare (clear sky) e prevalenti (foschia sull'orizzonte). Elaborazione ILStudio.

La Figura 7.133 riporta invece la statistica delle condizioni di visibilità basate sulla informed recognition



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
185 di 1053

probability P_{ir} ovvero la probabilità che, in relazione alle condizioni di contrasto visivo, un osservatore informato possa distinguere e riconoscere un oggetto estraneo all'interno della scena visiva.

In condizioni di perfetta visibilità, condizione climatica rara occorrente in media non più di 10 giorni all'anno, circa il 93% dei siti di interesse intervisibili (226 su 242) è caratterizzato da una probabilità di visione bassa con valori P_{ir} inferiori al 25% mentre il restante 6.6% (16 siti su 242) risulta in condizioni di visibilità media (P_{ir} tra 25% e 50%).

Al contrario, in condizioni climatiche prevalenti, caratterizzate da presenza di foschia sull'orizzonte, il 100% dei siti di interesse intervisibili è caratterizzato da una probabilità di visione bassa con valori P_{ir} inferiori al 25%.

Le mappe di dettaglio estese all'intera area di intervisibilità compresa nell'AIVAT sono disponibili nel documento specialistico "Relazione tecnica – Valutazione impatto visivo" cod. C0421YR19IMPVIS00 allegato allo Studio di Impatto Ambientale.

Analisi della magnitudo visiva

L'analisi della magnitudo visiva delle strutture offshore valuta congiuntamente gli aspetti essenziali del processo visivo ovvero:

- la configurazione geometrica del sistema oggetto – osservatore (distanza, curvatura terrestre, elevazione del terreno, dimensione dell'oggetto, ampiezza del campo visivo centrale umano, etc...),
- le caratteristiche ottiche del sistema oggetto – mezzo visivo – osservatore (illuminazione, trasparenza dell'atmosfera, climatologia),
- le caratteristiche cognitive dell'osservatore (livello di informazione pregressa).

Gli aspetti analizzati agiscono simultaneamente nel processo visivo ed è dunque necessario formulare un criterio di aggregazione dei risultati secondo uno o più indici caratteristici.

Per l'aggregazione è opportuno ricordare che il fattore F è una misura della *potenzialità* di un oggetto all'interno di un contesto paesaggistico di catturare l'attenzione dell'osservatore in virtù della sua dimensione relativa al campo centrale di visione, le probabilità di Bishop quantificano invece la *probabilità* che lo stesso oggetto catturi effettivamente l'attenzione dell'osservatore in relazione alle sue reali condizioni di visibilità (colore, illuminazione, trasparenza atmosferica ecc.).

Il livello di impatto associato alle caratteristiche fisiche della scena visiva e all'interazione oggetto osservatore può quindi essere sintetizzato dal prodotto tra potenzialità di visione e probabilità di effettiva visione. Classificando i valori del fattore di occupazione F e delle probabilità P_{ud} e P_{ir} secondo un punteggio variabile tra 1 e 4, il livello complessivo di magnitudo visiva assume quindi valori tra 1 e 16 riclassificabili in 7 classi qualitative come di seguito indicato.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
186 di 1053

Tabella 7.64 – Classificazione degli indici per la valutazione della magnitudo di impatto visivo.

Elaborazione iLStudio.

Intervallo di F	Potenziale visibilità	Intervallo di P	Probabilità di visione
0.00 ≤ F ≤ 0.25	Indistinguibile	0% ≤ P ≤ 25%	Bassa
0.25 < F ≤ 4.50	Debolmente distinguibile	25% < P ≤ 50%	Media
4.50 < F ≤ 15.00	Distinguibile	50% < P ≤ 75%	Alta
F > 15.00	Fortemente distinguibile	75% < P ≤ 100%	Molto alta



PROBABILITÀ DI VISIONE (P_{ud}, P_{ir})

POTENZIALE VISIBILITÀ	Punteggio (livello calcolato)	1 (0 – 25%)	2 (25 – 50%)	3 (50 – 75%)	4 (75 – 100%)
	1 (0.00 – 0.25%)	1	2	3	4
2 (0.25 – 4.50%)	2	4	6	8	
3 (4.50 – 15.00%)	3	6	9	12	
4 (> 15.00%)	4	8	12	16	



Punteggio

	0 – 1	1 – 2	2 – 4	4 – 7	7 – 9	9 – 12	12 – 16
Magnitudo visiva	Trascurabile Le strutture occupano una porzione di campo visivo e/o sono in condizioni di visibilità tali da risultare praticamente indistinguibili sull'orizzonte dell'osservatore.	Bassa Le strutture occupano una porzione di campo visivo e/o sono in condizioni di visibilità tali da risultare solo debolmente distinguibili sull'orizzonte dell'osservatore.	Medio – bassa Le strutture occupano una porzione di campo visivo e/o sono in condizioni di visibilità tali da risultare distinguibili sull'orizzonte dell'osservatore ma solo con una visione molto attenta.	Media Le strutture occupano una porzione di campo visivo e/o sono in condizioni di visibilità tali da risultare distinguibili sull'orizzonte dell'osservatore ma solo con una visione attenta.	Medio – alta Le strutture occupano una porzione di campo visivo e/o sono in condizioni di visibilità tali da risultare distinguibili sull'orizzonte dell'osservatore.	Alta Le strutture occupano una porzione di campo visivo e/o sono in condizioni di visibilità tali da risultare chiaramente distinguibili sull'orizzonte dell'osservatore.	Molto alta Le strutture occupano una porzione di campo visivo e/o sono in condizioni di visibilità tali da risultare chiaramente distinguibili sull'orizzonte dell'osservatore dominandone la scena visiva.

La Figura 7.134 e la Figura 7.135 riportano la mappa della magnitudo visiva basata su Uninformed Detection Probability nella condizione di perfetta visibilità (clear sky, rara con occorrenza inferiore a 10 giorni /anno) e di visibilità prevalente con presenza di foschia sull'orizzonte. La Figura 7.136 ne consuntiva i risultati in relazione ai beni intervisibili.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

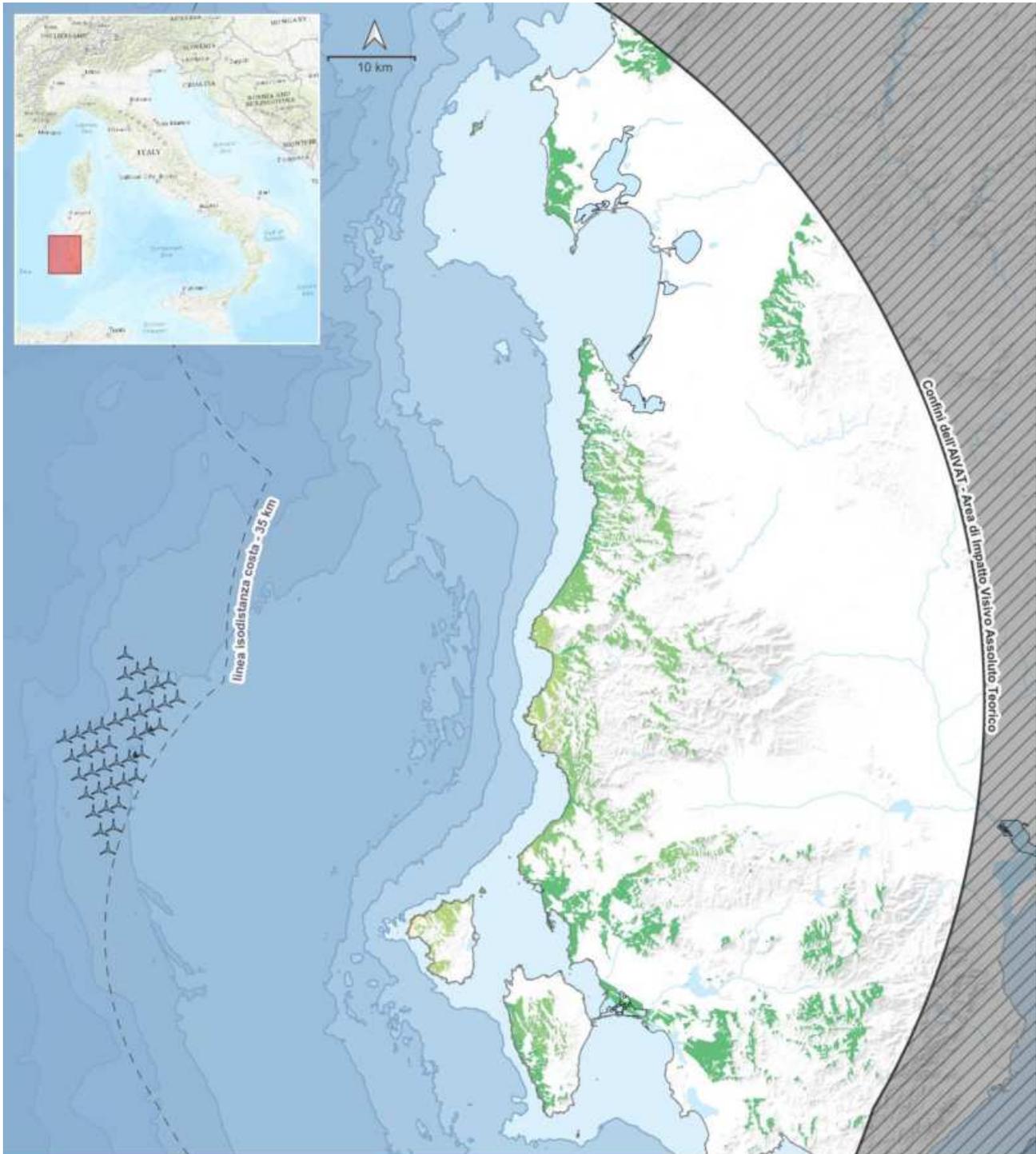
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
187 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Mappa della magnitudo visiva delle strutture offshore basata su uninformed detection probability
Condizioni rare (clear sky) - Elaborazione iLStudio

LEGENDA

Magnitudo visiva		Strutture e impianti		Perimetrazioni	
Trascurabile	Medio	Molto alto	WTG	Regione esterna all'AIVAT	
Basso	Medio - alto	WTG	FOS		
Medio - basso	Alto				

Figura 7.134 – Magnitudo visiva delle strutture offshore basata su uninformed detection probability.
Condizioni climatiche rare (clear sky). Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

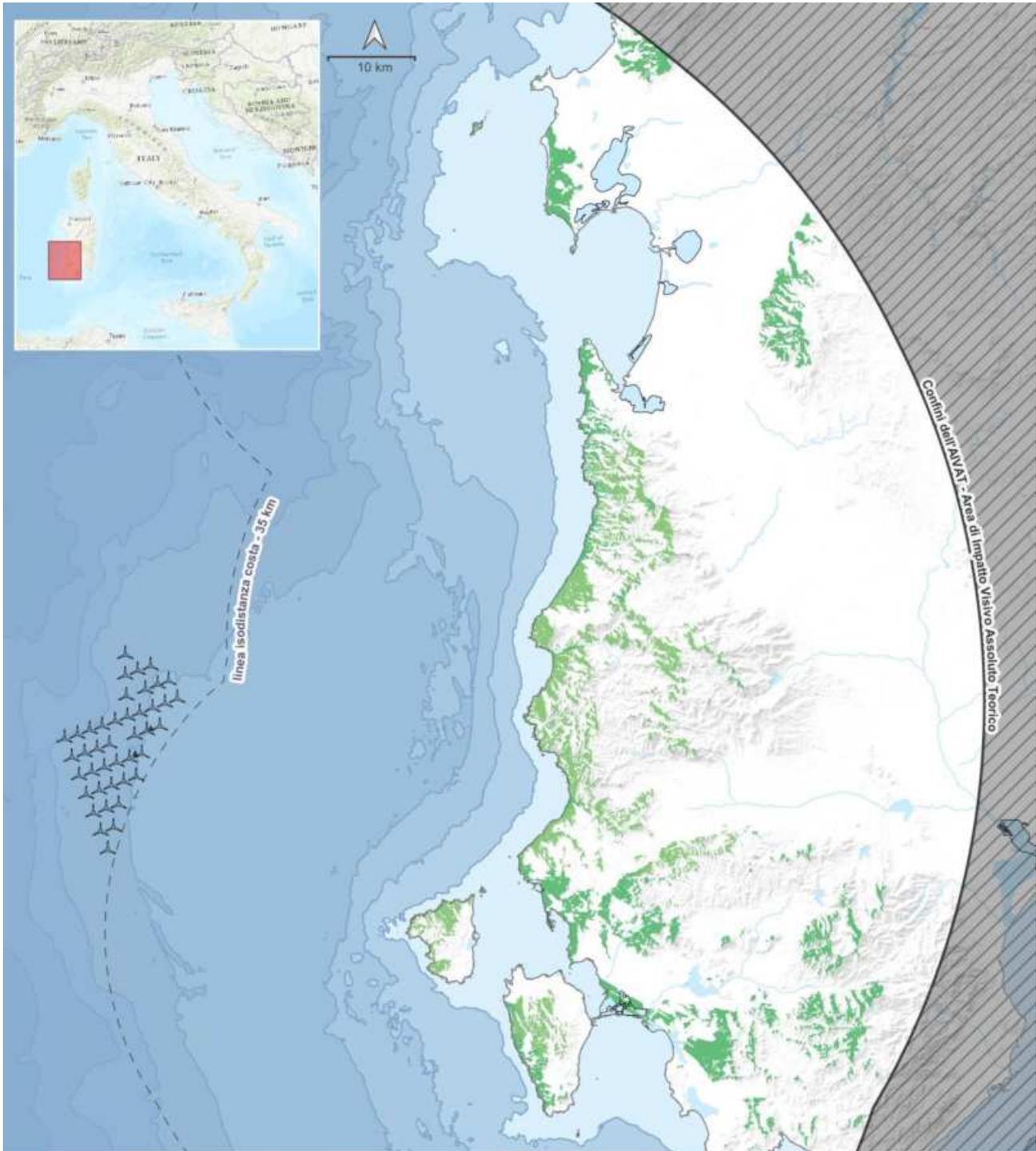
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
188 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Mappa della magnitudo visiva delle strutture offshore basata su uninformed detection probability
Condizioni prevalenti (foschia sull'orizzonte) - Elaborazione iLStudio

LEGENDA

Magnitudo visiva		Strutture e impianti		Perimetrazioni
Trascurabile	Medio	Molto alto	WTG	Regione esterna all'AVAT
Basso	Medio - alto	FOS		
Medio - basso	Alto			

Figura 7.135 – Magnitudo visiva delle strutture offshore basata su uninformed detection probability.
Condizioni climatiche prevalenti (foschia orizzonte). Elaborazione iLStudio.



In condizioni di perfetta visibilità (condizione climatica rara, meno di 10 giorni/anno), i siti di interesse interservisibili percepiscono una magnitudo visiva delle opere offshore del parco di livello:

- “trascurabile” per il 62.8% delle località indagate (152 siti su 242),
- “bassa” per il 28.5% (69 siti su 242)
- “medio – bassa” per l’8.3% (20 siti su 242),
- “media” per lo 0.4% dei siti di interesse (1 sito su 242).

Nessuna località di interesse percepisce livelli di magnitudo visiva delle opere offshore superiori al livello medio. In condizioni climatiche prevalenti invece, caratterizzate da presenza di foschia sull’orizzonte, il 100% dei siti di interesse percepisce un livello di magnitudo visiva delle opere offshore inferiore o uguale al livello basso (64% dei siti di interesse livello “trascurabile”, 36% livello “basso”).

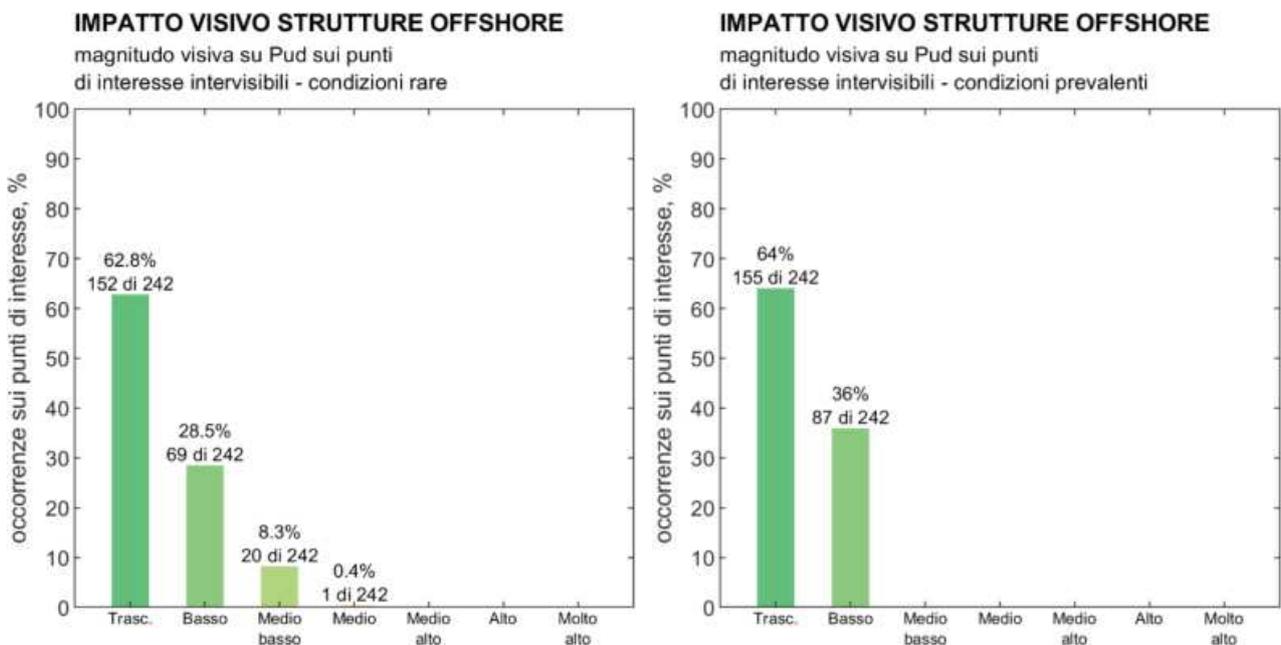


Figura 7.136 – Statistica della magnitudo visiva delle opere offshore secondo la uninformed detection probability.

Siti di interesse culturale e paesaggistico di cui al catalogo dei beni culturali della Regione Sardegna.
Confronto tra condizioni climatiche rare (clear sky) e prevalenti (foschia sull’orizzonte). Elaborazione iLStudio.

7.7.2.4.2. Parte a terra

Elettrodotti interrati

L’esercizio degli elettrodotti interrati, ivi compresi il TJB, l’elettrodotto di esportazione terrestre 220kV, quello di connessione 380kV e quello interrato 380 kV in uscita dalla RTN Terna Sulcis determina un contributo alla visibilità molto limitato. Il punto di sbarco, ovvero la baia di transizione TJB, in configurazione interrata nel sedime della esistente diga di protezione dell’area portuale di Portovesme non introduce disturbi visivi fuori terra. Analogamente, gli elettrodotti 220kV e 380kV si svilupperanno con soluzione interrata, in trincea o in controtubo non determinando elementi visibili in elevazione.

Elettrodotti aerei

Gli interventi proposti in relazione alla classe “elettrodotti aerei” prevedono, come detto:

- la sostituzione della esistente linea 220kV “Sulcis–Villasor” attraverso la costruzione di una nuova linea 380kV in singola terna (insieme con il tracciato interrato che si sviluppa dalla RTN Terna Sulcis alla stazione di transizione);



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
190 di 1053

- demolizione della esistente linea 220kV;
- realizzazione di un nuovo elettrodotto di raccordo 380kV in doppia terna tra la stazione Villasor 380 e la dorsale regionale Ittiri–Selargius.

La nuova linea 380kV Sulcis–Villasor si configura quindi come una sostituzione di opere esistenti all'interno della medesima porzione di paesaggio. Il potenziamento della connessione Sulcis–Villasor, finalizzato ad una migliore efficienza e stabilità della rete di trasmissione regionale, prevederà l'utilizzo di tralicci a "delta rovescio" di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, così da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza utile, misurata dal piano calpestio al primo conduttore sarà di norma variabile tra 15 e 42 m mentre l'altezza totale fuori terra sarà normalmente inferiore a 61 m. I sostegni del nuovo raccordo Villasor 380 – dorsale Ittiri–Selargius saranno invece di tipo unificato a doppia terna.

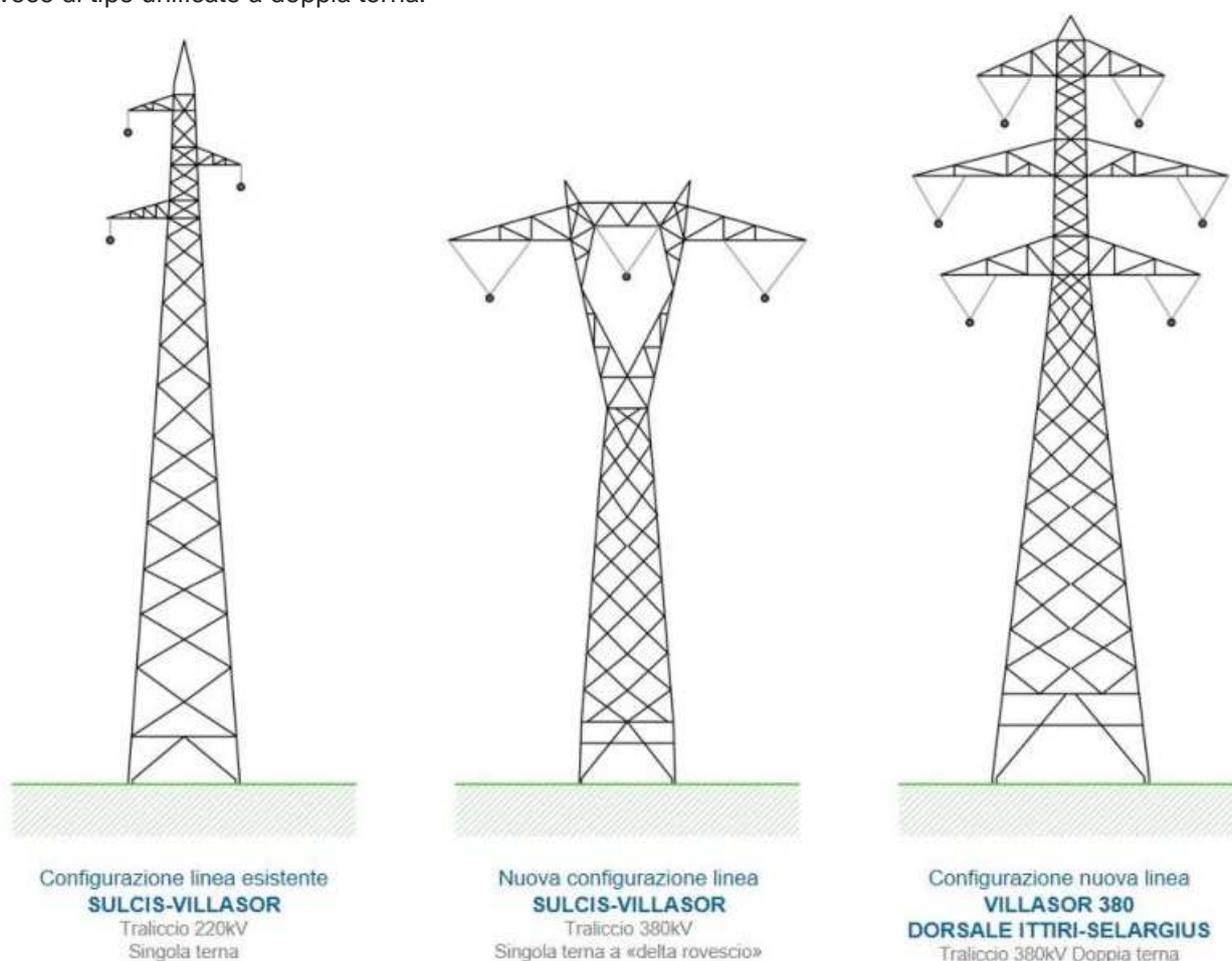


Figura 7.137 – Esempi di traliccio in singola terna e doppia terna.

Configurazioni adottate per il potenziamento della connessione Sulcis–Villasor e per la realizzazione del raccordo tra la stazione di smistamento Villasor 380 e la dorsale regionale Ittiri–Selargius. Immagine non in scala. Elaborazione iLStudio.

Il DPCM 12/12/2005, recante “Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42”, pone l'attenzione, tra gli interventi e/o opere a carattere lineare o a rete, anche sugli elettrodotti a tralicci: per questa tipologia di interventi e/o opere, che generalmente interessa porzioni estese del territorio, devono essere svolte analisi relative al contesto paesaggistico per dimostrarne la coerenza.

“[...] In particolare, per gli interventi infrastrutturali lineari in rilevato, che formano barriera artificiale su territorio aperto, agricolo, montano, ecc. e su territorio periurbano, dovranno essere definite le condizioni di intervisibilità



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
191 di 1053

in quanto tali opere vanno a costituire nuovo margine paesaggistico. [...]"

L'analisi di intervisibilità dei sostegni elettrici è stata svolta tramite software GIS. Essa consente di ottenere indicazioni sulla portata visiva dei singoli tralicci, ovvero, la condizione binaria di potenziale intervisibilità (non intervisibile, potenzialmente intervisibile) a partire dalle informazioni di elevazione del terreno (sintetizzate in apposito DTM/DEM Digital Terrain/Elevation Model), dall'altezza dell'intrusione visiva (i tralicci) e dei target sensibili (osservatori).

I dati input richiesti per le simulazioni sono:

- la posizione dei tralicci;
- le caratteristiche geometriche dei tralicci (altezza rispetto al piano calpestio);
- Modello digitale di elevazione del terreno;
- Altezza dell'osservatore (corrispondente alla quota occhi, 1.7 m);
- Estensione massima dell'area di indagine (AIVAT).

I dati di elevazione utilizzati sono stati ottenuti interpolando il DTM con risoluzione 10m e, ove disponibile, il DSM (Digital Surface Model) con risoluzione 2m del Geoportale Sardegna (Regione Autonoma della Sardegna, 2022). Gli effetti della curvatura terrestre e della rifrazione atmosferica sono stati adeguatamente considerati in relazione al raggio locale di curvatura terrestre adottando inoltre un coefficiente di rifrazione dell'aria pari a 0.13.

La definizione dell'area di impatto potenziale massima assoluta AIVAT per l'analisi di visibilità dei tralicci elettrici (area di indagine entro cui possono potenzialmente manifestarsi impatti sul paesaggio) è stata effettuata in riferimento ad un autorevole studio dello U.S. Department of Interior's Bureau of Land Management (ministero americano per la gestione del territorio).



Figura 7.138 – Esempi di traliccio reticolare 500kV analizzati in (Sullivan, et al., 2014).

Fonte: (Sullivan, et al., 2014)

Lo studio ha valutato la visibilità e i potenziali impatti visivi associati agli impianti per la trasmissione di energia elettrica identificando *distanze soglia di visibilità* in relazione a differenti combinazioni di fattori di visibilità



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
192 di 1053

(incluso l'effetto della distanza sul contrasto visivo percepito delle strutture rispetto al loro sfondo). Le valutazioni sono state effettuate, da personale addestrato¹⁰, su un totale di 232 osservazioni sul campo (ad occhio nudo) da 123 diversi punti di osservazione in una varietà di condizioni di illuminazione e meteorologiche durante una campagna di 14 giorni. Le strutture osservate hanno incluso tralicci reticolari o tubolari da 500 kV e tralicci H o tubolari da 230 kV dislocate in Idaho, Nevada e California in aree caratterizzate da praterie con lunghe linee di vista e poca vegetazione schermante.

Lo studio fornisce importanti informazioni utili a stabilire opportune distanze soglia di visibilità da utilizzare nell'ambito delle analisi di valutazione di impatto ambientale (VIA). Tali soglie sono identificate rispetto ad uno specifico rating di visibilità (definiti nella successiva Tabella 7.65); rating di "1" o "2" corrispondono generalmente a livelli di visibilità molto bassi; rating di "3" o "4" corrispondono a livelli da bassi a moderati, valori "5" o "6" corrispondono infine a livelli elevati di visibilità.

Tabella 7.65 – Rating di visibilità.

Criteria adottati per la valutazione della visibilità e delle soglie di distanza. Fonte: (Sullivan, et al., 2014).

Rating di visibilità	Descrizione
Livello 1 Visibile solo dopo una visione prolungata e ravvicinata; altrimenti invisibile.	Un oggetto vicino al limite estremo della visibilità. Non può essere visto da una persona non informata della sua presenza. Anche in tali circostanze, l'oggetto può essere visto solo dopo averlo guardato con attenzione per un lungo periodo di tempo.
Livello 2 Visibile solo durante la scansione attenta del paesaggio altrimenti non visibile da un osservatore casuale.	Un oggetto molto piccolo e/o tenue, la maggior parte delle persone non lo noterebbe senza un'osservazione attenta e attiva.
Livello 3 Visibile dopo una breve occhiata nella direzione generale dell'oggetto di studio, molto probabilmente visibile da un osservatore casuale.	Un oggetto che può essere facilmente rilevato dopo un breve sguardo e sarebbe visibile alla maggior parte degli osservatori casuali, ma comunque non caratterizzato da dimensioni o contrasto sufficienti per spiccare rispetto ai principali elementi del paesaggio.
Livello 4 Chiaramente visibile, non può essere perso da un osservatore casuale, ma non attira fortemente l'attenzione visiva, o domina la vista a causa delle dimensioni apparenti.	Un oggetto con dimensioni o contrasto sufficienti per competere con altri elementi del paesaggio, ma con contrasto insufficiente ad attirare fortemente l'attenzione visiva e dimensioni insufficienti per dominare il campo visivo dell'osservatore.
Livello 5 Per forte contrasto di forma, linea, colore o consistenza, luminanza o movimento, attira fortemente l'attenzione visiva.	Un oggetto che non è di grandi dimensioni, ma che contrasta con gli elementi del paesaggio circostante così fortemente da essere un focus importante dell'attenzione visiva, attirando immediatamente l'attenzione dello spettatore e tendendo a mantenerne l'attenzione. La prominenza visiva del soggetto dello studio interferisce notevolmente con le viste degli elementi del paesaggio vicino.
Livello 6 Per forti contrasti di forma, linea, colore, consistenza, luminanza o movimento, domina la vista riempiendo la maggior parte del campo visivo. possono contribuire al dominio della vista.	Un oggetto con forti contrasti visivi e di dimensioni così grandi da occupare la maggior parte del campo visivo. La visione non può essere evitata se non ruotando la testa di oltre 45 gradi. L'oggetto è il principale obiettivo dell'attenzione visiva. La sua prominenza visiva prevale sugli altri elementi del paesaggio.

Prendendo a riferimento i risultati delle osservazioni effettuate per tralicci reticolari del tipo in Figura 7.138, morfologicamente e dimensionalmente simili a quelli impiegati nell'ambito della presente proposta progettuale, gli autori hanno estrapolato una funzione di rating $AVR(d)$ per la valutazione delle condizioni di visibilità rispetto

¹⁰ Gli osservatori erano prevalentemente architetti paesaggisti, archeologi e laureati in ecologia.



Ichnusa wind power srl

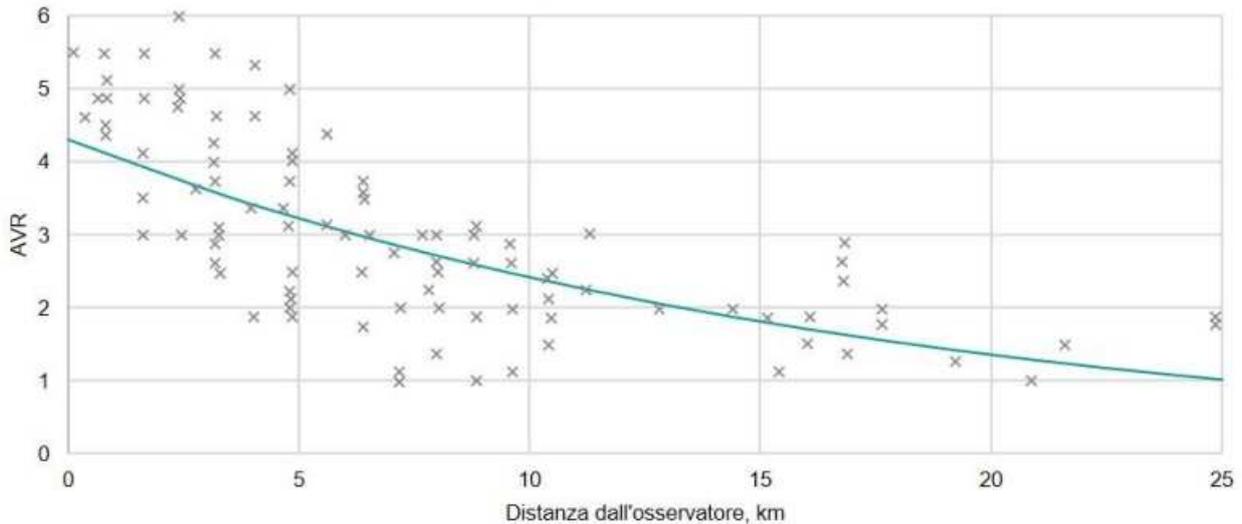
iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

alla distanza d dall'osservatore del tipo:

$$AVR(d) = 4.3093e^{-0.092d} \quad \text{eq. (1)}$$

RATING DI VISIBILITÀ PER TRALICCI RETICOLARI

relazione funzionale tra rating di visibilità per tralicci reticolari e distanza di osservazione
Rielaborazione iLStudio da (Sullivan, 2014)



Gli autori propongono quindi le seguenti soglie di visibilità:

- **Limite di visibilità:** determina il limite estremo degli effetti visivi in condizioni di visione normali; il corrispondente indice di visibilità medio AVR è "1" (Tabella 7.65).
- **Limite di visibilità durante la scansione del paesaggio:** questa soglia determina la distanza alla quale una struttura potrebbe essere visivamente "persa" (non colta) da un osservatore casuale, ma visibile durante la scansione o osservazione attiva del paesaggio; il corrispondente indice di visibilità medio AVR è "2".
- **Limite di visibilità casuale:** questa soglia determina la distanza alla quale una struttura sarebbe probabilmente visibile a chiunque guardi brevemente nella direzione generale della struttura, senza conoscenza pregressa o sguardo attivo (visione "a prima occhiata"); il corrispondente indice di visibilità medio AVR è "3".
- **Limite di preminenza visiva:** questa soglia determina la distanza alla quale una struttura diventa un importante centro dell'attenzione visiva, tendendo ad attirare e mantenere l'attenzione visiva a causa del forte contrasto nella forma, nelle linee, nella consistenza, nel colore o nel movimento. Il corrispondente indice di visibilità medio è "5". A questo livello di visibilità, i contrasti visivi sono generalmente ad un livello elevato, anche se l'impianto di trasmissione potrebbe non essere visivamente dominante sulle principali forme del terreno.

Gli autori concludono che la distanza da analizzare per la valutazione dei potenziali impatti visivi in una VIA dovrebbe corrispondere al *limite della visibilità casuale* o, in via più conservativa, al *limite della visibilità durante la scansione del paesaggio*. A questa distanza infatti è probabile che una struttura di trasmissione sia visibile e che quindi causerà un qualche tipo di impatto visivo, seppur piccolo, per la maggior parte degli osservatori.

Per il caso in esame, si sceglie in via cautelativa, un'estensione dell'AIVAT pari a 8 km da ciascun elemento della linea di trasmissione, corrispondente al limite esterno dell'ambito di visione intermedio.

Si riportano nel seguito i risultati di intervisibilità dell'elettrodotto aereo sull'intera tratta dalla stazione RTN TERNA Sulcis fino al raccordo con la dorsale 380kV Ittiri-Selargius. L'analisi di intervisibilità è riferita al modello



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
194 di 1053

di elevazione digitale del terreno rappresentato nelle successive figure (Figura 7.139 e Figura 7.140). Il tracciato dell'elettrodotto si sviluppa in un corridoio morfologicamente pianeggiante parzialmente racchiuso a nord e a sud dal sistema montuoso dei Monti dell'Iglesiente. La mappatura delle aree di potenziale intervisibilità dei tralicci di linea è mostrata invece nelle successive Figura 7.141. La mappa riporta il numero massimo di tralicci potenzialmente intervisibili dalla specifica posizione di osservazione nell'ipotesi di perfetta visibilità, aria limpida e totale assenza di foschia. Emerge chiaramente l'effetto schermante determinato dalla presenza dei Monti dell'Iglesiente sulla tratta compresa tra i tralicci 20 e 77. La massima condizione di intervisibilità potenziale occorre invece nell'area della nuova stazione di smistamento Villasor 380 la cui configurazione valliva determina come unico effetto schermante (non considerato nel calcolo) quello della vegetazione e delle strutture antropiche in elevazione. Questo effetto è particolarmente evidente laddove nel DTM siano presenti le informazioni del DSM ovvero in corrispondenza degli agglomerati urbani di Villasor, Serramanna e Decimoputzu.

Ricordando che la condizione di potenziale intervisibilità è solo necessaria ma non sufficiente per determinare un impatto su un ricettore visivo, la mappa di intervisibilità è stata ulteriormente riclassata in relazione ai rating di visibilità di cui alla precedente Tabella 7.65 secondo il modello analitico dell'eq. (1).

La riclassificazione, mostrata nelle successive Figura 7.142, indica come i principali effetti visivi significativi si esauriscano entro 500 metri dal tracciato dell'elettrodotto. In questa fascia, caratterizzata da un rating di visibilità superiore a 4 eccetto in immediata vicinanza delle opere, gli elementi della linea di trasmissione *appaiono con dimensioni o contrasto sufficienti per competere con altri elementi del paesaggio, ma con contrasto insufficiente ad attirare fortemente l'attenzione visiva e dimensioni insufficienti per dominare il campo visivo dell'osservatore.*

A distanze superiori, fino al limite di visibilità casuale (2500 metri di distanza), il livello di visibilità si riduce da 4 a 3 (in ragione della distanza) secondo cui gli elementi di linea *possono essere facilmente rilevati dopo un breve sguardo e sarebbero visibili alla maggior parte degli osservatori casuali, ma comunque non caratterizzati da dimensioni o contrasto sufficienti per spiccare rispetto ai principali elementi del paesaggio.*

Allontanandosi ulteriormente dagli elementi di linea, il rating di visibilità scende da 3 a 2 in corrispondenza del limite di visibilità durante la scansione del paesaggio (collocato a circa 5 km dalle strutture). A partire da questa fascia, la presenza della linea *potrebbe sfuggire ad un osservatore casuale senza conoscenza pregressa o sguardo attivo (visione "a prima occhiata") ma essere visibile durante la scansione attenta del paesaggio.*

Oltre i 5 km gli effetti visivi divengono, infine, del tutto trascurabili.

Le mappe di Figura 7.142 riportano anche i beni paesaggistici, identitari, archeologici e architettonici così come catalogati dal Repertorio del Mosaico dei beni paesaggistici e identitari (2017). Si osserva che, solo tre beni (paesaggistici) ricadono entro la fascia di maggior visibilità dei 500 m (Domus De Janas – Nuraxi Figus, Medau Frau e Medau Piredda – Perda Piscua).

L'analisi di intervisibilità è stata eseguita, in via conservativa, per la sola configurazione con elettrodotto aereo. A seguire si riportano le immagini raffiguranti:

- modello di elevazione digitale del terreno;
- mappa di intervisibilità dell'elettrodotto aereo;
- mappa delle soglie di visibilità dell'elettrodotto aereo.



Ichnusa wind power srl

ilStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
195 di 1053

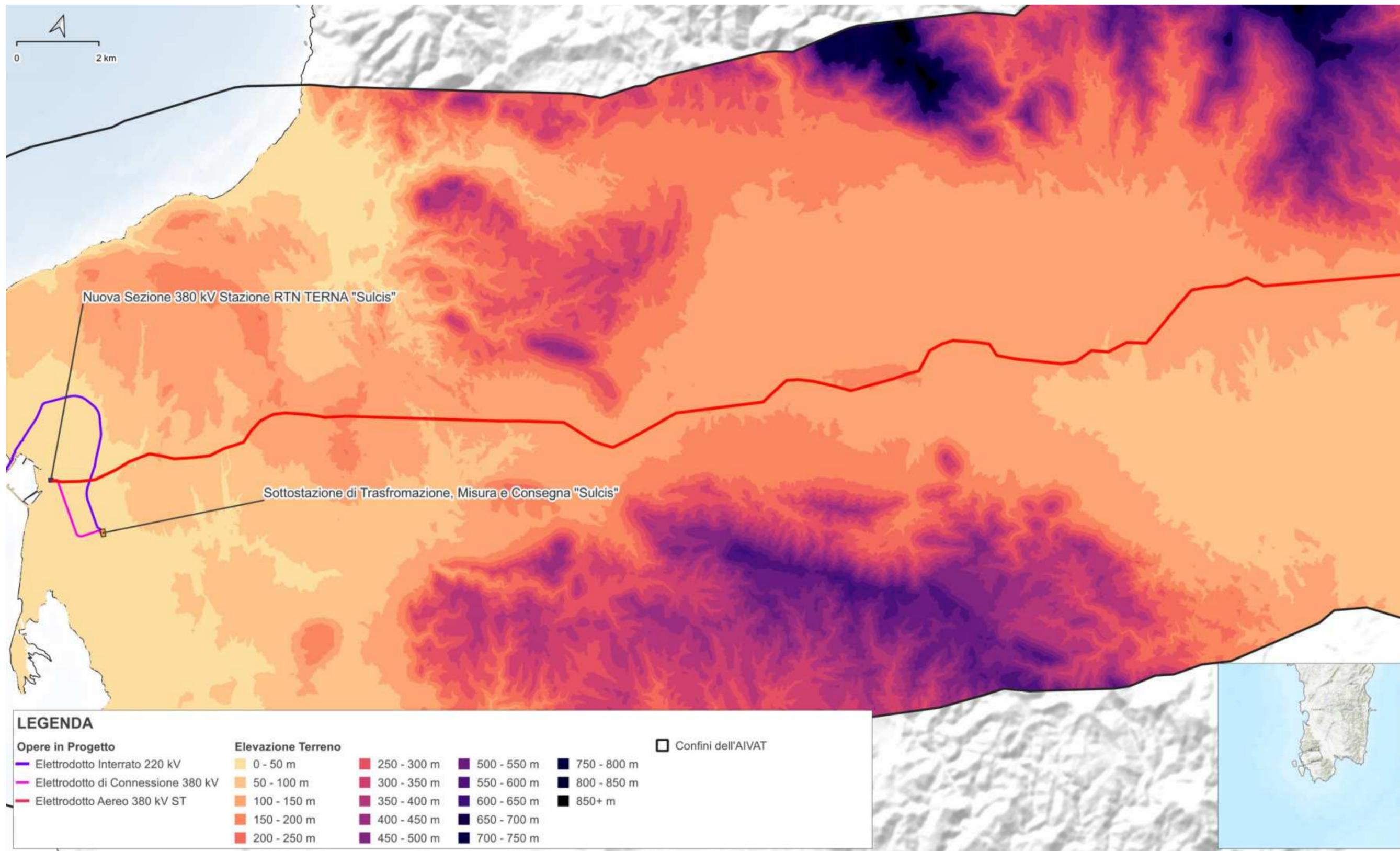


Figura 7.139 – Modello di elevazione digitale del terreno. Vista 1.
Elaborazione ilStudio su dati SardegnaGeoportale.

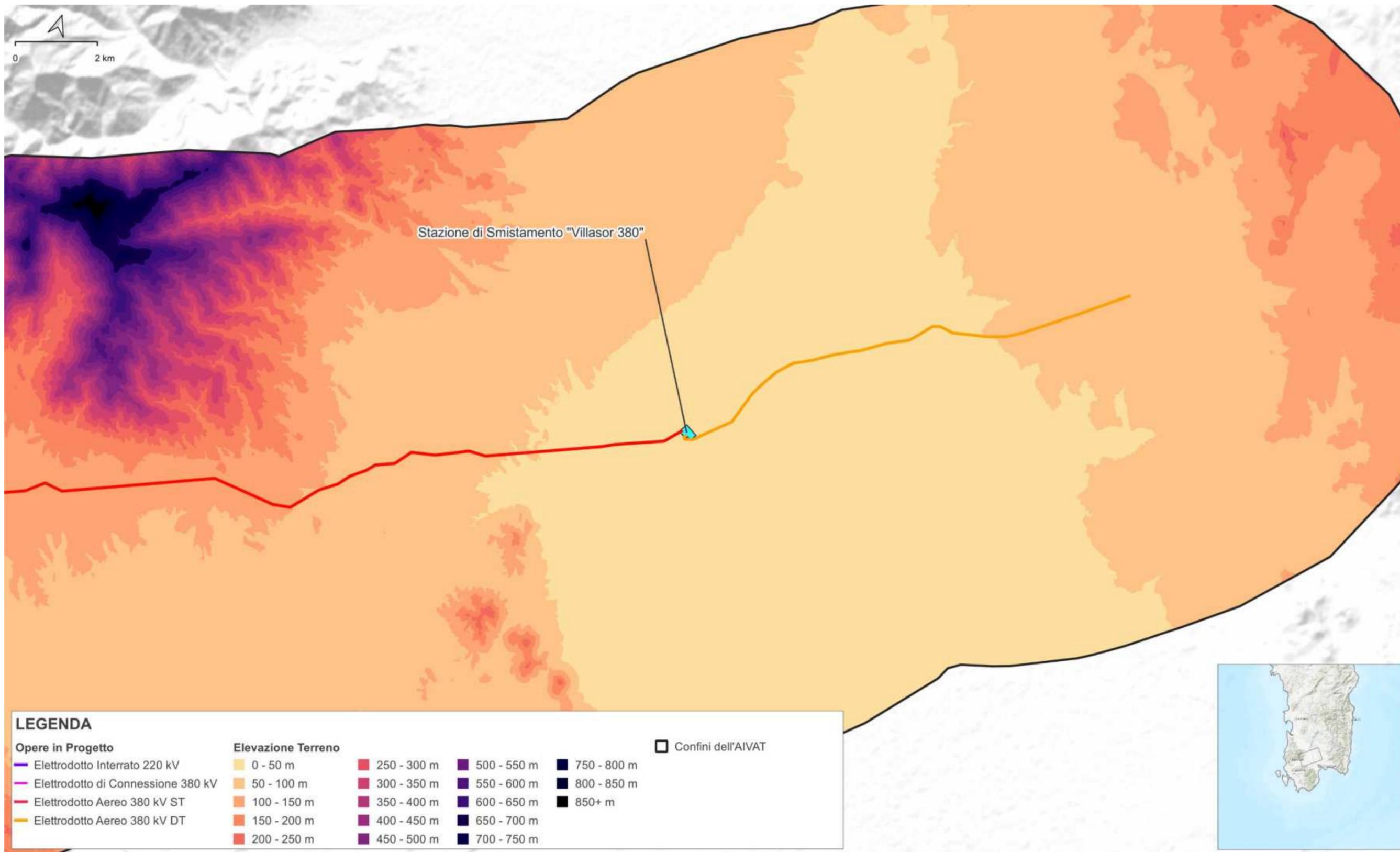


Figura 7.140 – Modello di elevazione digitale del terreno. Vista 2.
Elaborazione iLStudio su dati SardegnaGeoportale.



Ichnusa wind power srl

ilStudio.
Engineering & Consulting Studio

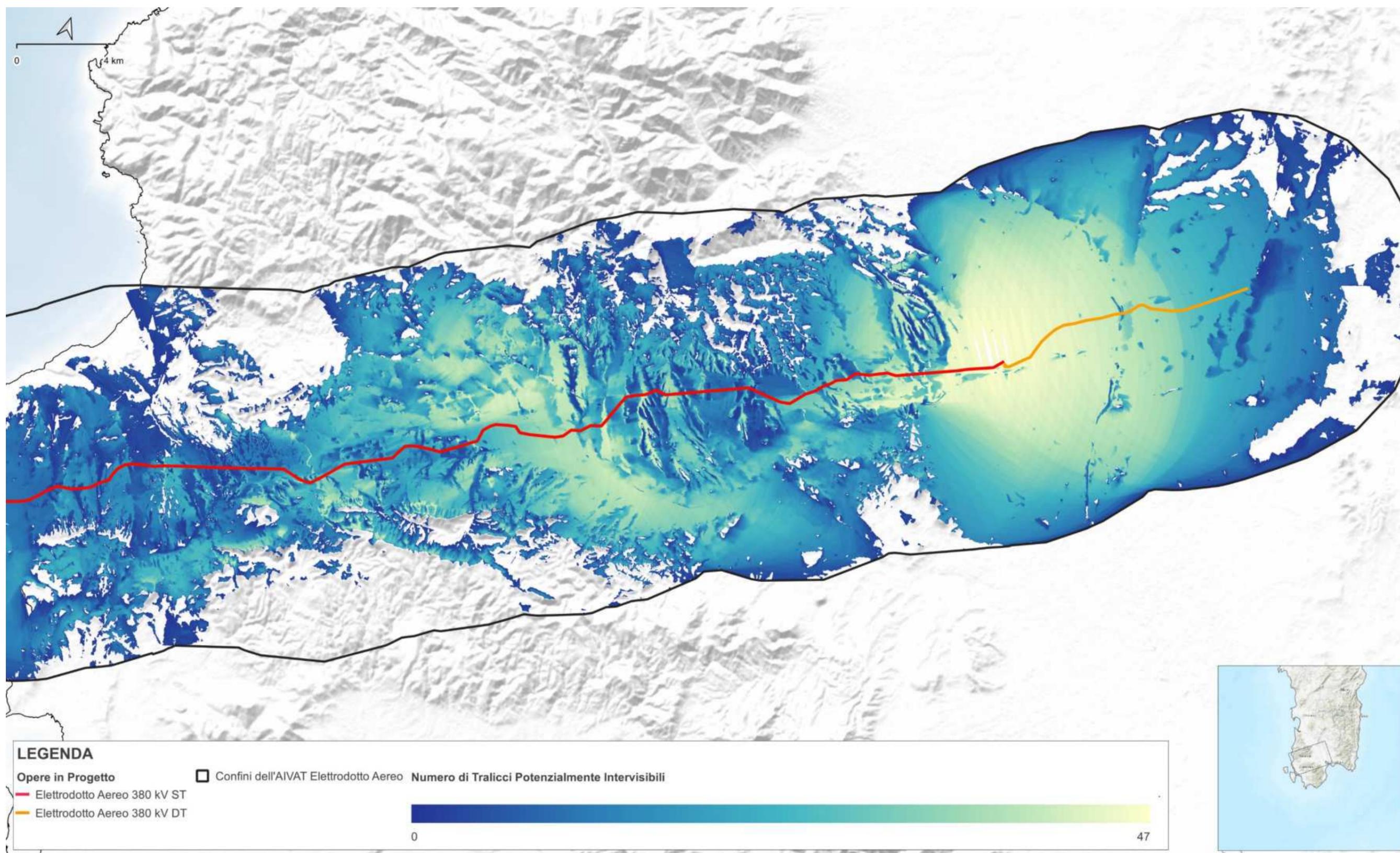


Figura 7.141 – Mappa di intervisibilità dell'elettrodotto aereo.
Intera tratta dalla RTN TERNA Sulcis fino alla dorsale Ittiri-Selargius. Elaborazione ilStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

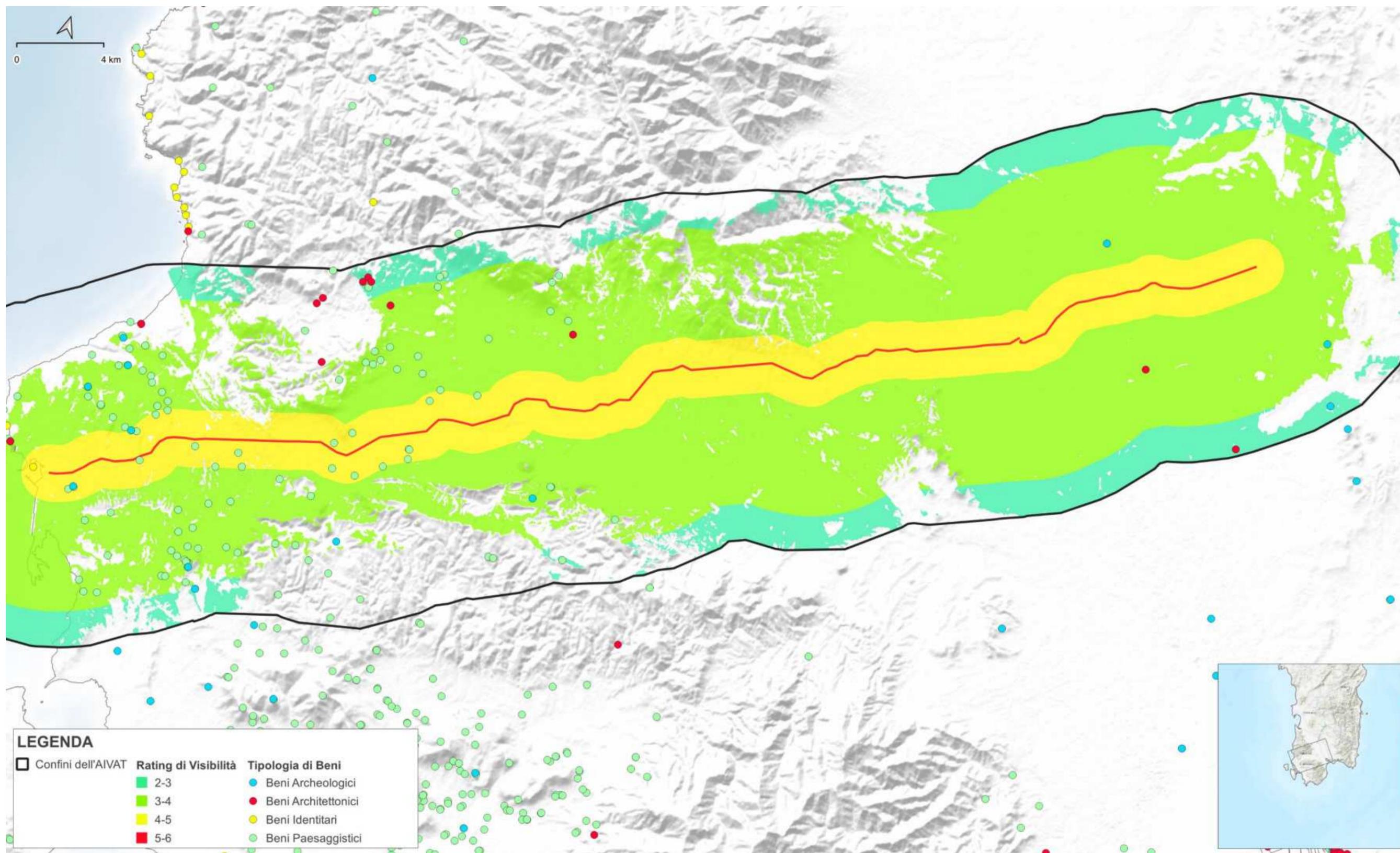


Figura 7.142 – Mappa delle soglie di visibilità dell'elettrodotto aereo.

Sovrapposizione beni paesaggistici, identitari, archeologici e architettonici. Intera tratta dalla RTN TERNA Sulcis fino alla dorsale Ittiri-Selargius. Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
199 di 1053

Stazioni elettriche

Per quanto riguarda le condizioni di visibilità delle stazioni elettriche, l'analisi delle sezioni elettromeccaniche evidenzia un'altezza massima delle strutture in elevazione cautelativamente entro i 15 metri rispetto al livello calpestio. Considerando che il principale contributo all'intervisibilità delle opere è determinato dall'altezza totale delle strutture in elevazione (somma della quota altimetrica più l'altezza dell'oggetto), è lecito ipotizzare che le aree di intervisibilità delle stazioni ricadano all'interno delle zone di intervisibilità dei tralicci più vicini. Gli eventuali effetti visivi associati alla presenza delle sottostazioni saranno inoltre fortemente ridotti grazie all'adozione di misure di ambientalizzazione consistenti nella realizzazione di mascheramenti a verde con specie vegetali autoctone che ne consentano una migliore integrazione nel pre-esistente contesto ambientale dell'area.



Figura 7.143 – Sottostazione di trasformazione, misure e consegna. Fotoinserimento con mascheramento a verde.
Elaborazione iLStudio.



Figura 7.144 – Sottostazione elettrica di transizione cavo/aereo. Fotoinserimento con mascheramento a verde.
Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
200 di 1053



Figura 7.145 – Sottostazione elettrica di smistamento Villazor 380. Fotoinserimento con mascheramento a verde.
Elaborazione iLStudio.

7.7.2.5. Visibilità in fase di dismissione

7.7.2.5.1. Parte a mare

Il contributo alla visibilità del progetto durante la fase di smantellamento delle opere offshore è limitato, alle sole attività di (1) disinstallazione e trasporto in regime di galleggiamento delle strutture presso il sito di smantellamento onshore e (2) successivo disassemblaggio degli aerogeneratori e della sottostazione presso apposita banchina portuale.

Per quanto riguarda la fase (1) il piano delle attività richiederà l'utilizzo di rimorchiatori e navi strumentate. A 35 km dai ricettori terrestri più prossimi, le navi coinvolte nelle operazioni di dismissione saranno indistinguibili all'interno della scena visiva tanto in regime diurno quanto in regime notturno.

La fase (2) di disassemblaggio è invece eseguita interamente in ambito portuale presso banchina strumentata e per il tempo strettamente necessario all'esecuzione in sicurezza delle diverse attività. Si tratta comunque di operazioni sostanzialmente equipollenti alle normali attività portuali e che non determineranno alcun tipo di impatto visivo aggiuntivo rispetto allo scenario di base.

La maggior parte delle operazioni in mare avverrà durante le ore diurne; in caso di operatività notturna, le imbarcazioni saranno munite di idonei dispositivi di segnalamento luminoso in conformità alle indicazioni internazionali e nazionali in tema di sicurezza della navigazione. In condizioni di scarsa luminosità ambientale, ad esempio in giorni di particolare nuvolosità, potranno inoltre essere attivati sistemi luminosi di supporto alle lavorazioni per garantire la sicurezza dei lavoratori e migliorare la visibilità delle aree operative. La visibilità di questi sistemi di illuminazione è comunque trascurabile in relazione alle potenze luminose coinvolte e alla grande distanza dai ricettori visivi.

7.7.2.5.2. Parte a terra

Elettrodotti interrati

La dismissione delle opere a terra al termine della vita utile sarà finalizzata al completo ripristino delle aree interessate dal progetto. Ai fini degli effetti sulla visibilità, si può assumere conservativamente l'esecuzione di attività equipollenti a quelle realizzate in fase di costruzione; è quindi presumibile che i cantieri mobili per lo



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
201 di 1053

smantellamento saranno visibili esclusivamente dalle aree immediatamente prossime ai luoghi di lavoro senza effetti significativi a grande distanza. La durata del cantiere sarà inoltre limitata al solo tempo richiesto per l'esecuzione in sicurezza delle attività e renderà ogni eventuale intrusione visiva di recinzioni e macchine operatrici trascurabile e totalmente reversibile nel breve periodo. È anche possibile che, di concerto con le parti interessate, non si proceda alla rimozione degli elettrodotti al fine di non danneggiare le pertinenti sedi stradali; parimenti gli elettrodotti potrebbero continuare a svolgere la loro attività all'interno della rete nazionale senza quindi ingenerare nuove condizioni di visibilità.

Elettrodotti aerei

Le opere di dismissione delle linee aeree, comprese quelle relative alla sostituzione della linea aerea Sulcis-Villasor le quali si realizzeranno una volta attivata la nuova linea 380kV, sono:

- occupazione delle aree di cantiere e dei relativi accessi;
- accesso alle piazzole per le attività di smantellamento della linea;
- smantellamento e rimozione dei conduttori;
- smontaggio dei sostegni;
- eventuale rimozione delle fondazioni;
- posa e compattazione del terreno;
- evacuazione e trattamento del terreno in eccesso e del materiale di fondazione.

Le interferenze significative, dovute alle attività sopra indicate, sono di carattere strutturale e visuale del paesaggio, a seguito della rimozione dei manufatti dal contesto paesaggistico.

I macchinari utilizzati saranno selezionati sulla base delle migliori tecnologie disponibili al momento dei lavori. Gli elementi risultanti dalla rimozione e dallo smantellamento/demolizione saranno raccolti in modo da consentire una corretta gestione delle operazioni di trasporto e trattamento/smaltimento dei rifiuti. La selezione dell'ubicazione degli impianti di trattamento rifiuti sarà effettuata secondo criteri di prossimità alle aree di cantiere così da minimizzare gli impatti sul traffico e sull'ambiente (emissioni in atmosfera).

La dismissione delle opere sarà condotta mediante un cantiere di tipo mobile con impiego di mezzi e macchine operatrici standard, autocarri e autobetoniere. La visibilità delle aree di lavoro sarà quindi limitata alle sole aree immediatamente prossime ai luoghi di lavoro senza effetti significativi a grande distanza. Peraltro, la durata del cantiere, limitata al solo tempo richiesto per l'esecuzione in sicurezza delle attività, renderà ogni eventuale intrusione visiva di recinzioni e macchine operatrici senz'altro trascurabile e comunque totalmente reversibile nel breve periodo.

Stazioni elettriche

Le operazioni di dismissione delle stazioni elettriche prevederanno:

- l'isolamento elettrico dei manufatti;
- la disconnessione elettrica preliminare della stazione elettrica con la rimozione dei quadri e degli impianti ausiliari;
- la demolizione (eventuale) della stazione.

Gli elementi risultanti dalla rimozione e dallo smantellamento/demolizione saranno raccolti in modo da consentire una corretta gestione delle operazioni di trasporto e smaltimento dei rifiuti.

I macchinari utilizzati saranno selezionati sulla base delle migliori tecnologie disponibili al momento dei lavori. Gli elementi risultanti dalla rimozione e dallo smantellamento/demolizione saranno raccolti in modo da consentire una corretta gestione delle operazioni di trasporto e trattamento/smaltimento dei rifiuti. La selezione dell'ubicazione degli impianti di trattamento rifiuti sarà effettuata secondo criteri di prossimità alle aree di cantiere così da minimizzare gli impatti sul traffico e sull'ambiente (emissioni in atmosfera).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
202 di 1053

7.7.3. Emissioni acustiche

L'opera in progetto determinerà interazioni di natura acustica con l'ambiente circostante, dovute sia alle attività di cantiere che alle successive fasi di esercizio e di dismissione. In questa sezione si riporta una descrizione esaustiva della caratterizzazione delle sorgenti ed una quantificazione delle emissioni acustiche previste durante il ciclo di vita dell'opera.

In generale, le emissioni acustiche previste per la fase di cantiere sono di tipo temporaneo e presentano intensità più elevate seppur a livelli non pericolosi; di contro, per la fase operativa, si prevedono emissioni perlopiù continue ma di intensità molto minore e con ridotta capacità di disturbo.

Per semplicità di trattazione le sezioni che seguono affrontano separatamente la valutazione delle emissioni sonore determinate dalle sezioni offshore e onshore del progetto rispetto alle tre fasi di costruzione, esercizio e dismissione.

7.7.3.1. Parte a mare

7.7.3.1.1. Fase di costruzione

Le sorgenti di insonificazione prevedibili durante la fase di installazione del parco eolico offshore sono riconducibili alle operazioni di trasporto delle unità floating (FOU, Floating Offshore Unit) ivi compresi l'assieme turbina e FOS, l'installazione dei sistemi di ormeggio e i relativi ancoraggi, la posa della rete di cavi inter-array e dell'export cable. Nello specifico degli interventi in progetto, la fase di installazione prevede, per ciò che riguarda le opere a mare, le seguenti operazioni:



FASE 1 - Posa dei sistemi di ormeggio e ancoraggio per WTG e FOS (Mooring pre-lay)

La prima fase di posa dei sistemi di ormeggio e dei relativi sistemi di ancoraggio al fondale marino è sostanzialmente identica per i sistemi turbina galleggiante e FOS eccetto per l'eventuale differente dimensione dei componenti. Ai fini della presente analisi si considera la condizione di calcolo più gravosa ipotizzando l'installazione di sistemi di ancoraggio a pali infissi.

Mezzi e attrezzatura impiegati: anchor handling vessel (AHTS/MPSV) dotato di gru, A-frame e ROV.



FASE 2 - Trasporto in posizione delle FOU e relative connessioni al sistema di ormeggio (WTG e FOS tow out and hook up)

La struttura di fondazione e la sovrastruttura (turbina o sottostazione elettrica FOS) sono assemblate direttamente in area portuale e trainate in regime di galleggiamento mediante un sistema di rimorchiatori. Una volta in posizione si procede al collegamento con le linee di ormeggio pre-posate, eventuale zavorramento fino al pescaggio desiderato e tensionamento delle linee di ormeggio.

Mezzi e attrezzatura impiegati: main tug da 120-180 t BP, due tail tug da 40 t BP per coadiuvare le operazioni di virata, freno e arresto in ambito portuale, un tail tug da 70 t BP per le operazioni offshore.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
203 di 1053



FASE 3A - Posa del cavo di esportazione 220 kV AC (Export cable laying/burial)

La posa del cavo di esportazione avviene mediante apposita imbarcazione posa cavo (MPSV/AHTS) che procede alla stesura muovendosi dalla costa verso la FOS. Successivamente, in relazione alla strategia di protezione del cavo, un mezzo dedicato procede all'applicazione di rocce/materassini o, mediante *trencher*, allo scavo, interrimento e ricopertura del cavo sempre muovendosi dalla costa verso il punto di allaccio alla FOS.

FASE 3B - Posa della rete inter-array 66 kV AC (Inter-array cable laying/burial)

La posa dei cavi della rete inter-array viene effettuata, per ogni coppia di FOU, mediante apposita imbarcazione posa cavo (MPSV/AHTS) che procede alla stesura muovendosi da un generatore al successivo o verso la FOS. Previo collegamento elettrico su ciascuna FOU, con apposito mezzo di supporto, si procede quindi, in relazione alla strategia di protezione del cavo, all'eventuale applicazione di rocce/materassini o, mediante *trencher*, allo scavo, interrimento e ricopertura del cavo.

Mezzi e attrezzatura impiegati: imbarcazione posa cavo, trenching vessel con apparecchio trencher o multi purpose vessel attrezzato con gru per la posa dei materassini/rocce di protezione.

L'analisi dei livelli di insonificazione imputabili alle specifiche sorgenti acustiche attive in fase di installazione è quindi effettuata sulla base delle seguenti considerazioni:

- la zona di intervento è normalmente interessata da traffico marittimo. È lecito assumere che il contributo all'insonificazione derivante dall'extra traffico associato alle imbarcazioni di servizio non sia significativo visto l'esiguo numero di imbarcazioni coinvolte (generalmente tre) per ciascuna fase di installazione rispetto al totale delle imbarcazioni normalmente presenti nell'area di indagine.
- per quanto riguarda le operazioni di posa del cavo, ivi comprese le fasi di trenching (eventuale) e/o ricoprimento di protezione (rockdumping, posa materassi, etc), misurazioni acustiche effettuate in altri progetti offshore internazionali hanno dimostrato che la sovrapposizione del contributo di insonificazione degli attrezzi di scavo/ricoprimento e della relativa imbarcazione di supporto è pressoché equivalente al solo contributo dell'imbarcazione di supporto;
- il principale contributo all'insonificazione, per le caratteristiche di intensità e durata, è quindi quello associato alla fase di anchor pile driving dei dispositivi di ancoraggio.

Per ciò che attiene la valutazione dell'emissione sonora in fase di anchor piling è bene sottolineare che, alla data del presente documento, viene valutata, con approccio conservativo, la condizione di calcolo più gravosa assumendo che l'intero sistema di ancoraggi, nel numero di 6 unità per unità galleggiante, sia realizzato mediante pali infissi. Non si può escludere tuttavia che, in una successiva fase di ottimizzazione ingegneristica, sia possibile adottare soluzioni a più basso impatto.

Emissione sonora in fase di installazione dei pali di ancoraggio

La tecnica di installazione dei pali di ancoraggio per infissione (*pile driving o piling*) consiste nella penetrazione di un palo metallico all'interno del fondale marino mediante l'azione di un martello premente.

Il principio meccanico, il tipo di contatto con il palo, l'energia e la velocità di impatto del martello sono alcuni dei fattori che contribuiscono all'emissione acustica. In relazione al principio meccanico di generazione dell'energia di infissione si distingue tra:

- *martelli a impatto (impact hammer)*, che convertono l'energia potenziale di un grave sollevato ad una certa altezza dalla testa del palo e rilasciato per generare il colpo sotto l'azione della gravità;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
204 di 1053

- *martelli a vibrazione (vibro-hammer)*, che utilizzano l'energia vibrazionale generata dalla rotazione di masse eccentriche e trasmessa verticalmente sulla testa del palo;
- *martelli a spinta (push-in hammer)*, che utilizzano pistoni idraulici per infiggere i pali all'interno del fondale mediante applicazione di forze statiche (ICF Jones & Stokes, 2009).
- *Martelli avvitatori (screw hammer)* che utilizzano sistemi idraulici per la spinta e l'avvitamento di pali dotati di elica.

I martelli vibranti e a spinta sono soluzioni teoricamente più silenziose rispetto al martello a impatto ma, a causa della ridotta capacità di spinta, possono essere utilizzati solo in un numero limitato di scenari; il fondale, ad esempio, può essere coeso, cioè compatto a base argillosa, o non coeso, come ghiaia sciolta e sabbia; i martelli vibranti funzionano meglio in terreni non coesivi, mentre i colpi di un martello a impatto sono in genere necessari per argille coese e rigide (Barber, 1978). Inoltre, sebbene i martelli vibranti siano più silenziosi dei martelli a impatto, un reale effetto benefico non è scontato e va quindi valutato caso per caso, dal momento che il livello di esposizione cumulativa al suono potrebbe, in realtà, essere più elevato a causa del funzionamento continuo e del tempo (potenzialmente maggiore) richiesto per l'installazione del palo (ICF Jones & Stokes, 2009).

La battitura a impatto ha invece carattere impulsivo e si realizza tipicamente attraverso una sequenza di battitura che prevede un numero di colpi variabile tra 30 e 60 al minuto. Ciascun colpo determina livelli sonori di picco generalmente tra 190 e 245 dB re 1 μPa con relativi livelli di esposizione per strike attorno a 170 – 225 dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ (Department of Planning, Transport and Infrastructure, 2012).

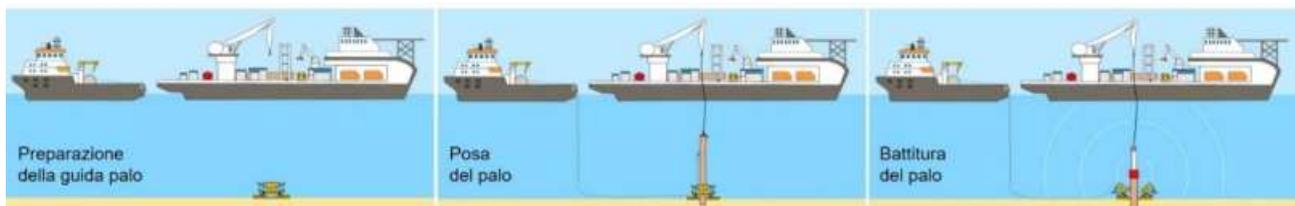


Figura 7.146 – processo di piling, fasi caratteristiche.
Elaborazione iLStudio.

La vibrazione del palo, e quindi la relativa emissione sonora, è caratterizzata da un tempo di salita relativamente rapido culminante in un valore di pressione massimo oltre il quale si realizza un decadimento eventualmente oscillante (Popper, et al., 2014).

I livelli sonori di picco derivanti dal piling variano notevolmente e dipendono da fattori quali le caratteristiche del palo (diametro, materiale, etc...), la dimensione del martello e le caratteristiche del substrato.

L'energia sonora è tipicamente concentrata alle basse frequenze tra i 100 e i 1000 Hz.

La figura mostra lo spettro risultante sia in termini di SEL¹¹ (*Sound Exposure Level*, livello di esposizione sonora) che di livello RMS¹² (*Root-Mean-Square level*, livello quadratico medio) ipotizzando cautelativamente una durata della finestra sonora del colpo pari a 0.1 s.

¹¹ Il livello di esposizione sonora SEL (Sound Exposure Level) è una metrica di misura dell'energia sonora che considera simultaneamente il livello al ricevitore e la durata del disturbo sonoro.

¹² Il livello sonoro RMS (Root Mean Square) è una metrica sonora che valuta l'intensità di un segnale acustico come media quadratica della pressione sonora all'interno di una finestra temporale di ampiezza assegnata.

**EMISSIONE SONORA SUBACQUEA IN FASE DI COSTRUZIONE**

spettro sonoro dell'operazione di pile driving - livelli per strike in terzi di banda d'ottava

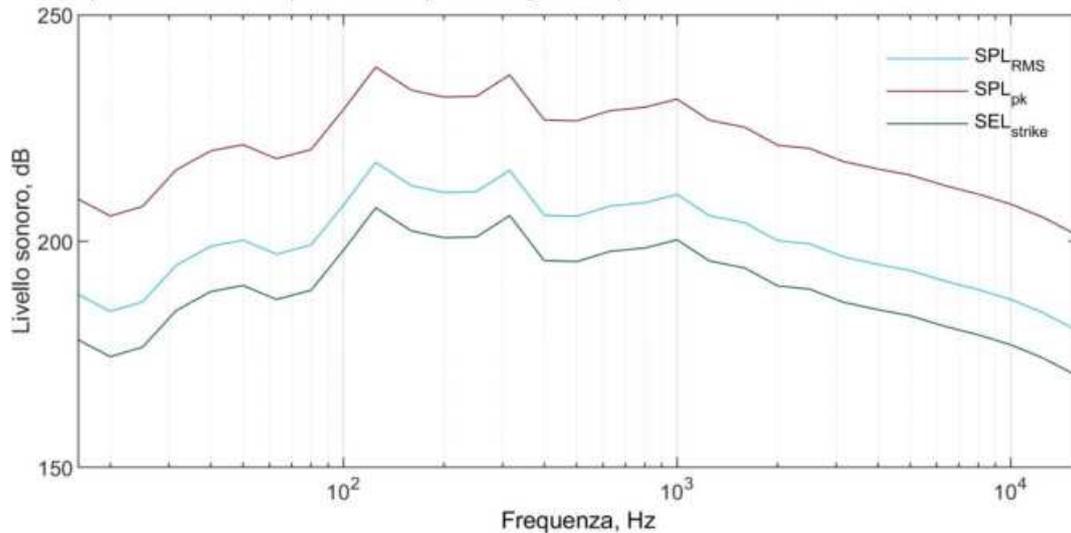


Figura 7.147 – Spettro sonoro operazione di piling degli ancoraggi.

Elaborazione iLStudio.

Tabella 7.66 – Caratteristiche di interesse per le operazioni di piling degli ancoraggi.

PARAMETRO	INPUT DEL MODELLO
Numero di pali di ancoraggio per fondazione	6 per FOU
Diametro del palo	~ 2.44 m
Lunghezza infissa del palo	30 ~ 49 m
Durata infissione per palo (solo infissione)	1 ~ 2 h

Nell'ambito del presente calcolo, i livelli sonori SEL sono cumulati per un programma di installazione che prevede fino a 3 operazioni di infissione giornaliere effettuate, in relazione alle previste condizioni del fondale, secondo lo schema di battitura della Tabella 7.67.

Con approccio conservativo le analisi sono state effettuate senza applicazione della procedura soft start (sebbene questa sarà effettivamente prevista e attuata in sede operativa) ed in riferimento alla sequenza di battitura per la stratigrafia SCI04 cui corrisponde il maggior livello medio di energia del colpo (per ulteriori dettagli si faccia riferimento alla "Relazione tecnica – Dimensionamento delle strutture di ancoraggio e ormeggio" cod. C0421SR15RELORM00 allegata allo Studio di Impatto Ambientale.

Tabella 7.67 – Parametri di infissione per diverse condizioni geotecniche del fondale.

CARATTERISTICHE DEL FONDALE	STAGE DI INFIESSIONE				Totale
	Fase 1 (300kJ)	Fase 2 (600kJ)	Fase 3 (900kJ)	Fase 4 (1200kJ)	
SCI01	0 – 20m 1000 colpi	20 – 25m 500 colpi	25 – 28m 300 colpi	28 – 30m 200 colpi	2000 colpi 67 min/palo
SCI02	0 – 23m 1150 colpi	23 – 45m 1980 colpi	–	–	3130 colpi 105 min/palo
SCI03	0 – 25m 1250 colpi	25 – 42m 1700 colpi	42 – 46m 360 colpi	–	3310 colpi 111 min/palo
SCI04	0 – 24m 1200 colpi	24 – 37m 1300 colpi	37 – 49m 1200 colpi	–	3700 colpi 124 min/palo



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
206 di 1053

Emissione sonora in fase di interrimento cavi

Le operazioni di interrimento dei cavi prevedono generalmente l'utilizzo simultaneo di diverse tipologie di imbarcazioni e attrezzi. In linea di massima è presumibile la compresenza di:

- una imbarcazione posa cavo dotata di matassa,
- un MPSV (multi purpose service vessel) attrezzato con trencher,
- un MPSV attrezzato con gru per la posa (eventuale) dei materassini/rocce di protezione.

L'analisi dei risultati di rilevamento acustico condotti in diversi progetti offshore a livello internazionale, evidenzia generalmente che l'attività di posa dei cavi, anche in presenza di trenching, determina un modesto contributo al campo sonoro subacqueo rispetto a quello indotto dalle imbarcazioni di servizio (Johansson & Andersson, 2012).

Anche durante il posizionamento dei ricoprimenti rocciosi di protezione (rockdumping), diversi studi hanno confermato che, confrontando i livelli sonori prodotti durante le operazioni di posa dei massi e quello generato dalla relativa imbarcazione di servizio non vi è stato alcun aumento di livello evidente il che suggerisce, ancora una volta, che i livelli sonori complessivi sono dominati dal rumore della imbarcazione di supporto (Nedwell & Edwards, 2004).

In particolare, durante l'installazione del sistema di cavi sottomarini per il parco eolico offshore gallese di North Hoyle è stata effettuata una campagna di misurazione dei livelli di rumore generati durante le operazioni di scavo del fondale marino. Le registrazioni, effettuate mediante idrofono posizionato a 2 metri di profondità e a 160 m dalla sorgente di rumore, hanno evidenziato un livello di pressione sonora, cumulato sui livelli spettrali in Figura 7.148, di 123 dB re 1 μ Pa equivalente ad un livello sonoro di 178 dB re 1 μ Pa ad 1 m dalla sorgente.

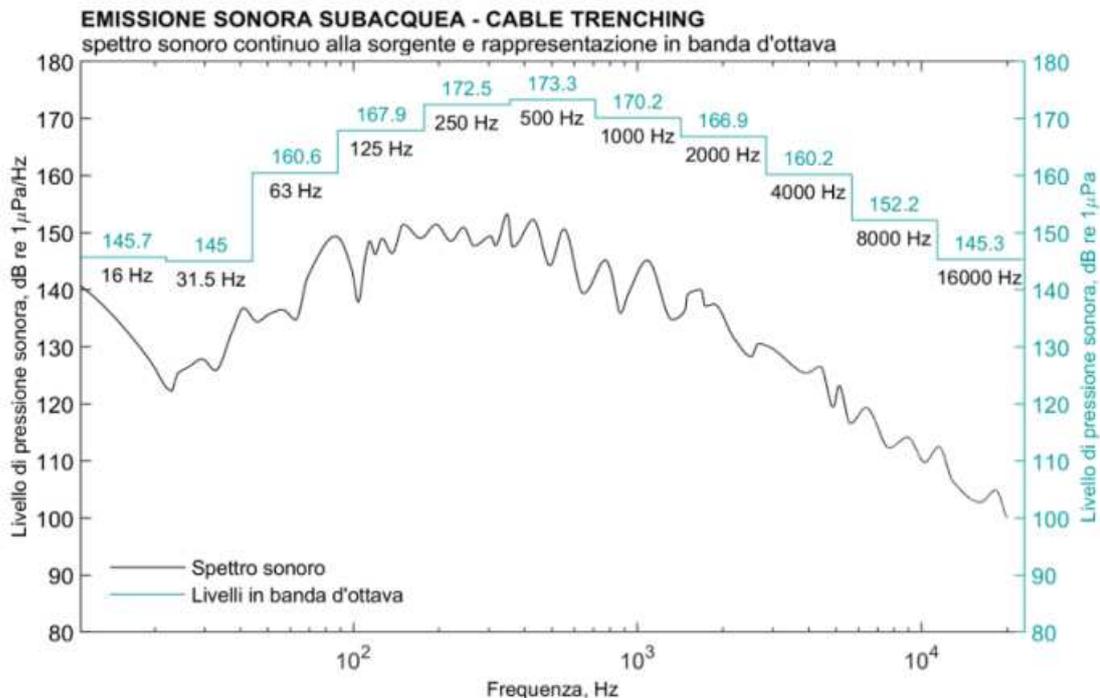


Figura 7.148 – Cable trenching (posa cavo in cavo interrato) – spettro sonoro alla sorgente.

Rielaborazione da (Nedwell, et al., 2003).

Il livello così calcolato è compatibile con l'emissione sonora tipica di una draga il cui spettro sonoro, stimato sempre a partire dal modello JOMOPANS-ECHO, è mostrato in Figura 7.149 in sovrapposizione allo spettro sonoro rilevato durante il cantiere di North Hoyle. Ciò conferma che, anche in presenza di trenching sul fondale, il principale contributo di insonificazione durante la fase di posa del cavo marino, sia dominato dall'emissione delle imbarcazioni di servizio coinvolte e possa quindi essere trascurato, negli effetti, rispetto al livello di



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

disturbo normalmente associato al pre-esistente traffico marittimo dell'area.

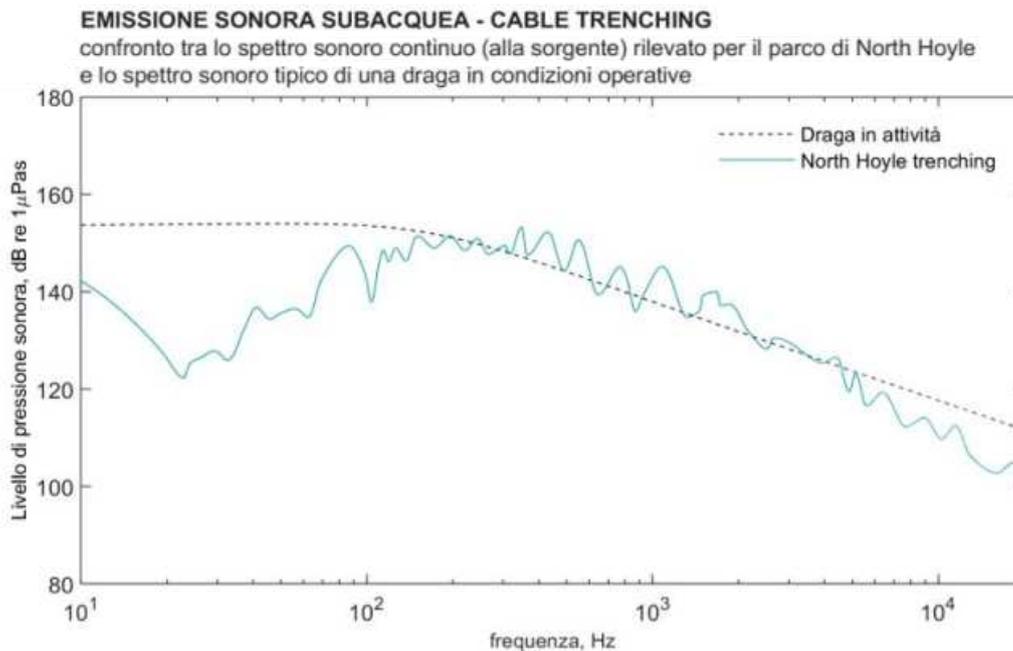


Figura 7.149 – Cable trenching (posa cavo in cavo interrato) – spettro sonoro alla sorgente.

Il livello di insonificazione indotto durante la fase di trenching è dominato dal contributo delle imbarcazioni di servizio.
Rielaborazione da (Nedwell, et al., 2003).

7.7.3.1.2. Fase di esercizio

Caratterizzazione acustica dell'aerogeneratore

Nel caso delle turbine eoliche, il rumore immesso in ambiente è generalmente imputabile a due cause, una puramente meccanica associata alla trasmissione e conversione del moto e/o al funzionamento dei sistemi di controllo e regolazione della potenza installati all'interno della navicella, l'altra, aerodinamica, associata invece all'interazione fluidodinamica tra la corrente d'aria e i profili delle pale (caratteristico *swish – swish*) e della torre (Figura 7.150).

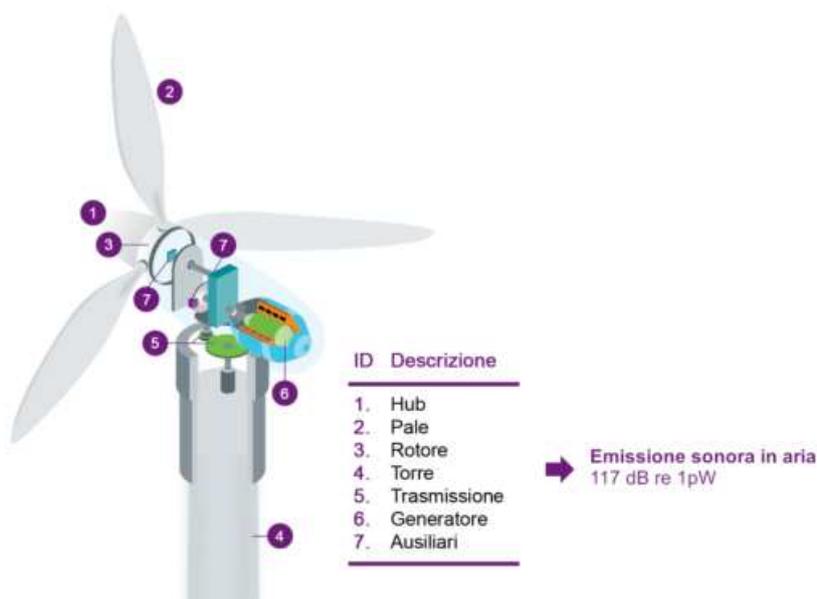


Figura 7.150 – Sorgenti di emissione sonora di una turbina eolica.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 208 di 1053

La maggior parte di questa emissione acustica avviene direttamente in aria principalmente al livello della navicella, mentre la quota restante interessa il dominio subacqueo attraverso le strutture (es. torre e fondazioni galleggianti) invitate in vibrazione dall'insieme delle sollecitazioni agenti e nelle quali l'onda sonora può propagare con poca attenuazione.

La quota irradiata in aria, in realtà, non ha effetto significativo sull'insonificazione subacquea poiché la differenza di impedenza acustica tra aria e acqua (circa 6 ordini di grandezza) è responsabile della pressoché totale riflessione del fronte acustico incidente sulla superficie del mare (Marmo, et al., 2013). Il contributo strutturale può invece propagare attraverso la torre fino alla fondazione la quale, vibrando, diviene sorgente di rumore subacqueo.

Da questo punto di vista, l'utilizzo di fondazioni di tipo floating offre vantaggi sostanziali rispetto a soluzioni tradizionali di tipo fisso, infatti:

- la quota parte di energia vibrazionale trasmessa al dominio subacqueo è proporzionale all'estensione della superficie vibrante; per loro natura i sistemi del tipo a fondazione monopalo, a traliccio o gravity based si estendono dal pelo libero dell'acqua fino al fondale marino insonificando uniformemente l'intera colonna d'acqua. Una fondazione floating interessa invece una ridotta porzione d'acqua limitata generalmente al solo pescaggio del floater;
- la presenza di un collegamento rigido diretto tra la sorgente di rumore (la navicella) e il fondale marino consente il trasferimento di energia vibrazionale anche al suolo il quale può a sua volta reirradiarla all'interno della colonna d'acqua e/o trasmetterla su lunghe distanze. Al contrario, l'ormeggio dei floater mediante funi tessili agisce da elemento smorzante nella trasmissione delle vibrazioni al fondale marino riducendone praticamente a zero la quota parte di energia trasmessa con evidenti vantaggi in termini di riduzione degli impatti sull'ecosistema marino, sugli organismi bentonici e sulle specie demersali in genere.

Per il caso in esame lo spettro di emissione subacquea è stato dedotto sulla base di misurazioni *in situ* condotte su un impianto funzionalmente simile. In particolare, si è fatto riferimento alle misurazioni acustiche condotte durante la campagna investigativa sul parco eolico galleggiante HYWIND DEMO installato a largo delle coste norvegesi di Karmøy (10 km offshore) su fondali con profondità attorno ai 200 m.

Il progetto HYWIND DEMO, datato 2009 e sulla cui scorta è stata sviluppata la versione full scale HYWIND SCOTLAND, è un impianto pilota caratterizzato da un unico aerogeneratore con potenza nominale 2.3 MW e diametro rotore 85 metri (del tipo SIEMENS SWT-2.3-82), installato su fondazione galleggiante *spar buoy* con linee di ormeggio a catenarie. La bontà delle misurazioni acustiche condotte nell'ambito di quel progetto, è riconosciuta a livello internazionale e costituisce la più attendibile misura del reale livello di emissione sonora imputabile all'esercizio di una turbina su fondazione galleggiante. La campagna di acquisizione (Martin, et al., 2011) è stata effettuata mediante stazione di misura con idrofono posta a circa 150 m dall'aerogeneratore ad una profondità di 91 m.

Nell'ambito di questo studio, lo spettro sonoro alla sorgente è stato ricavato mediante retro-propagazione del livello misurato al ricettore, applicando una ulteriore correzione per considerare l'incremento della taglia dell'aerogeneratore (da 2.3 MW a 12 MW). Lo spettro sonoro risultante è mostrato in Figura 7.151 ove sono anche riportati gli equivalenti livelli in banda d'ottava nell'intervallo 16 – 16000 Hz.

**EMISSIONE SONORA SUBACQUEA DELL'AEROGENERATORE**

spettro sonoro in banda d'ottava - elaborazione iLStudio su dati JASCO

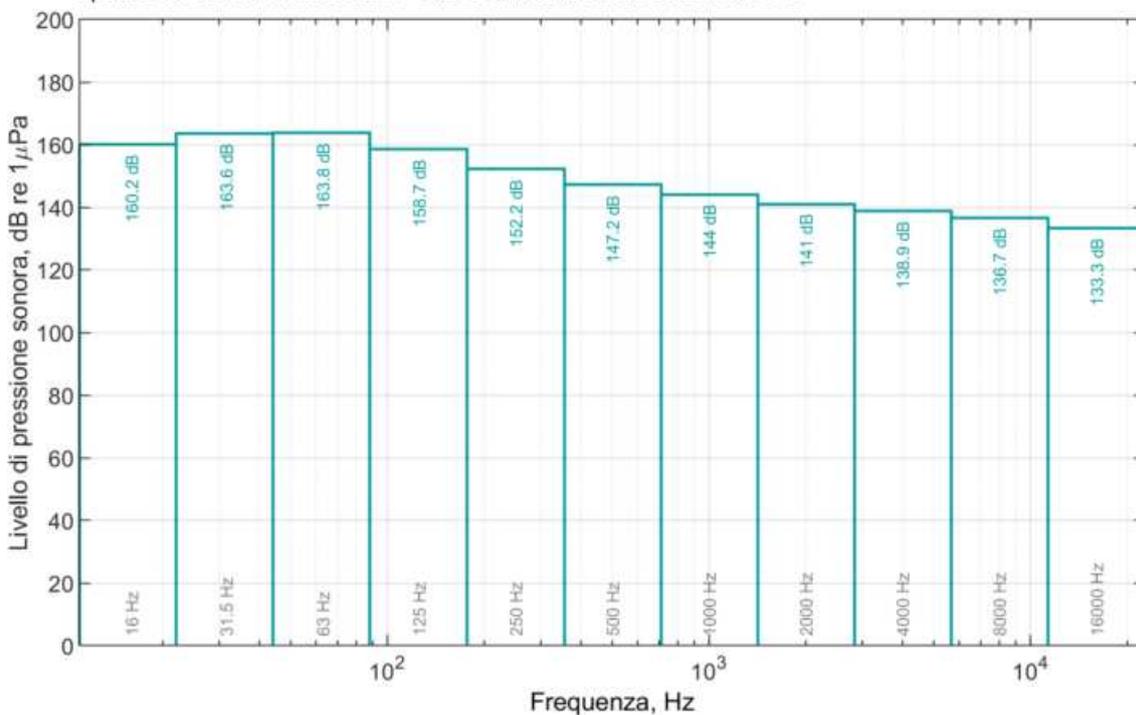


Figura 7.151 – Spettro di emissione sonora in banda (alla sorgente) dell'aerogeneratore.

Elaborazione iLStudio.

L'analisi dello spettro evidenzia che il contributo energetico dominante è concentrato nell'intervallo di frequenze al di sotto dei 1000 Hz così come facilmente determinabile confrontando il contributo di ciascuna banda di frequenza al livello sonoro complessivo (cumulato sull'intero spettro di emissione). Data la natura logaritmica del livello sonoro, nella sovrapposizione di livelli in banda, i contributi che differiscono per più di 20 dB dal livello più alto sono generalmente trascurabili. Nel caso in esame, introdotta la *soglia di significatività* dei livelli in banda a circa 148 dB, si osserva che la differenza tra il livello sonoro equivalente cumulato sull'intero spettro (16 – 16000 Hz) e quello relativo alla banda 16 – 1000 Hz si attesta a meno dello 0.01%, dunque, assolutamente trascurabile.

Tabella 7.68 – Confronto livello sonoro equivalente con e senza applicazione della soglia di significatività.

Elaborazione iLStudio.

	16 Hz	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	16 kHz	L_{eq} [dB]	
Spettro 16 – 16000 Hz	160.2	163.6	163.8	158.7	152.2	147.2	144.0	141.0	138.9	136.7	133.0	168.29	
Spettro 16 – 1000 Hz	160.2	163.6	163.8	158.7	152.2	147.2	144.0	–	–	–	–	168.27	
												Differenza, %	0.01



EMISSIONE SONORA SUBACQUEA DELL'AEROGENERATORE

spettro sonoro in banda d'ottava - elaborazione iLStudio su dati JASCO

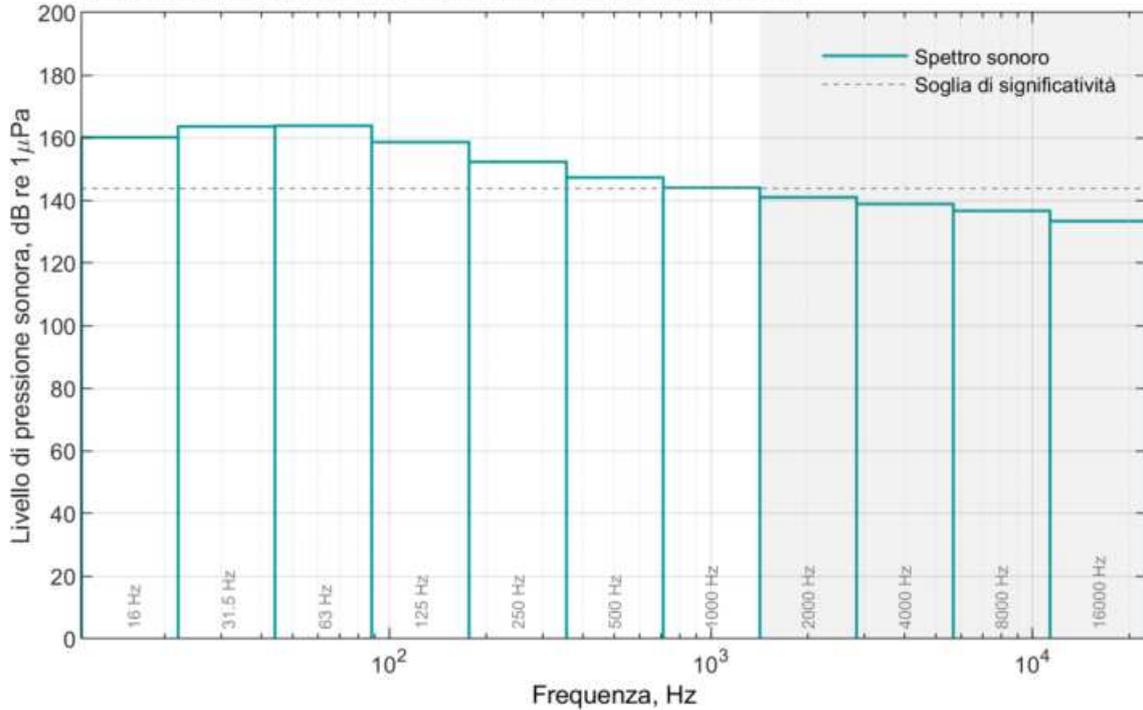


Figura 7.152 – Spettro di emissione sonora in banda (alla sorgente) dell'aerogeneratore.

Il livello sonoro cumulato sulle bande d'ottava nel campo di significatività (16 Hz – 1 kHz) coincide, a meno dello 0.01% con quello complessivo nell'intervallo 16 Hz – 16 kHz. Elaborazione iLStudio.

Si riporta infine il confronto tra i livelli sonori spettrali dell'aerogeneratore e quelli relativi alle classi di imbarcazioni normalmente presenti nell'area marina indagata così come ricavati dal modello JOMOPANS-ECHO.

EMISSIONE SONORA SUBACQUEA DELLE IMBARCAZIONI

spettro sonoro alla sorgente in banda d'ottava per le classi di imbarcazione presenti nell'area di indagine - elaborazione iLStudio su modello JOMOPANS-ECHO

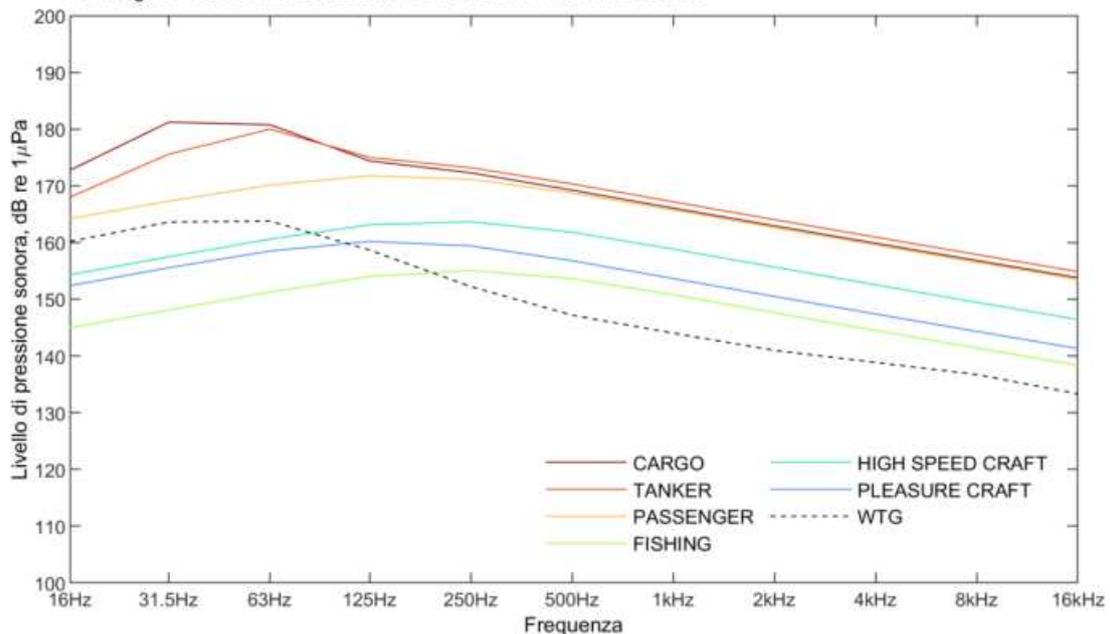


Figura 7.153 – Confronto dello spettro sonoro in banda dell'aerogeneratore con quello delle principali classi di imbarcazioni presenti nell'area marina di indagine.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

È opportuno ricordare che, l'estrapolazione dello spettro sonoro subacqueo dell'aerogeneratore conserva un certo grado di sovrastima essendo ricavato a partire da misurazioni su turbina di vecchia generazione verosimilmente più rumorosa (la turbina di riferimento del progetto HYWIND DEMO, del tipo SIEMENS SWT-2.3-82, è rappresentativa di una produzione del 2009).

Campo sonoro subacqueo indotto dal parco eolico

La valutazione della propagazione del suono in acqua è stata affrontata tenendo conto delle specifiche caratteristiche del sito di installazione, delle caratteristiche fisiche della colonna d'acqua, della batimetria e delle caratteristiche della sorgente di rumore sia nel dominio del tempo sia nel dominio delle frequenze.

Nell'ambito del presente studio, visti gli spettri di emissione delle sorgenti di rumore coinvolte nel ciclo di vita degli impianti e le specifiche condizioni ambientali, sono stati adottati solutori del tipo *parabolic equation* della famiglia RAM (Range-dependent Acoustic Modelling) (Collins, 1993).

L'estensione dei solutori 2D all'esigenza di ottenere una mappatura 3D del campo di insonificazione subacqueo è stata risolta implementando una strategia cosiddetta Nx2D (Figura 7.155) la quale consiste nella modellazione del fenomeno acustico attraverso la propagazione dell'energia sonora emessa da un monopolo acustico (caratterizzante la sorgente, Figura 7.154) secondo un numero finito di domini piani opportunamente selezionati e strutturati per garantire, mediante successiva interpolazione, l'ottenimento di un campo acustico tridimensionale ad alto grado di fedeltà.

Nel caso di studio, sono stati indagati 48 piani per aerogeneratore su un dominio di circa 40 km di raggio.

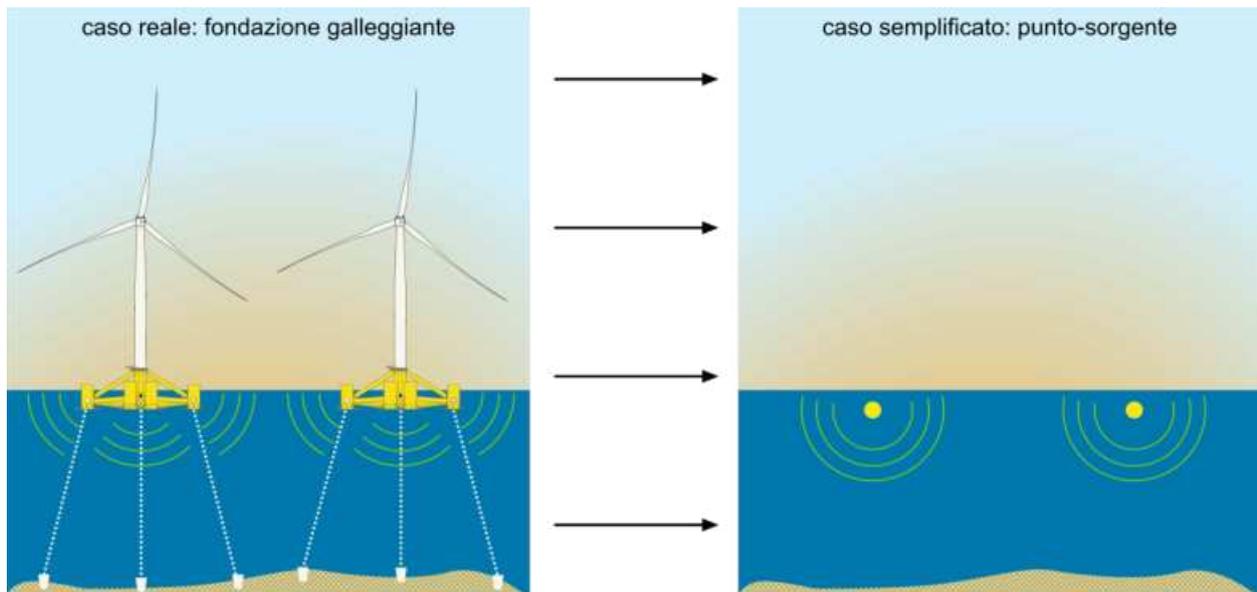


Figura 7.154 – Semplificazione acustica della fondazione galleggiante mediante monopolo acustico (punto sorgente).

Elaborazione iLStudio.

Tabella 7.69 – Caratteristiche del sistema di discretizzazione del dominio di calcolo.

Lunghezza minima semipiano – L [m]	40000
Altezza minima semipiano – H [m]	Coincidente con la profondità massima nell'area di indagine
Numero semipiani per sorgente [-]	48
Numero di sorgenti [-]	42
Numero totale semipiani [-]	2016



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
212 di 1053

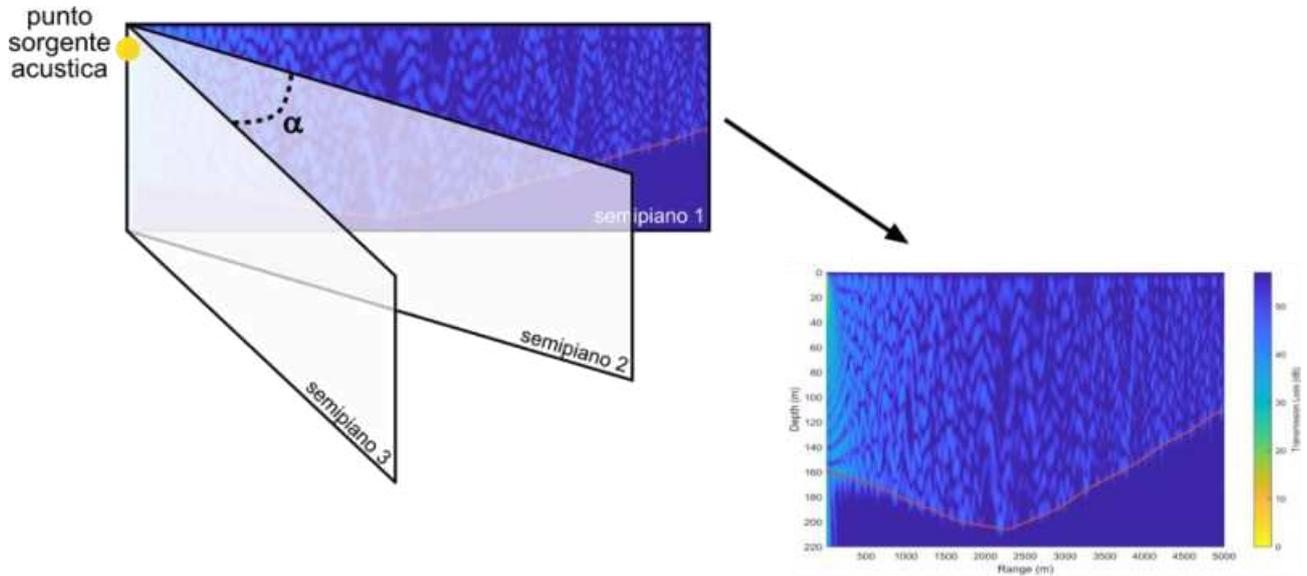


Figura 7.155 – Discretizzazione dello spazio per un punto sorgente.

Elaborazione iLStudio.

Per quanto riguarda la caratterizzazione geofisica del fondale, ed in particolare la sua configurazione morfologica e batimetrica, si è fatto riferimento al servizio GEBCO 2021 Grid (GEBCO, 2021) che restituisce il modello del fondale con una precisione orizzontale di 15 secondi d'arco (circa 350 m). La mappa batimetrica dell'area di indagine è riportata nella successiva Figura 7.156.

Per quanto riguarda invece le caratteristiche geoacustiche del fondale, si è fatto riferimento alle mappe del servizio EMODnet Geology, riportate in Figura 7.157, dalle quali si evince, per l'area di indagine, una prevalenza di fondale con ricoprimento limoso, limoso – sabbioso e sabbioso assimilabile quindi ad un fondale con comportamento acustico di tipo “fluid”.

Infine, le caratteristiche oceanografiche della colonna d'acqua nell'area di progetto, relative ai seguenti parametri:

- profilo verticale di temperatura media mensile;
- profilo verticale della salinità media mensile (ppt, parti per tonnellata);
- profilo verticale della densità media mensile;

sono state estratte dal database del servizio World Ocean Atlas (NOAA - World Ocean Atlas, 2018) basato sui dati del World Ocean Database (WOD).

I profili verticali della temperatura, della salinità e della densità medi mensili sono riportati nelle figure seguenti. A partire da queste informazioni sono stati quindi calcolati i profili verticali della velocità del suono mediante l'equazione:

$$c = 1449.2 + 4.6T - 0.055T^2 + 0.00029T^3 + (1.34 - 0.01T)(S - 35) + 0.016z \quad \text{eq. (2)}$$

con:

- T la temperatura in °C;
- S la salinità in ppt;
- z la profondità, indice del valore di pressione statica.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

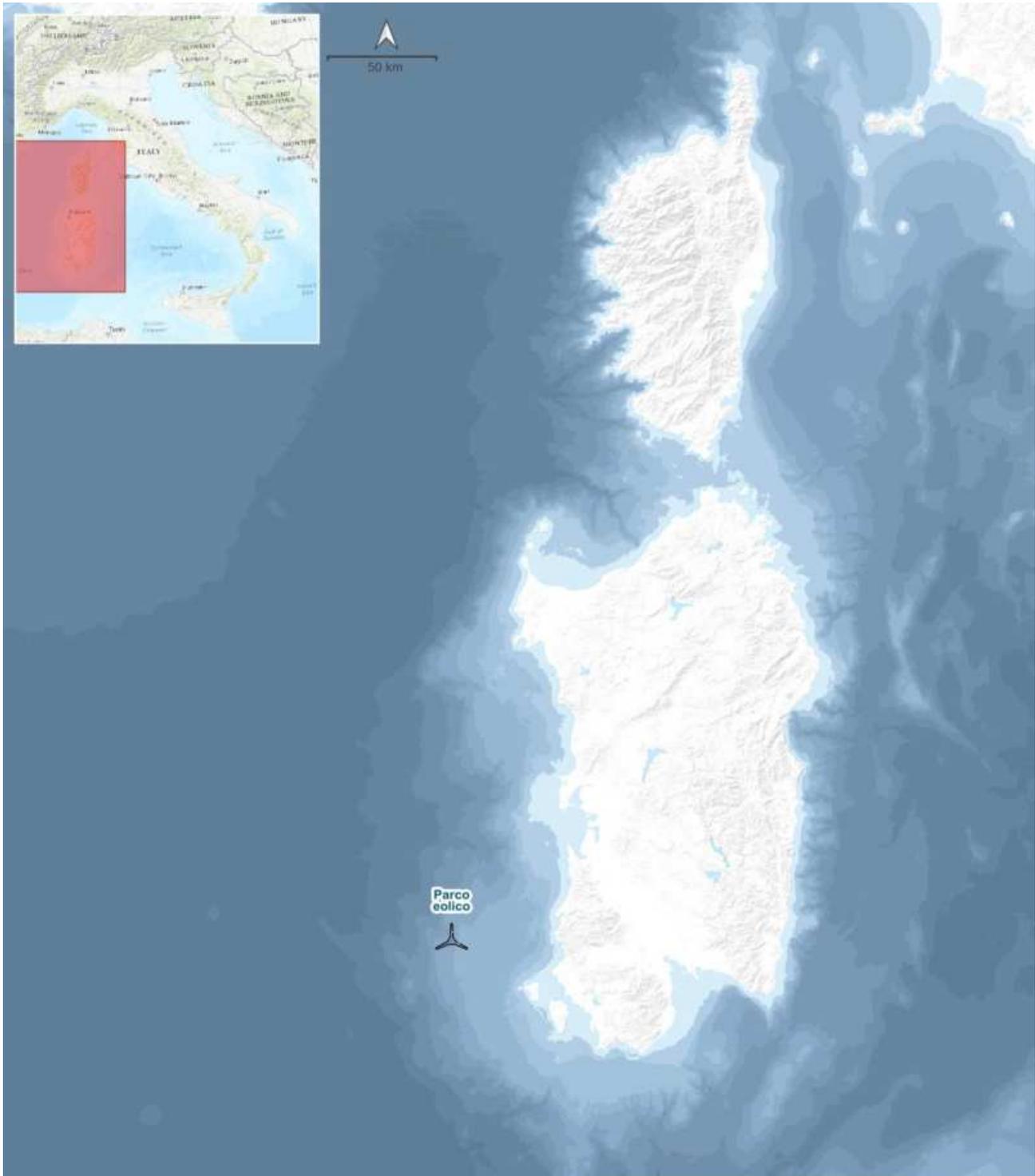
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
213 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Analisi di impatto acustico subacqueo - Mappa batimetrica dell'area di indagine

Elaborazione iLStudio secondo (GEBCO GRID, 2021)

LEGENDA

GEBCO Bathymetry 2021 - Livello del fondale rispetto al livello medio mare, m

-2000

0

Figura 7.156 – Mappa batimetrica dell'area di indagine.
Elaborazione iLStudio su dati (GEBCO, 2021).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

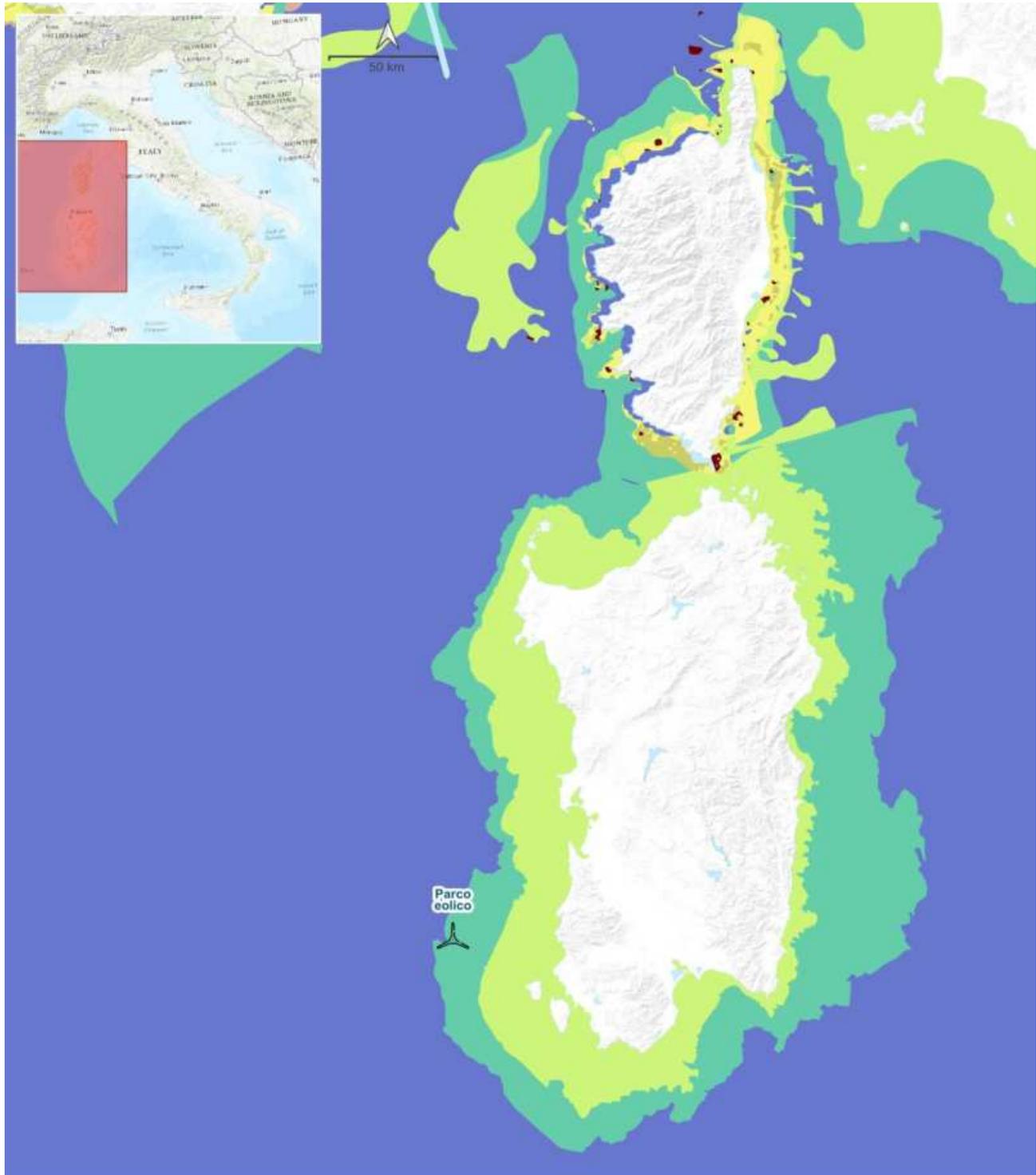
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
214 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Analisi di impatto acustico subacqueo - Tipologia di fondale nell'area di indagine

Elaborazione iLStudio secondo (EMODnet Geology, 2022)

LEGENDA

Strutture e impianti	EMODnet Seabed Substrate - 1M	1.3 Muddy Sand	4. Mixed sediment
WTG	1.1 Mud	2. Sand	5. Rock & boulders
FOS	1.2 Sandy Mud	3. Coarse substrate	

Figura 7.157 – Tipologia di fondale nell'area di indagine.

Elaborazione iLStudio su dati (EMODnet, 2022).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:

C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:

Giugno 2024

Pagina

215 di 1053

L'accuratezza del modello di calcolo proposto, che tiene in conto, tra gli altri, gli effetti del fondale e la sua interazione con la sorgente acustica sia da un punto di vista geofisico (morfologia) sia da un punto di vista geotecnico, è senz'altro superiore rispetto a soluzioni basate su modelli di propagazione sferico – cilindrica e costituisce quindi un'ottima base informativa a supporto della valutazione del rischio causato dall'impatto del rumore sull'ambiente marino. È bene tuttavia ricordare alcune delle assunzioni e limitazioni del modello che, verosimilmente, conducono ad una stima conservativa dei livelli sonori attesi:

- la superficie del mare è assimilata ad una condizione al contorno semplice, orizzontale e perfettamente riflettente; sono quindi ignorate l'eventuale presenza di moto ondoso e il conseguente fenomeno di intrusione di bolle d'aria nello strato di acqua più superficiale il quale può presentare un significativo effetto (mitigante) sulla velocità del suono in questa porzione di colonna d'acqua.
- gli effetti dell'interazione con il fondale marino sono considerati dal modello di calcolo e sintetizzati mediante specifiche proprietà acustiche. Il modello consente tuttavia di considerare gli effetti della batimetria a larga scala ma non permette di risolvere gli effetti locali sulla propagazione del suono generati da eventuali anomalie quali emergenze rocciose, macroalghe o piante sul fondale.
- ai fini della modellazione delle proprietà acustiche del fondale, a vantaggio della conservatività dei risultati, pur conservando una risposta a soli sforzi di compressione (modello a “fondale fluido”) sono state assunte caratteristiche riconducibili a materiali di tipo roccioso caratterizzati da minor smorzamento.
- il codice di calcolo estende un modello bidimensionale per ottenere una mappatura quasi-tridimensionale del livello di insonificazione acustica subacquea. Restano pertanto ignorati gli effetti tridimensionali della rifrazione orizzontale dei raggi sonori riflessi da un fondale marino ad elevata pendenza.
- nel presente studio non sono stati considerati gli effetti di campo vicino (near field); il loro peso sui livelli di pressione sonora nel campo lontano è infatti trascurabile. Alle distanze di interesse (generalmente superiori ai 500 m dalla fonte), gli effetti di campo vicino sono fortemente attenuati.

I risultati del modello sono forniti in termini di mappe di insonificazione dell'area di indagine nei termini delle metriche SPL_{RMS} (livello di pressione sonora RMS, **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) e SEL_{24} (livello di esposizione sonora su 24 ore **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Ai fini di un efficace confronto dei livelli di insonificazione calcolati con le attuali condizioni acustiche dell'area marina di riferimento, la mappa del livello di pressione sonora indotto dall'esercizio del parco eolico è stata confrontata con i livelli attesi di insonificazione del traffico marittimo pre-esistente, nella medesima zona di mare.

Il livello di insonificazione imputabile al parco, valutato all'esterno della zona *near-field* esclusa dal modello (ovvero già oltre i 300 m da ciascun asse torre), varia fino ad un massimo stimato di circa 129 dB re 1 μ Pa, mentre il contributo del traffico navale, cumulato su tutte le tipologie di imbarcazione generalmente presenti nell'area, si stima coprire una forbice fino a 132 dB re 1 μ Pa.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 216 di 1053

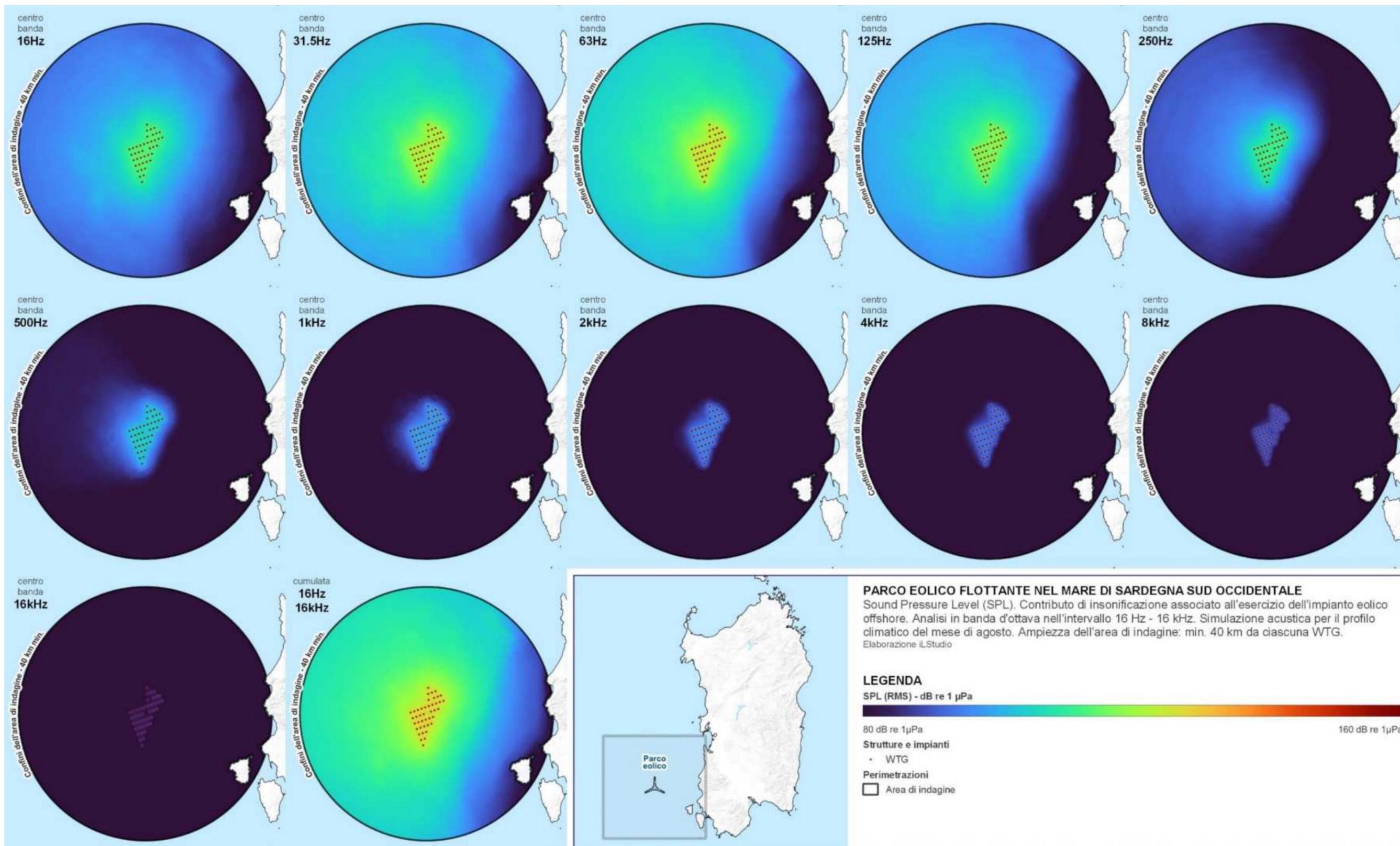


Figura 7.158 – Livello di pressione sonora SPL_{RMS} e relativa insonificazione dell'area di indagine determinata dal solo contributo in esercizio del parco eolico offshore.

Valori per banda di frequenza nell'intervallo di emissione sonora degli aerogeneratori tra 16 Hz e 16 kHz. Profilo climatico per il mese di agosto. Modello computazionale di propagazione acustica RAMGeo. Elaborazione iLStudio.

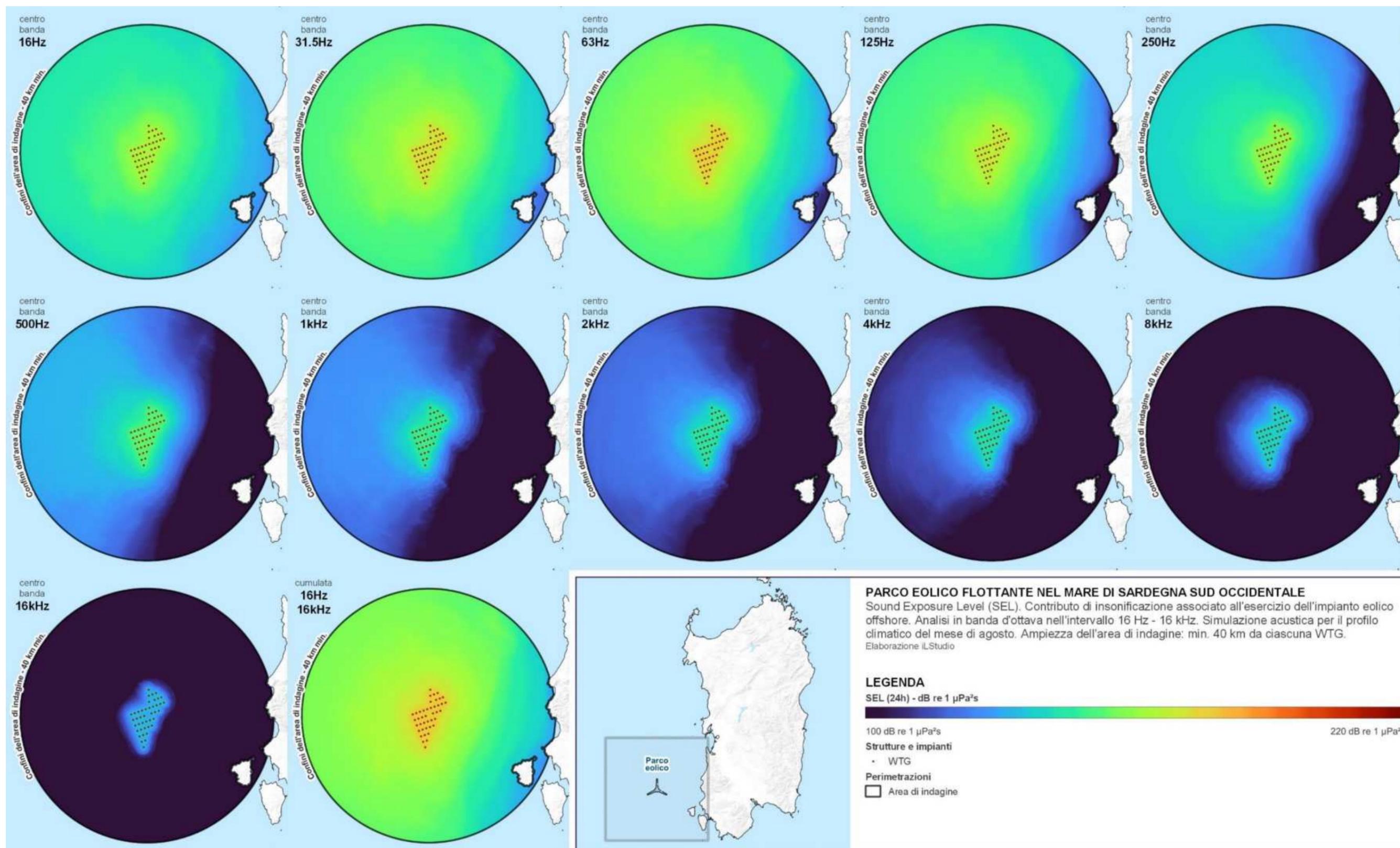


Figura 7.159 – Livello di esposizione sonora SEL₂₄ (calcolato su 24 ore) e relativa insonificazione dell'area di indagine determinata dal solo contributo in esercizio del parco eolico offshore. Valori per banda di frequenza nell'intervallo di emissione sonora degli aerogeneratori tra 16 Hz e 16 kHz. Profilo climatico per il mese di agosto. Modello computazionale di propagazione acustica RAMGeo. Elaborazione ilStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

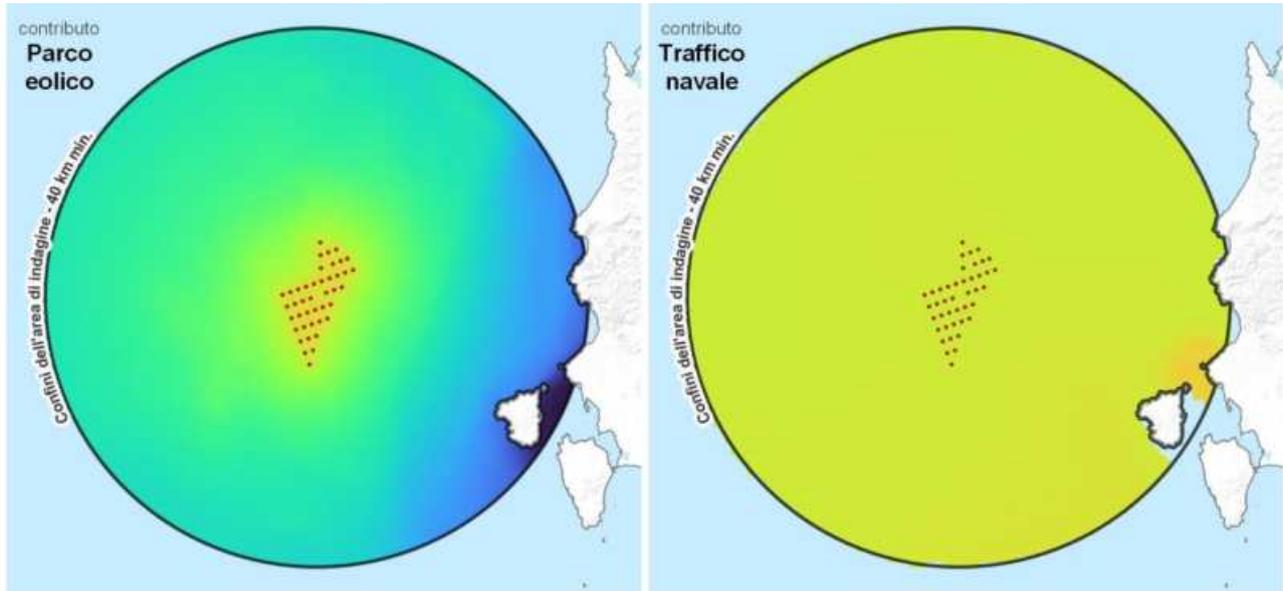
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
219 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Sound Pressure Level (SPL). Insonificazione associata all'esercizio dell'impianto eolico offshore, confronto con i livelli stimati associati al solo traffico marittimo.

Intervallo emissione 16 Hz - 16 kHz.

Elaborazione iLStudio

LEGENDA

SPL(RMS) - dB re 1µPa



Figura 7.160 – Confronto tra i livelli di pressione sonora SPL_{RMS} previsti durante l'esercizio del parco eolico e quelli (stimati) relativi al traffico marittimo pre-esistente nell'area di indagine.

Elaborazione iLStudio.

LIVELLI SONORI SPL(RMS) IN FASE DI ESERCIZIO

distribuzioni dei livelli attesi di insonificazione subacquea confronto tra le emissioni del parco eolico e del traffico marittimo

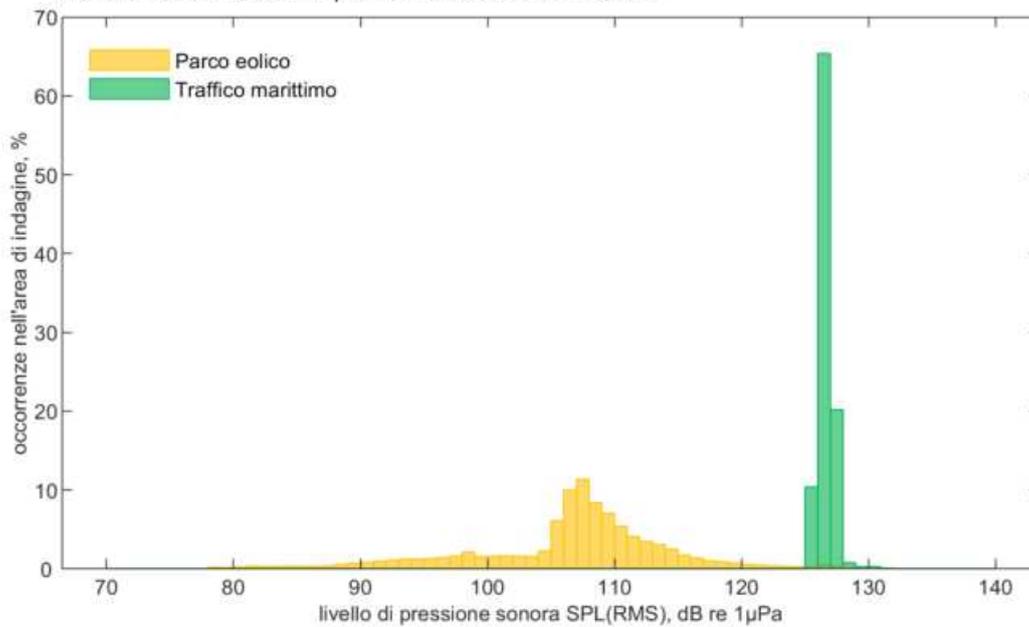


Figura 7.161 – Distribuzione dei livelli SPL del parco eolico e quelli stimati del traffico marittimo nell'area di indagine.

Elaborazione iLStudio.

La distribuzione dei livelli sonori in relazione alla superficie dell'area indagata, è quella indicata in Figura 7.161. La figura mostra chiaramente che il livello sonoro prevalente indotto dal parco è tipicamente attorno a 105 dB



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 220 di 1053

re $1\mu\text{Pa}$ mentre i livelli del traffico marittimo si concentrano a circa 127 dB re $1\mu\text{Pa}$.

Si ricorda inoltre che, nella sovrapposizione logaritmica di livelli sonori, il livello più basso è trascurabile rispetto al più alto se i due differiscono per almeno 10 dB; appare evidente che, in relazione alle attuali condizioni di insonificazione dell'area e indipendentemente dalla specie marina considerata, il rumore del parco sia pressoché coperto (se non in immediata vicinanza delle strutture) da quello associato al traffico navale e che quindi sia improbabile l'insorgenza di effetti negativi tra le condizioni ante-operam e post-operam. Tale deduzione è confermata nei successivi paragrafi.

La Figura 7.162 riporta infine la mappa della differenza di livello stimata tra la fase post – operam (parco eolico + navigazione) e la fase ante – operam (solo navigazione). La linea nera individua l'isopleta 1dB. Ciò permette di affermare che già a breve distanza dal parco, la variazione di livello sonoro introdotta dall'operatività del parco risulta trascurabile rispetto allo scenario di base.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

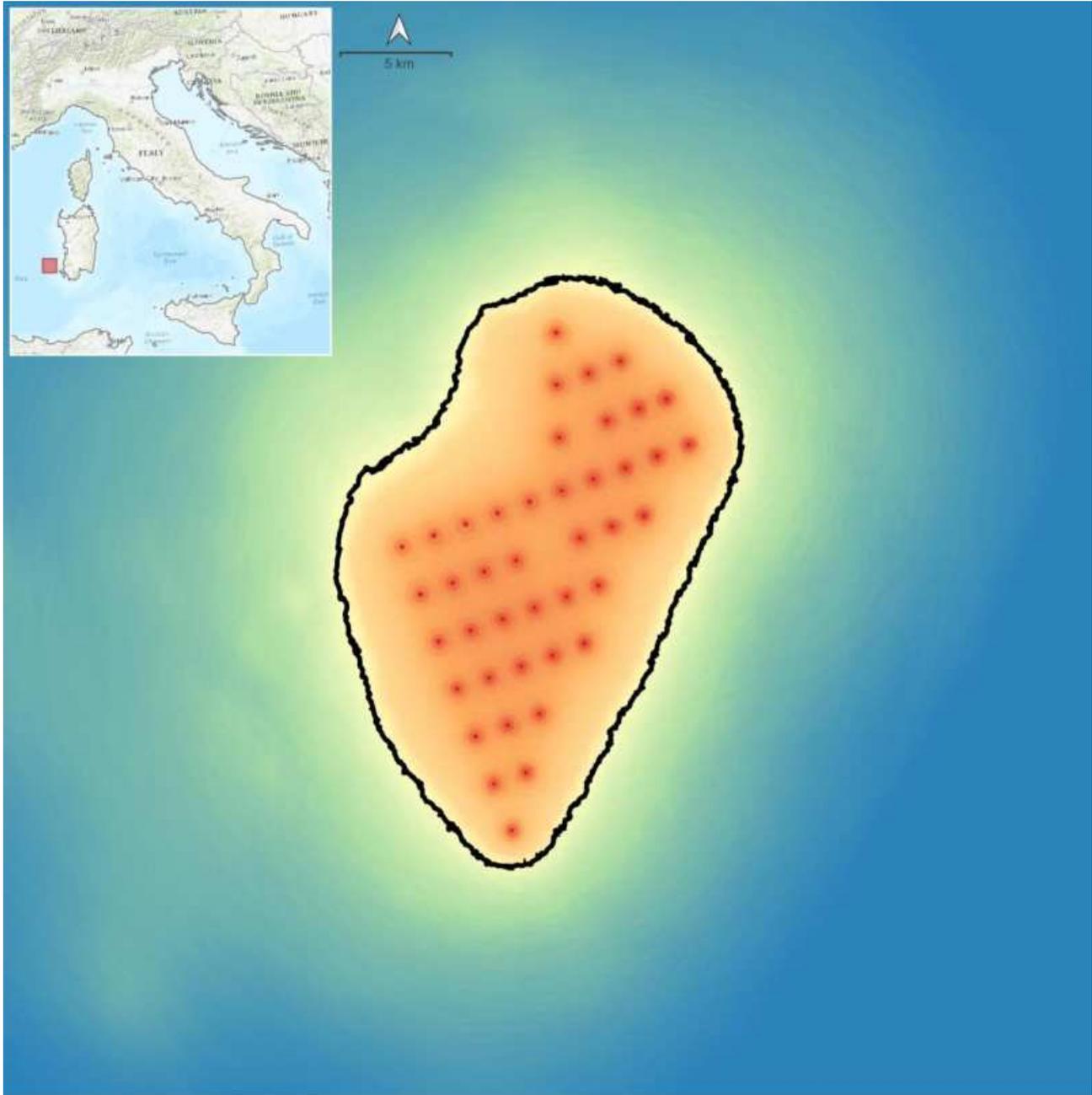
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
221 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Sound Pressure Level (SPL). Differenza tra il livello sonoro complessivo previsto e l'attuale livello (stimato) di insonificazione dell'area.

Intervallo emissione 16 Hz - 16 kHz.

Elaborazione iLStudio

LEGENDA

SPL(RMS) - dB re 1 μ Pa



Figura 7.162 – Differenza di livello SPL tra le condizioni post-operam e ante-operam..

Elaborazione iLStudio.

7.7.3.1.3. Fase di dismissione

La fase di dismissione dell'impianto sarà condotta in modo analogo a quanto previsto durante la costruzione, semplicemente invertendo l'ordine delle attività. Non è prevista tuttavia la rimozione dei pali di ancoraggio con l'obiettivo di non alterare l'ecosistema formatosi durante il ciclo di vita dell'opera. Per tal motivo, il maggior contributo all'insonificazione sarà attribuibile alle sole operazioni di smontaggio e rimozione delle linee di



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
222 di 1053

ormeggio e al trasporto delle unità galleggianti verso i porti selezionati per l'eventuale smantellamento che, dal punto di vista dell'emissione sonora in acqua, sono pressoché confondibili con il solo rumore delle imbarcazioni di servizio, operanti, generalmente, in numero non superiore a tre.

7.7.3.2. Parte a terra

La valutazione delle emissioni acustiche previste per la componente a terra e per le diverse fasi del progetto è stata condotta per le opere riportate nel seguente elenco.

- Elettrodotti di esportazione e consegna a 220kV e 380kV ed interrato RTN
- Sottostazione elettrica di trasformazione e consegna 220kV-380kV
- Nuova sezione 380kV stazione TERNA Sulcis
- Stazione elettrica Villasor 380
- Elettrodotti aerei 380kV in singola e doppia terna

7.7.3.2.1. Fase di costruzione

Elettrodotti di esportazione e consegna a 220kV e 380kV ed interrato RTN

Il cantiere per la realizzazione degli elettrodotti interrati è di tipo mobile il cui sviluppo avviene in coerenza con le tratte di elettrodotto comprese tra due giunzioni consecutive.

Le principali fasi per la realizzazione dell'elettrodotto in cavo interrato, che si ripetono per ciascuna tratta di collegamento compresa tra due giunzioni consecutive, sono:

- 1) attività preliminari che consistono in:
 - a) tracciamento del percorso dell'elettrodotto e dei giunti, rilievi geofisici con metodologia georadar per l'individuazione dei sottoservizi esistenti;
 - b) segregazione delle aree di lavoro con idonea recinzione;
 - c) preparazione dell'area di lavoro (rimozione ostacoli superficiali);
- 2) esecuzione degli scavi per l'alloggiamento dei cavi mediante trincea o esecuzione di eventuali perforazioni mediante metodologia TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata);
- 3) stenditura e posa del cavo;
- 4) riempimento dello scavo fino a piano campagna con materiale idoneo;
- 5) realizzazione dei giunti sui cavi;
- 6) test di tensione sul cavo;
- 7) realizzazione di getto in conglomerato bituminoso per il ripristino del manto stradale;
- 8) terminazione;
- 9) collaudo dei cavi.

Dal punto di vista della modellazione acustica le precedenti fasi possono più efficacemente raggrupparsi in:

- Posa della tratta (tra due giunzioni consecutive) comprendente
 - fase A: esecuzione degli scavi,
 - fase B: posa dei cavi,
 - fase C: rinterro e ripristino.
- Esecuzione dei giunti, comprendente:
 - fase A: esecuzione degli scavi,
 - fase B: giunzione dei cavi,
 - fase C: chiusura e ripristino.
- Esecuzione delle terminazioni.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
223 di 1053

Seguendo una divisione per fasi di cantiere, nelle seguenti tabelle sono indicate le ore ipotizzate di funzionamento e la potenza sonora in dB(A) associate ad ognuna delle principali macchine operatrici. Si ricorda che le ore di funzionamento giornaliero del cantiere sono assunte pari ad 8, all'interno del periodo di riferimento diurno.

Tabella 7.70 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: esecuzione degli scavi.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Fresatrice stradale	5	112	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Escavatore	5	109	
Autocarro movimento terra	1	103	
Autocarro con gru	1	103	
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		112	

Tabella 7.71 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: esecuzione della TOC.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Macchina TOC	8	100	Misurazioni effettuate in cantiere
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		100	

Tabella 7.72 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: posa dei cavi.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Autocarro con gru	2	103	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		97	

Tabella 7.73 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: reinterro e ripristino.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Autocarro movimento terra	2	103	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Escavatore	5	109	
Piastra vibrante	3	106	
Autobetoniera	2	113	
Finitrice per asfalto	4	109	
Rullo compattatore	4	105	
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		112	

Laddove accada che siano superati i valori limite di emissione, immissione o differenziali di immissione imposti dalla legge, vista la natura temporanea del cantiere, in accordo a quanto riportato nell'art.6 della Legge Quadro 26/10/1995 n. 447, saranno richieste le autorizzazioni in deroga ai valori limite per lo svolgimento di attività temporanee.

Sottostazione elettrica di trasformazione e consegna 220kV-380kV

La costruzione della sottostazione elettrica di trasformazione e consegna è prevista in un'area all'interno della zona industriale di Portoscuso.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
224 di 1053

Il cantiere per la realizzazione della sottostazione elettrica di trasformazione e consegna 220kV – 380kV è un cantiere di tipo fisso, circoscritto alla recinzione esterna dell'opera.

Con l'obiettivo di modellare lo scenario acustico del cantiere, le principali macro-fasi di costruzione si distinguono in:

- cantierizzazione e sistemazione del sito;
- movimento terra e realizzazione degli scavi di fondazione;
- realizzazione delle fondazioni;
- montaggio dei componenti elettromeccanici e degli edifici ausiliari;
- realizzazione della viabilità interna;
- montaggio dei trasformatori ed installazione dei sostegni;
- collaudi.

Seguendo una divisione per fasi di cantiere, nelle seguenti tabelle sono indicate le ore ipotizzate di funzionamento e la potenza sonora in dB(A) associate ad ognuna delle principali macchine operatrici previste. Le ore di funzionamento giornaliero del cantiere sono pari ad 8, all'interno del periodo di riferimento diurno.

Tabella 7.74 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: cantierizzazione e sistemazione del sito.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Autocarro con gru	4	103	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Autogru gommata	4	105	
Sollevatore meccanico	4	101	
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		105	

Tabella 7.75 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: movimento terra, scavi di fondazione.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Escavatore	8	109	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		109	

Tabella 7.76 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: realizzazione delle fondazioni.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Autocarro con gru	4	103	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Autobetoniera	3	113	
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		109	

Tabella 7.77 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: montaggi elettromeccanici e degli edifici.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Autocarro con gru	4	103	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Sollevatore meccanico	4	101	
Cestello elevatore	4	98	
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		103	



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
225 di 1053

Tabella 7.78 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: realizzazione della viabilità interna.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Escavatore con benna	5	109	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Autobetoniera	3	113	
Rullo compattatore	2	105	
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		111	

Tabella 7.79 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: montaggio trasformatori, installazione sostegni.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Autogru gommata	8	105	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		105	

Tabella 7.80 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: collaudi.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Cestelli elevatori	8	98	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		98	

Anche in questo caso, vista la natura temporanea del cantiere, in accordo a quanto riportato nell'art.6 della Legge Quadro 26/10/1995 n. 447, saranno comunque richieste le autorizzazioni in deroga ai valori limite per lo svolgimento di attività temporanee.

Nuova sezione 380kV stazione TERNA Sulcis

La realizzazione della nuova sezione 380kV per l'immissione dell'energia prodotta nella Rete Elettrica Nazionale è prevista in un'area libera all'interno della esistente stazione TERNA "Sulcis" già ubicata nella zona industriale di Portoscuso.

Vista la natura temporanea del cantiere, in accordo a quanto riportato nell'art.6 della Legge Quadro 26/10/1995 n. 447, saranno richieste le autorizzazioni in deroga ai valori limite per lo svolgimento di attività temporanee.

Stazione elettrica Villasor 380

La stazione elettrica per il passaggio dall'elettrodotto in singola terna a quello in doppia terna a 380kV è prevista all'interno del territorio agricolo appartenente al comune di Villasor.

Anche in questo caso, vista la natura temporanea del cantiere, in accordo a quanto riportato nell'art.6 della Legge Quadro 26/10/1995 n. 447, saranno richieste le autorizzazioni in deroga ai valori limite per lo svolgimento di attività temporanee.

Elettrodotti aerei 380kV in singola e doppia terna

Gli elettrodotti aerei a 380kV, in singola terna per il tratto Sulcis-Villasor e doppia terna per il tratto Villasor-dorsale Ittiri Selargius, si snodano all'interno del territorio agricolo di 12 comuni appartenenti alla Provincia del Sud Sardegna.

Il cantiere di lavoro per la realizzazione degli elettrodotti aerei a 380kV è composto da più aree di lavoro che assolvono a differenti compiti. Nel dettaglio si distinguono:



- **un'area centrale o campo base** ovvero l'area principale del cantiere, dove vengono gestite tutte le attività tecnico-amministrative, i servizi logistici del personale, i depositi per i materiali e le attrezzature, nonché il parcheggio dei veicoli e dei mezzi d'opera;
- **un'area sostegno** corrispondente all'area di lavoro che interessa direttamente il traliccio; ne sarà realizzata una in corrispondenza di ciascun sostegno. All'interno di queste zone si sviluppano micro-cantieri destinati alle operazioni di scavo, getto in cemento armato delle fondazioni, rinterro ed infine all'assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno; tali microcantieri sono di dimensione media di norma pari a circa 900m² per sostegni 380 kV;
- **un'area di linea** interessata dalle attività di tesatura, di recupero dei conduttori esistenti, ed attività complementari quali, ad esempio la realizzazione di opere temporanee a protezione delle interferenze, la realizzazione delle vie di accesso alle diverse aree di lavoro, il taglio delle piante, ecc.

Seguendo una divisione per fasi e per aree di cantiere, nelle seguenti tabelle sono indicate le ore ipotizzate di funzionamento e la potenza sonora in dB(A) associate ad ognuna delle principali macchine operatrici previste. Si ricorda che le ore di funzionamento giornaliero del cantiere sono assunte pari ad 8, all'interno del periodo di riferimento diurno.

Tabella 7.81 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: area centrale o campo base.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Autocarro con gru	4	103	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Autogru	2	105	
Muletto	6	101	
Compressore/Generatore	4	100	
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		105	

Tabella 7.82 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: area sostegno.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
Movimento terra, scavo di fondazione			
Escavatore	8	109	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		109	
Montaggio tronco base, cassetta e armatura fondazione, getto calcestruzzo di fondazione			
Autocarro con gru	4	103	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Autobetoniera	4	113	
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		110	
Rinterro scavi, posa impianto di messa a terra			
Escavatore	8	109	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		109	
Montaggio a piè d'opera del sostegno			
Autocarro con gru	4	103	Noise emissions for outdoor equipment – Database
Potenza sonora equivalente [dB(A)]		100	
Montaggio in opera sostegno			
Autogru	4	105	Noise emissions for outdoor equipment – Database



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 227 di 1053

Potenza sonora equivalente [dB(A)]	102
---	------------

Movimentazione conduttori			
----------------------------------	--	--	--

Autocarro con gru	8	103	Noise emissions for outdoor equipment – Database
-------------------	---	-----	--

Potenza sonora equivalente [dB(A)]	103
---	------------

Tabella 7.83 – Caratterizzazione acustica delle sorgenti: area di linea.

Sorgente	Ore di funzionamento	Livello di potenza sonora [dB(A)]	Fonte del dato
-----------------	-----------------------------	--	-----------------------

Stendimento conduttori			
-------------------------------	--	--	--

Autocarro con gru	8	103	Noise emissions for outdoor equipment – Database
-------------------	---	-----	--

Potenza sonora equivalente [dB(A)]	103
---	------------

Lavori di tesatura			
---------------------------	--	--	--

Autocarro con gru	8	103	Noise emissions for outdoor equipment – Database
-------------------	---	-----	--

Potenza sonora equivalente [dB(A)]	103
---	------------

Trattandosi di attività di cantiere temporanee, in accordo a quanto riportato nell'art.6 della Legge Quadro 26/10/1995 n. 447, saranno richieste le autorizzazioni in deroga ai valori limite per la realizzazione dei lavori.

7.7.3.2.2. Fase di esercizio

Elettrodotti di esportazione e consegna a 220kV e 380kV ed interrato RTN

Diversamente da quanto accade per gli elettrodotti aerei, l'esercizio degli elettrodotti in cavo non determina alcuna emissione sonora. Il caratteristico ronzio percepibile in prossimità dei tralicci elettrici, soprattutto in giornate particolarmente umide, è associato all'effetto corona il quale dipende dall'entità del campo elettrico nell'intorno del conduttore, generato dall'instaurazione di piccole scariche elettriche nella corona circolare attorno al cavo. Poiché nelle condizioni di posa interrata il rivestimento dei cavi e la posa determinano il pressoché totale azzeramento del campo elettrico esterno, non è possibile alcuna manifestazione dell'effetto corona e quindi alcuna generazione di rumore.

Per quanto detto, si ritiene che le emissioni acustiche associate all'esercizio degli elettrodotti interrati di esportazione e consegna sono da ritenersi nulle.

Sottostazione elettrica di trasformazione e consegna 220kV – 380kV

Per il calcolo del rumore ambientale previsto durante la fase di esercizio della sottostazione elettrica di trasformazione e consegna si è tenuto conto del rumore residuo misurato nella campagna di misurazione e dei valori di immissione previsti per le sorgenti disturbanti, valutati in corrispondenza dei recettori prossimi alla sottostazione.

In fase di calcolo si è ipotizzato che il valore del rumore residuo esistente nell'area di indagine sia equivalente al rumore misurato nel punto di misurazione più prossimo (PM 12), che si attesta ad un valore di 53.5 dB(A).

Tra le possibili sorgenti di rumore presenti in fase operativa all'interno della sottostazione si individuano in particolar modo il trasformatore 220/380 kV, i conduttori per effetto corona e gli interruttori che, durante le manovre (di breve durata e frequenza) possono provocare rumore trasmissibile all'esterno della recinzione.

Ai fini del presente studio si assume di buon grado che i rumori associati ai conduttori ed agli interruttori siano trascurabili rispetto a quello del trasformatore che ha carattere permanente. Da misurazioni effettuate in situ per un trasformatore comparabile a quello previsto nella sottostazione, in condizione di funzionamento a vuoto alla tensione nominale, è stato registrato un valore di:



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
228 di 1053

- 72 dB(A) a 0.3m in funzionamento ONAN;
- 78 dB(A) a 2m in funzionamento ONAF.

Non essendo noto ancora in questa fase se il trasformatore sarà di tipo ONAN od ONAF, in via conservativa, per la caratterizzazione della sorgente, si è deciso di considerare la misurazione associata al condizionamento forzato (ONAF) poiché più rumorosa. A questa è associato un livello di potenza sonora pari a 101.5 dB(A).

Nella modellazione della propagazione acustica, utilizzando il tool OpeNoise, la sorgente è stata approssimata a puntiforme e ubicata nel baricentro del singolo trasformatore.

Si ricorda che il calcolo non tiene conto della presenza dei 3 muri para-fiamma disposti attorno a ciascuno dei due trasformatori.

Per quanto riguarda i valori di immissione attesi dall'esercizio dell'opera in oggetto si rimanda alla valutazione degli impatti al paragrafo 11.3.2.2.2.

Nuova sezione 380kV stazione TERNA Sulcis

All'interno della nuova sezione 380kV della stazione RTN TERNA Sulcis sono previsti componenti elettrici tra cui:

- sistema di sbarre;
- interruttori tripolari in SF₆;
- trasformatori di corrente;
- trasformatori di tensione.

Si tratta in generale di componenti non caratterizzati da emissioni di rumore continue; per quanto riguarda le apparecchiature di manovra come gli interruttori, occasionalmente (durante le manovre), potrebbe generarsi un rumore di brevissima durata trasmissibile all'esterno. In ogni caso, il rumore complessivo sarà entro i limiti previsti dal DPCM 1° Marzo 1991.

Elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor

Le emissioni sonore previste durante la fase di esercizio dell'elettrodotto aereo in singola terna 380kV Sulcis-Villasor sono da imputare all'effetto corona per via dell'intenso campo elettrico che si instaura in prossimità dei conduttori.

L'effetto corona avviene quando si ha la ionizzazione dell'aria presente attorno ad un conduttore carico; più precisamente la ionizzazione si determina quando il valore del campo elettrico generato dai cavi in tensione supera il valore di rigidità dielettrica dell'aria. In queste condizioni il fenomeno si manifesta con una serie di scariche elettriche circoscritte alla regione cilindrica in cui il valore del campo supera la rigidità dielettrica.

La presenza di scariche elettriche attorno al conduttore determina il caratteristico suono sibilante, scoppiettante o il ronzio che si può avvertire in prossimità di una linea elettrica in alta tensione. L'intensità del rumore anomalo è strettamente correlata alle condizioni meteorologiche dell'ambiente esterno; infatti, laddove si presentano valori più elevati di umidità relativa nell'aria (in condizioni di pioggia, nebbia o neve), si registra un aumento dell'intensità del rumore.

Il calcolo previsionale dei livelli acustici di pressione sonora è ottenuto mediante formule sviluppate da istituti di ricerca competenti in materia, grazie a regressioni basate su osservazioni e campagne di misurazione in-situ del fenomeno acustico in oggetto. Usualmente si distinguono formule relative a condizione di:

- forte pioggia, considerando il livello che viene superato per il 5% del periodo di registrazione – L₅;
- pioggia normale o conduttori bagnati, considerando il livello che viene superato per il 50% del periodo di registrazione – L₅₀.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

Per il caso in esame, mediante la consultazione della guida CIGRE “*Interferences produced by Corona effect of electric systems*”, sono state utilizzate le formule suggerite dall’istituto di ricerca americano EPRI (Electric Power Research Institute) sia per condizione di forte pioggia che di conduttori semplicemente bagnati. La formula che descrive il livello acustico cumulato di pressione sonora ponderato A permette di calcolare il rumore immesso in prossimità di un ricettore posto ad una specifica distanza dal generico conduttore; essa, relativa ad un’unica fase, è del tipo:

$$L_A = 54.3 + \Gamma_A - 10 \log_{10} D - 0.02D \quad [\text{dB(A)}] \quad \text{eq. (3)}$$

con Γ_A livello di potenza sonora o funzione della sorgente acustica e D distanza tra il conduttore e il punto recettore.

Il livello di potenza sonora della sorgente è strettamente correlato alle caratteristiche della linea elettrica; infatti esso dipende dal valore di tensione nominale della linea, dalla posizione reciproca tra i conduttori e dal numero, dal diametro e dalla posizione reciproca dei sub-conduttori costituenti il singolo fascio.

L’elettrodotto aereo in questione è in singola terna ed ha una tensione di esercizio di 380kV; ogni conduttore si compone di un fascio di 3 sub-conduttori secondo una disposizione del tipo trinato, così come mostrato nella seguente figura.

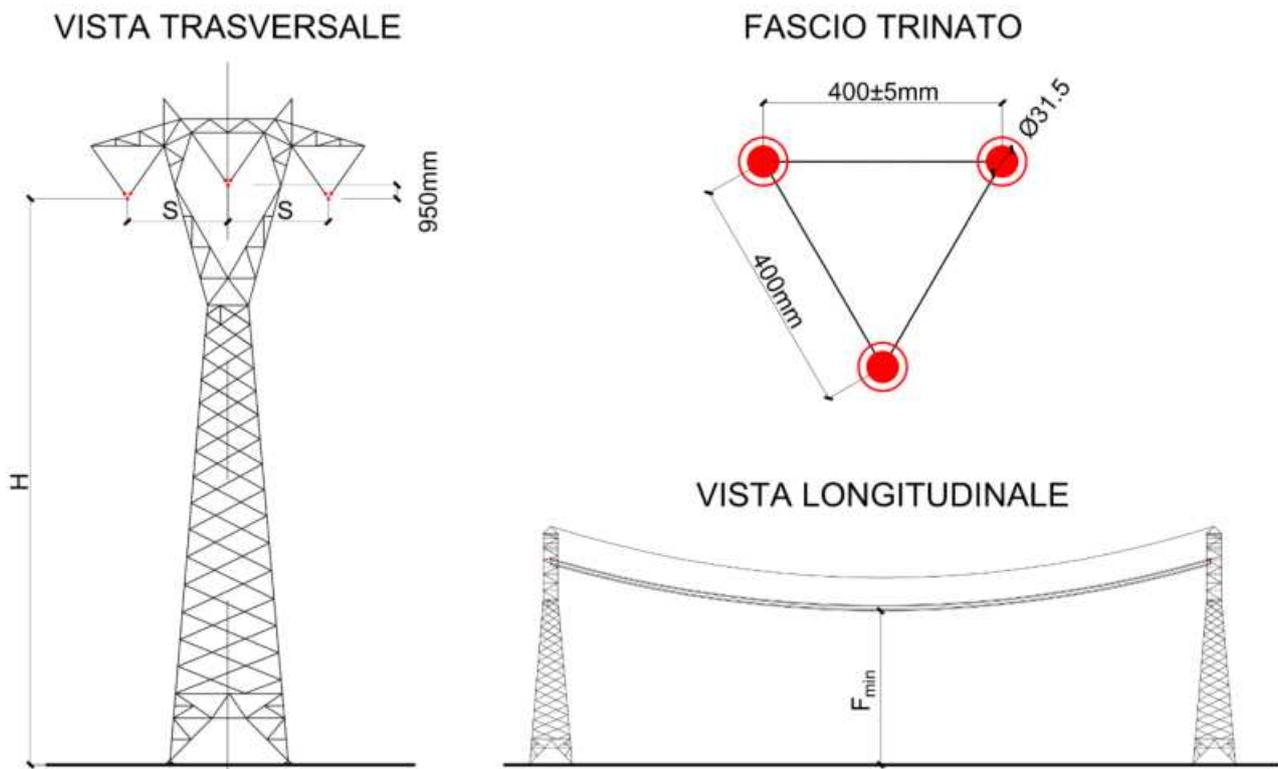


Figura 7.163 – Caratteristiche dell’elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.

Elaborazione iLStudio.

Si riporta un riepilogo delle caratteristiche dell’elettrodotto nella tabella di supporto a seguire.

Tabella 7.84 – Caratteristiche dell’elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.

V – Tensione di esercizio [kV]	380
N - Numero conduttori [-]	3
S – Distanza inter-fase [m]	7.9
H – Quota conduttori [m]	21-54*



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
230 di 1053

F_{min} – Franco minimo ammesso per la campata [m]	14
n – Numero sub-conduttori [-]	3
d – Diametro sub-conduttori [cm]	3.15
s – Distanza sub-conduttori [cm]	40
R – Raggio fascio sub-conduttori [cm]	23.1

* La quota dei conduttori può variare per i 119 tralicci da 21m a 54m

Seguendo un approccio aprioristico, è stato ritenuto sufficiente valutare i livelli sonori previsti nello scenario più svantaggioso possibile, ovvero considerando una quota dei conduttori dal suolo pari a 21m ed un franco al centro della campata pari a 14m. Con medesimo approccio, in via conservativa, è stata effettuata la scelta della posizione “più svantaggiosa” del recettore, posto in piedi al di sotto del conduttore centrale.

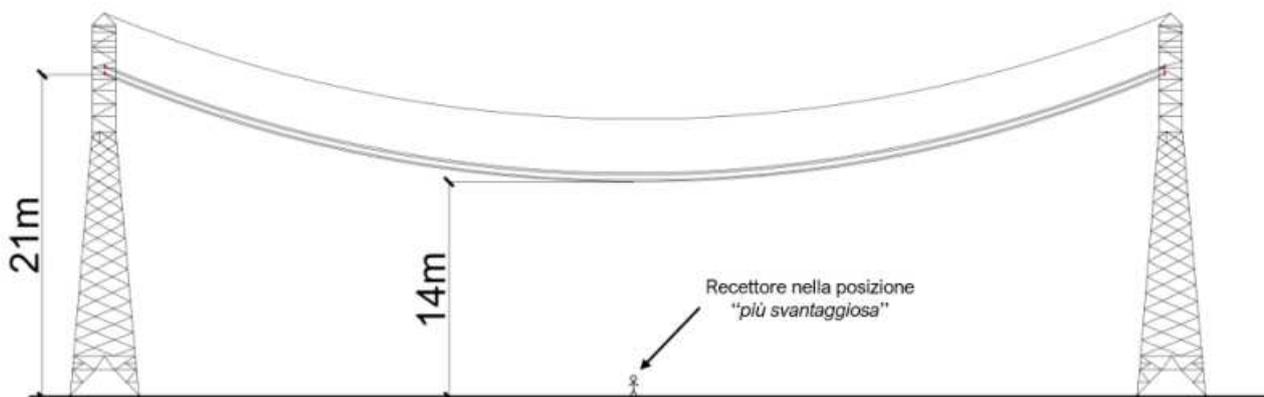


Figura 7.164 – Scenario di calcolo, posizione del recettore rispetto all’elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.

A seguire si riportano in tabella i valori di immissione attesi per la posizione più svantaggiosa, sia in caso di forte pioggia che di conduttori bagnati.

Tabella 7.85 – Valori di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor condizioni di forte pioggia.

Elaborazione iLStudio.

Rumore Residuo [dB(A)]	Rumore Disturbante [dB(A)]	Rumore Ambientale [dB(A)]
34.0	42.5	43.0

Tabella 7.86 – Valori di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor condizioni con conduttori bagnati.

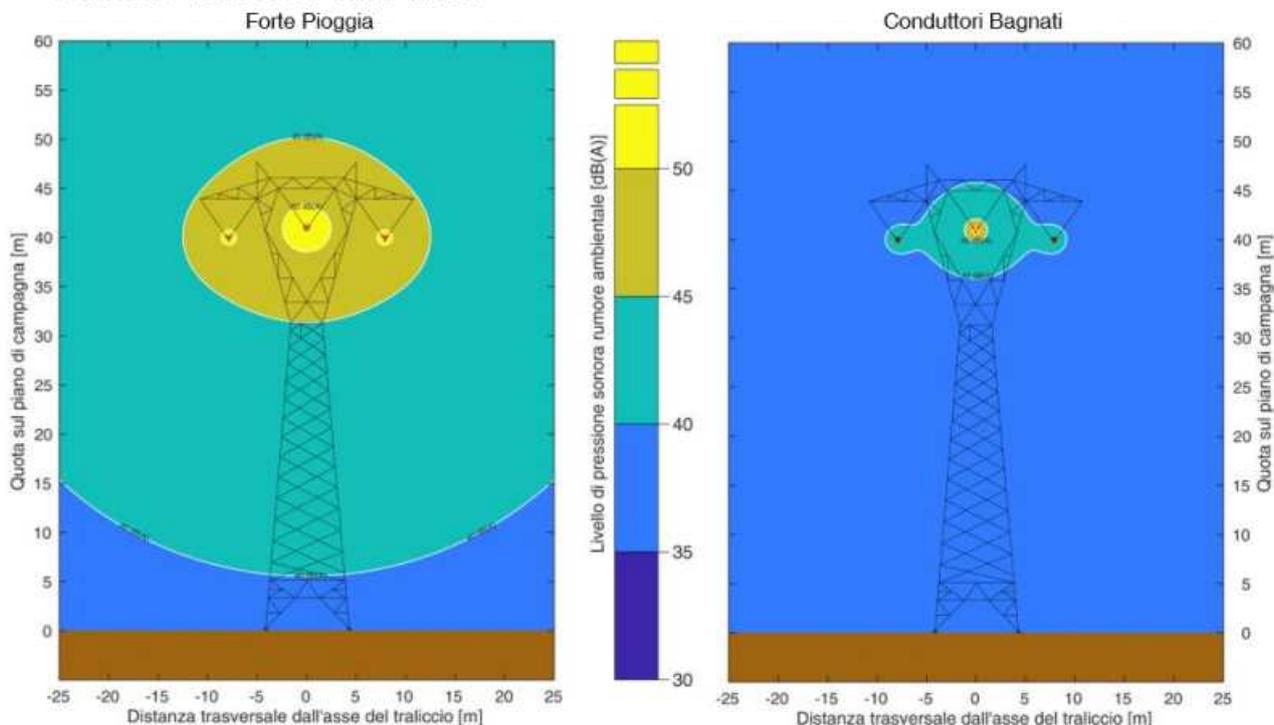
Elaborazione iLStudio.

Rumore Residuo [dB(A)]	Rumore Disturbante [dB(A)]	Rumore Ambientale [dB(A)]
34.0	33.5	37.0

A seguire una rappresentazione grafica del rumore ambientale previsto durante l’esercizio dell’elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor. Nelle mappe cromatiche si individuano aree-intervallo dei livelli sonori previsti attorno ai conduttori sia per condizione di forte pioggia che di conduttori bagnati; come si può notare il livello del rumore tende a diminuire all’aumentare della distanza dai conduttori.

**MAPPE ACUSTICHE – RUMORE AMBIENTALE PREVISTO**

Elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor

**Figura 7.165 – Mappe acustiche – rumore ambientale previsto, elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.**

Elaborazione iLStudio.

Stazione elettrica Villasor 380

All'interno della stazione Villasor 380 sono previsti i componenti principali riportati nel seguente elenco:

- sistema di sbarre;
- interruttori tripolari in SF₆;
- sezionatori tripolari verticali di sbarra, orizzontali con lame di messa a terra sulle partenze di linea, orizzontale di by-pass;
- sezionatore tripolare di messa a terra sbarre;
- trasformatori di corrente;
- trasformatori di tensione.

In generale i componenti previsti non sono risultano tra macchinari caratterizzati da sorgenti di rumore permanente. Tuttavia, occasionalmente può capitare che gli interruttori, durante le manovre, possono provocare un rumore trasmissibile all'esterno di brevissima durata. In ogni caso il rumore sarà contenuto nei limiti previsti dal DPCM 1° Marzo 1991.

Elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius

Le emissioni sonore previste durante la fase di esercizio dell'elettrodotto aereo 380kV in doppia terna Villasor-dorsale Ittiri-Selargius sono da imputare all'effetto corona per via dell'intenso campo elettrico che si instaura in prossimità dei conduttori, così come già detto per l'elettrodotto Sulcis-Villasor.

L'elettrodotto aereo in questione è in doppia terna ed ha una tensione di esercizio di 380kV; ogni conduttore si compone di un fascio di 3 sub-conduttori secondo una disposizione del tipo trinato, così come mostrato nella seguente figura.

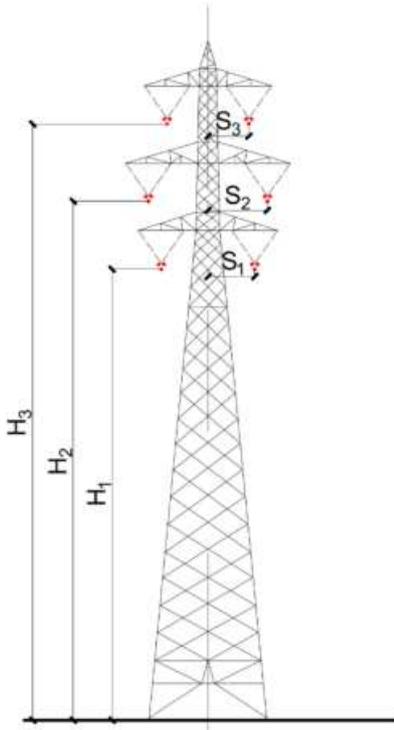


Ichnusa wind power srl

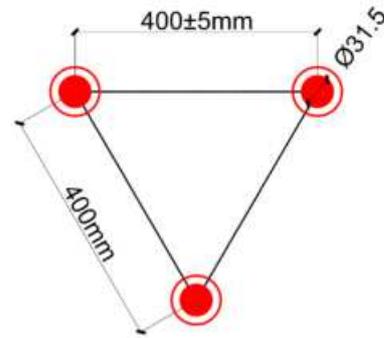
iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

VISTA TRASVERSALE



FASCIO TRINATO



VISTA LONGITUDINALE

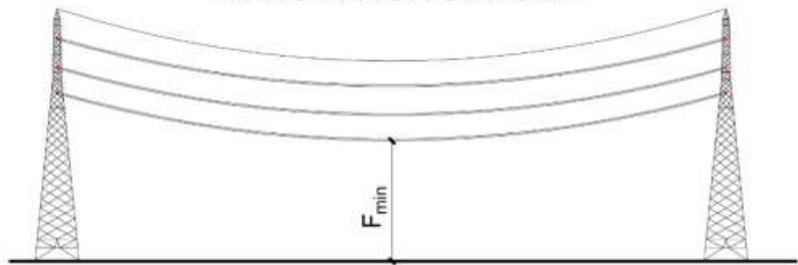


Figura 7.166 – Caratteristiche dell'elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius.

Si riporta un riepilogo delle caratteristiche dell'elettrodotto nella tabella di supporto a seguire.

Tabella 7.87 – Caratteristiche dell'elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius.

V – Tensione di esercizio [kV]	380
N – Numero conduttori [-]	6
S ₁ – Semi-distanza inter-fase 1 [m]	5.5
S ₂ – Semi-distanza inter-fase 2 [m]	7.0
S ₃ – Semi-distanza inter-fase 3 [m]	4.8
H – Quota conduttori 1 [m]	21-42*
H – Quota conduttori 2 [m]	29-50
H – Quota conduttori 3 [m]	38-59
F _{min} – Franco minimo ammesso per la campata [m]	14
n – Numero sub-conduttori [-]	3
d – Diametro sub-conduttori [cm]	3.15
s – Distanza sub-conduttori [cm]	40
R – Raggio fascio sub-conduttori [cm]	23.1

* La quota dei conduttori può variare per i 119 traicci da 21m a 54m

Seguendo un approccio aprioristico, è stato ritenuto sufficiente valutare i livelli sonori previsti nello scenario più svantaggioso possibile, ovvero considerando una quota dei conduttori inferiori dal suolo pari a 21m ed un franco al centro della campata pari a 14m. Con medesimo approccio, in via conservativa, è stata effettuata la scelta della posizione “più svantaggiosa” del recettore, posto in piedi al di sotto del conduttore centrale.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
233 di 1053

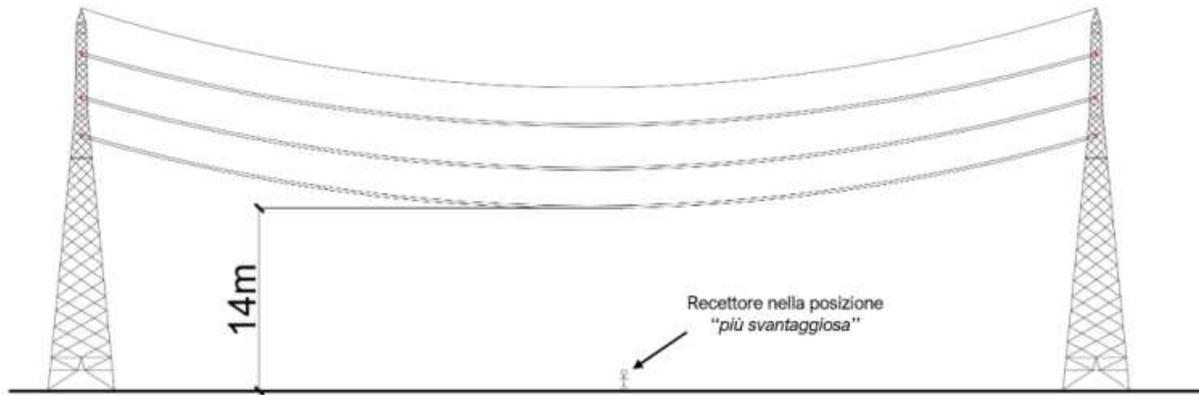


Figura 7.167 – Scenario di calcolo, posizione del recettore rispetto all'elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.

A seguire si riportano in tabella i valori di immissione attesi per la posizione più svantaggiosa, sia in caso di forte pioggia che di conduttori bagnati.

Tabella 7.88 – Valori di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius condizioni di forte pioggia.

Elaborazione iLStudio.

Rumore Residuo [dB(A)]	Rumore Disturbante [dB(A)]	Rumore Ambientale [dB(A)]
34.0	42.0	42.5

Tabella 7.89 – Valori di immissione, fase di esercizio elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius condizioni con conduttori bagnati.

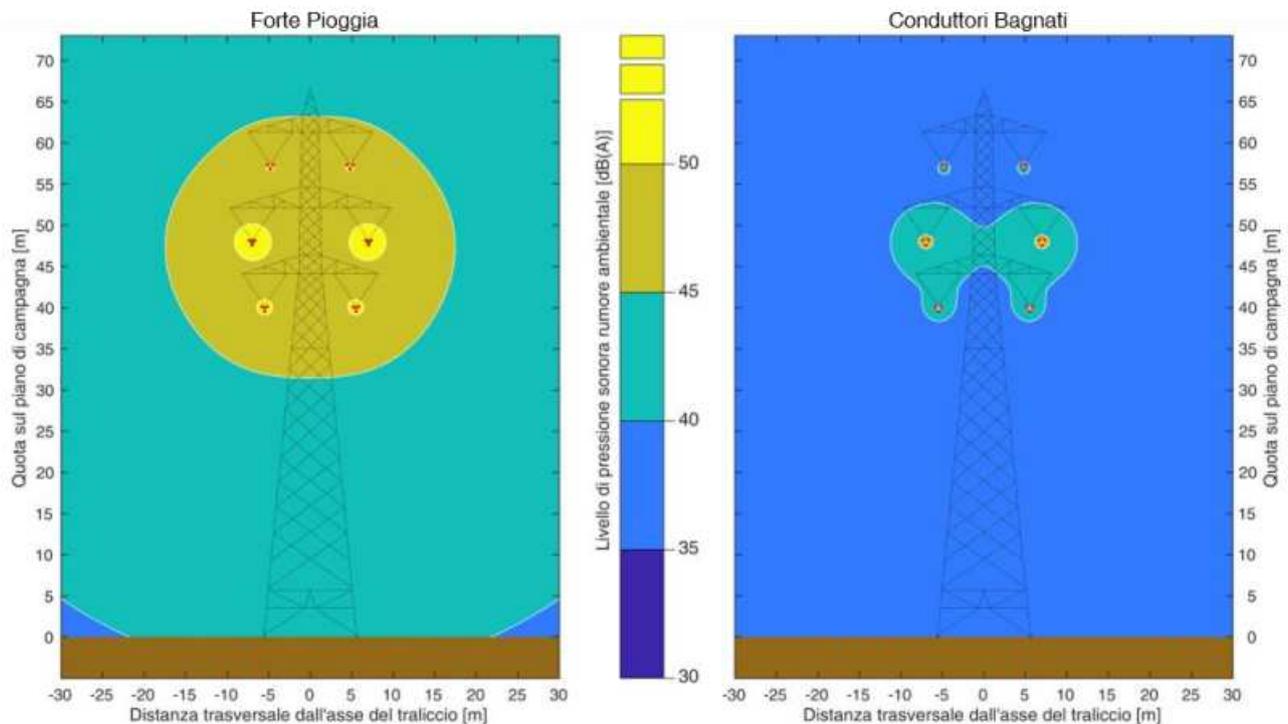
Elaborazione iLStudio.

Rumore Residuo [dB(A)]	Rumore Disturbante [dB(A)]	Rumore Ambientale [dB(A)]
34.0	33.0	36.5

Anche in questo caso si riporta una rappresentazione grafica del rumore ambientale previsto.

**MAPPE ACUSTICHE – RUMORE AMBIENTALE PREVISTO**

Elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius

**Figura 7.168 – Mappe acustiche – rumore ambientale previsto, elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius.**

Elaborazione iLStudio.

7.7.3.2.3. Fase di dismissione

La dismissione delle opere a terra al termine della vita utile sarà finalizzata al completo ripristino delle aree interessate dal progetto. Ai fini degli effetti sul clima acustico, si può assumere conservativamente l'esecuzione di attività equipollenti a quelle realizzate in fase di costruzione; è quindi presumibile che i cantieri mobili per lo smantellamento determineranno un livello di insonificazione coerente con i livelli calcolati per la fase di costruzione. La durata del cantiere sarà inoltre limitata al solo tempo richiesto per l'esecuzione in sicurezza delle attività e renderà ogni eventuale disturbo acustico reversibile nel breve periodo.

7.7.4. Emissioni vibrazionali**7.7.4.1. Parte a mare****7.7.4.1.1. Fase di costruzione**

In merito agli impatti delle vibrazioni indotte dal progetto sull'ambiente marino, i principali contributi sono riconducibili alle sole fasi di costruzione (in relazione alle operazioni di pile driving e posa dei cavi).

La tecnica della installazione dei pali di ancoraggio per infissione (*pile driving* o *piling*) consiste nella penetrazione di un palo metallico all'interno del fondale marino mediante l'azione di un martello premente.

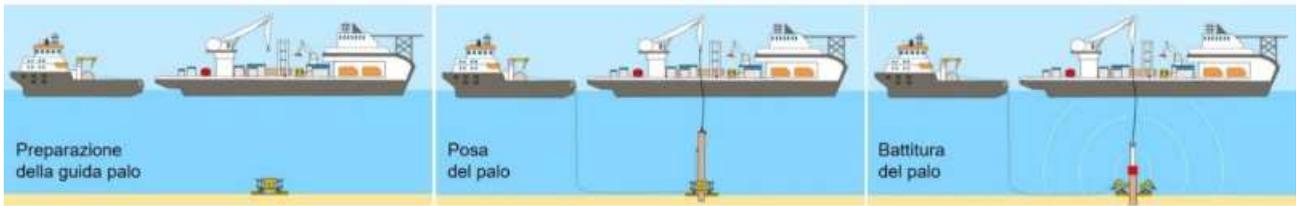


Figura 7.169 – Processo di piling, fasi caratteristiche.

Il principio meccanico, il tipo di contatto con il palo, l'energia e la velocità di impatto del martello sono alcuni dei fattori che contribuiscono all'emissione di energia. In relazione al principio meccanico di generazione dell'energia di infissione si distingue tra:

- *martelli a impatto (impact hammer)*, che convertono l'energia potenziale di un grave sollevato ad una certa altezza dalla testa del palo e rilasciato per generare il colpo sotto l'azione della gravità;
- *martelli a vibrazione (vibro-hammer)*, che utilizzano l'energia vibrazionale generata dalla rotazione di masse eccentriche e trasmessa verticalmente sulla testa del palo;
- *martelli a spinta (push-in hammer)*, che utilizzano pistoni idraulici per infiggere i pali all'interno del fondale mediante applicazione di forze statiche.

La battitura a impatto è la tecnica più versatile e di più largo impiego nell'ambito delle costruzioni offshore; l'infissione del palo ha in tal caso carattere impulsivo e si realizza tipicamente attraverso una sequenza di battitura che prevede un numero di colpi variabile tra 30 e 60 al minuto. La battitura del palo produce sia emissione sonora nella colonna d'acqua (legata al movimento laterale delle pareti del palo) che vibrazione del substrato nella forma di onde di compressione, di taglio e di interfaccia che propagano all'esterno del palo.

La propagazione vibratoria nella colonna d'acqua e nel substrato è stata studiata da Bruns et al. (2016) utilizzando idrofoni e geofoni. Lo studio ha rilevato il movimento a bassa frequenza delle particelle (tra 1 e 40 Hz) sia nell'acqua che nel substrato evidenziando inoltre che la propagazione nel substrato, seppur più lenta rispetto a quella delle onde idroacustiche, è stata rilevata fino a 70 m di distanza.

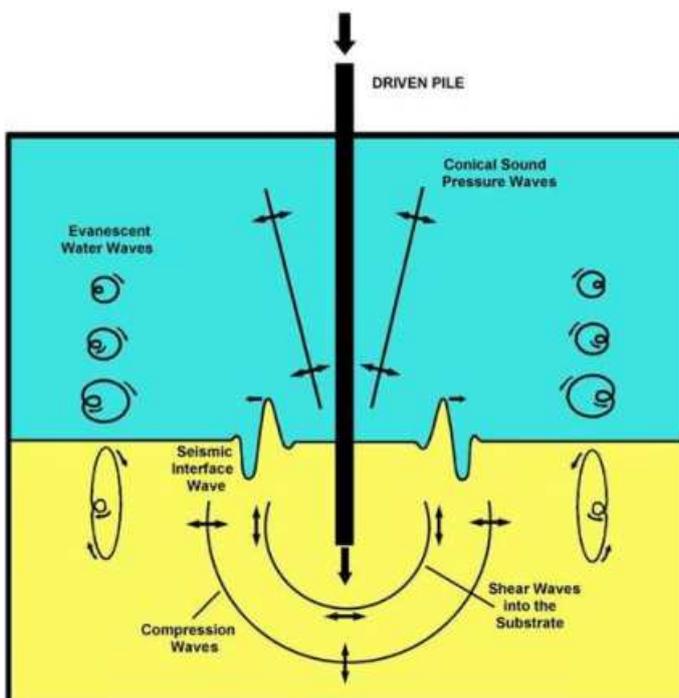


Figura 7.170 – Emissione sonora e vibrazionale determinata durante la battitura dei pali.

Fonte: (Hawkins, et al., 2021)

Dahl e Dall'Osto (2017), utilizzando un array lineare di idrofoni, hanno misurato le pressioni sonore sviluppate, a diverse profondità, durante una battitura osservando che onde sismiche di interfaccia propagavano lungo il



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
236 di 1053

fondale marino a frequenze ben inferiori alla frequenza di taglio acustica¹³. La frequenza spettrale più alta dell'onda di interfaccia era di circa 9 Hz. I ricercatori hanno tuttavia concluso che il contributo dell'onda di interfaccia al livello di esposizione sonora (SEL) a banda larga nell'acqua era di entità trascurabile.

7.7.4.1.2. Fase di esercizio

I livelli vibrazionali prevedibili in fase di esercizio sono invece estremamente contenuti se non trascurabili. La vibrazione in bassa frequenza degli elementi costituenti i generatori e le apparecchiature elettriche sono infatti pressochè inesistenti.

7.7.4.1.3. Fase di dismissione

Si è fatto specifico riferimento alla sola fase di costruzione ritenendo che tale stima sia conservativa anche dal punto di vista della successiva dismissione delle opere. Infatti, nell'ipotesi di completa rimozione delle opere a fine vita utile, la fase di dismissione prevederà le stesse operazioni discusse per la fase di costruzione sebbene, alla data dello smantellamento, valutato il nuovo assetto biocenotico sviluppato in corrispondenza delle opere a contatto o interrato nel fondale, potrebbe essere opportuno non procedere alla rimozione delle stesse.

7.7.4.2. Parte e terra

Nell'ambito di questa analisi sarà considerata la configurazione di impianto associata a maggiori criticità in termini di vibrazioni, in particolare quella che presenta l'elettrodotto 380 kV ibrido cavo/aereo. Si evidenzia infatti che l'interramento degli elettrodotti costituisce il principale fattore di emissione delle vibrazioni in fase di costruzione.

L'obiettivo dell'analisi delle vibrazioni è quello di valutare gli effetti sull'ambiente circostante causati dalle vibrazioni prodotte dalle macchine operatrici e di trasporto impiegate per la costruzione delle varie opere di impianto sulla base dei relativi spettri di vibrazione. L'ambiente circostante comprende nello specifico due classi di ricettori sensibili, le *persone* e le *strutture*.

7.7.4.2.1. Fase di costruzione

I modelli di calcolo qui implementati si concentrano sul *disturbo alle persone* i cui limiti di ammissibilità sono più stringenti rispetto a quelli applicati alle strutture. Tali soglie, sebbene derivate dalle normative tecniche nazionali e internazionali applicabili non sono formalmente stabilite da un atto legislativo diversamente da quanto accade, ad esempio, in campo acustico.

Per quanto riguarda gli effetti sulle strutture, si parla di *danni* solo in presenza di livelli di vibrazione elevati e prolungati e le valutazioni in merito sono definite dalle norme UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici" ed ISO 4866 "Mechanical vibration and shock - Vibration of fixed structures - Guidelines for the measurement of vibrations and evaluation of their effects on structures". È importante notare che tali livelli superano quelli normalmente tollerati dagli esseri umani così come definiti dalle norme ISO 2631 "Vibrazioni meccaniche e urti - Valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse al corpo intero - Parte 1: Requisiti generali" e UNI 9614 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo". Questo confronto evidenzia la priorità attribuita ai limiti di vibrazione per la protezione delle persone rispetto a quelli per la protezione delle strutture. Dunque, garantendo livelli di vibrazione accettabili per le persone, si evitano di conseguenza danni strutturali agli edifici.

Come precedentemente esposto, la vibrazione viene quantificata come spettro di accelerazione su un range di frequenze nel caso di valutazione di disturbo alle persone, e come velocità nel caso di impatto sugli edifici.

¹³ minima frequenza propagabile di un segnale acustico in acqua in funzione della profondità del fondale.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 237 di 1053

È in generale possibile indicare tali quantità come livelli vibrazionali (L) sulla scala dei decibel (dB), attraverso le seguenti formule:

$$L_a = 20 \log(a/a_0) \quad e \quad L_v = 20 \log(v/v_0) \quad \text{eq. (4)}$$

con a_0 e v_0 come valori di riferimento pari rispettivamente a 10^{-6} m/s² e 10^{-9} m/s. La relazione tra accelerazione e velocità è invece data da:

$$v = a/2\pi f \quad \text{eq. (5)}$$

con f che indica la frequenza. Per sommare su una stessa banda di frequenza f l'effetto di n sorgenti in un punto distante da esse d_i , si utilizza la formula SRSS (*square root of the sum of the squares*) ovvero la radice quadrata della somma dei quadrati:

$$A_{TOT}(f) = \sqrt{A_1(f, d_1)^2 + A_2(f, d_2)^2 + \dots + A_n(f, d_n)^2} \quad \text{eq. (6)}$$

La valutazione del livello di vibrazione al variare della distanza dalla sorgente, richiede la definizione delle caratteristiche della sorgente applicando una opportuna legge di propagazione.

In generale è possibile distinguere tre tipi di onde vibrazionali:

onde di volume: onde di compressione (P) e onde di taglio (S);

onde di superficie: onde orizzontali (R) e onde verticali (L).

Per le onde orizzontali, di maggior interesse in questa valutazione, la legge di propagazione per bande di frequenza f al variare della distanza d è espressa da:

$$a(d, f) = a(d_0, f) (d_0/d)^n e^{-2\pi f(\eta/c)(d-d_0)} \quad \text{eq. (7)}$$

con $a(d_0, f)$ che indica l'accelerazione ad una distanza nota d_0 , n è un coefficiente variabile a seconda del tipo di onda e di sorgente ($n = 0.5$ per le onde di superficie), c è la velocità di propagazione, e, η sono i parametri funzione del tipo di terreno rappresentativi del coefficiente di attenuazione. Riguardo le caratteristiche peculiari del terreno, gli ultimi due parametri sono anche direttamente indicati con il loro rapporto ρ .

Nel caso in cui la sorgente si trovi ad una profondità H , vale invece la seguente:

$$a(d, f) = a(d_0, f) \left(d_0 / \sqrt{D^2 + H^2} \right)^n e^{-2\pi f(\eta/c)(\sqrt{D^2 + H^2} - d_0)} \quad \text{eq. (8)}$$

in cui $n = 1$ e D che indica la distanza orizzontale dalla sorgente, come rappresentato in

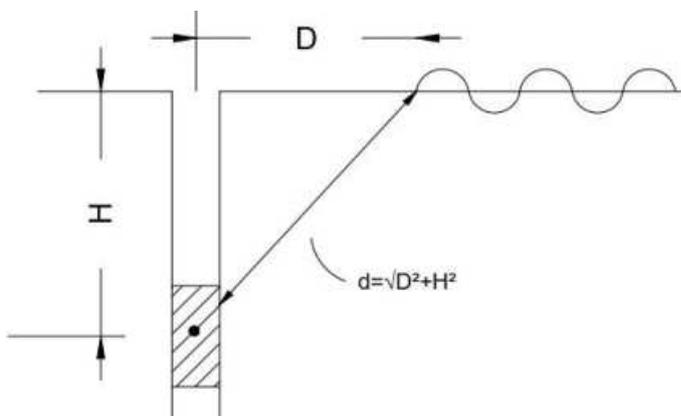


Figura 7.171 – Schema di propagazione della vibrazione con sorgente posta ad una profondità H .

Il terreno, come mezzo di propagazione, viene considerato omogeneo ed isotropo per semplicità di trattazione,



ma è bene specificare che le discontinuità, interfacce tra diversi tipi di terreno ma anche le fondazioni degli edifici da indagare rappresentano punti di attenuazione o amplificazione delle onde di vibrazione. I parametri peculiari del tipo di terreno sono dati dal coefficiente di attenuazione η e dalla velocità di propagazione c , e in particolare dal loro rapporto ρ , il quale assume valori più alti nel caso di terreni cedevoli, e più bassi per terreni molto compatti; le classi di terreno sono rappresentate in Tabella 7.90.

Tabella 7.90 – Parametri di attenuazione in funzione del tipo di terreno.

Fonte: <https://va.mite.gov.it/File/Documento/743447>

Classe	Descrizione del materiale	Coefficiente di attenuazione	ρ
I	Cedevole o tenero (terreno che può essere scavato facilmente)	0.003 – 0.01	$2 \cdot 10^{-4} - 6 \cdot 10^{-4}$
II	Consolidato (terreno che può essere scavato utilizzando una pala)	0.001 – 0.003	$6 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 10^{-4}$
III	Duro (terreno che non può essere scavato con una pala ma necessita di un piccone)	0.0001 – 0.001	$6 \cdot 10^{-6} - 6 \cdot 10^{-5}$
IV	Duro consolidato (terreno che scavato difficilmente utilizzando un martello)	<0.0001	< $6 \cdot 10^{-6}$

Valori più bassi del parametro ρ corrispondono a valutazioni più conservative. Dopo aver calcolato l'intensità della vibrazione per ogni sorgente ad una certa distanza target attraverso la legge di propagazione, sommando gli effetti con la formula SRSS, si procede quindi con la ponderazione per bande di frequenza dei livelli vibrazionali.

La ponderazione viene effettuata al fine di considerare che ad ogni frequenza non corrisponde lo stesso livello di disturbo; in generale vibrazioni a frequenze più basse risultano più disturbanti di quelle a frequenza più alta. In particolare la norma UNI 9614 suggerisce le seguenti curve di attenuazione in funzione della posizione della persona all'interno dell'edificio (Figura 7.172).

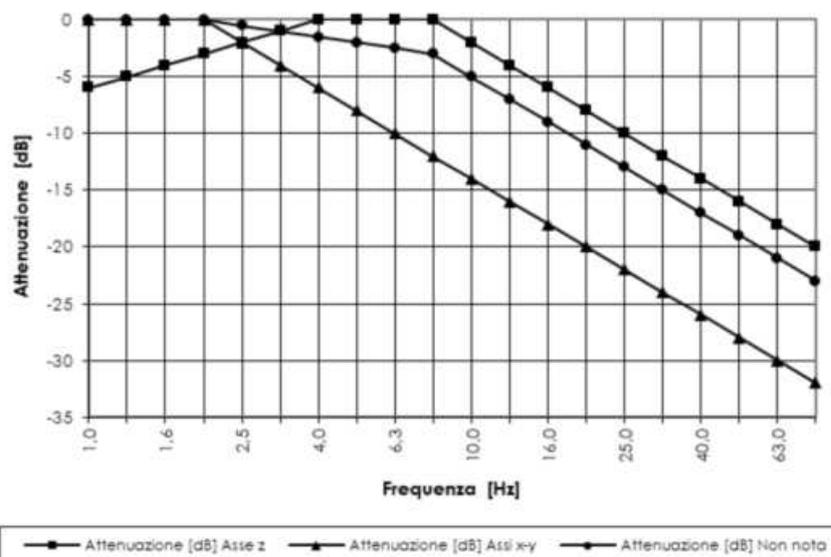


Figura 7.172 – Curve di attenuazione del livello vibrazionale per i diversi assi di riferimento dalla UNI 9614.

È quindi possibile procedere con il calcolo del livello di accelerazione complessivo ponderato in frequenza L_w grazie alla somma dei livelli ponderati in frequenza, tramite la formula:

$$L_w = 10 \log \left(\sum 10^{\frac{L_{iW}}{10}} \right) \quad \text{eq. (9)}$$

Con L_{iW} che rappresenta il livello di vibrazione ponderato alla i – esima banda di frequenza.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
239 di 1053

Le soglie di disturbo per le persone, a seconda della destinazione d'uso dell'edificio, riportate in sono estratte dalla norma UNI 9614:2017.

Tabella 7.91 – Valutazione del disturbo e limiti di riferimento.

Edificio	a_w [mm/s ²]	L_w [dB]
Abitazioni (giorno)	7.2	77
Abitazioni (notte)	3.6	71
Abitazioni (festivo)	5.4	75
Luogo lavorativo	14.0	83
Ospedali	2.0	66
Asili e case di riposo	3.6	71
Scuole	5.4	75

Considerando che le attività di cantiere si svolgeranno durante il giorno secondo turni di 8 ore lavorative, non essendo inoltre presenti, nelle aree di indagine, edifici speciali come ospedali, asili nido, case di riposo o scuole, vengono nel seguito prese come soglie di riferimento quella dei 77 dB relativa ad abitazioni in orario diurno e quella degli 83 dB relativa ai luoghi di lavoro. Tali soglie, sulla base di una idonea legge di propagazione, consentono di definire la distanza dalla sorgente entro cui ricercare ricettori potenzialmente impattati (*fascia di disturbo*).

Sintesi delle ipotesi assunte

L'approccio utilizzato per il calcolo è quello del "Worst Case Scenario" con il quale si ipotizzano le condizioni più gravose possibili riguardo l'esposizione dei ricettori alle vibrazioni indotte dalle attività di cantiere. Nel seguito, per ogni opera e lavorazione, saranno considerate condizioni in cui più macchine operatrici e di trasporto lavorano contemporaneamente. Ai livelli vibrazionali così calcolati sarà applicata la legge di propagazione al fine di definire le aree intorno alla sorgente entro la quale sono superati i limiti di disturbo. Nell'applicazione del modello di calcolo si considerano inoltre:

- macchine operatrici e di trasporto come sorgenti puntiformi;
- esponente n nella legge di propagazione pari a 0.5 per le onde di superficie, pari a 1 per le onde di volume;
- propagazione per onde di volume utilizzata solo nelle valutazioni di lavorazione di posa in controtubo con metodologia TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata) con sorgente posizionata ad una profondità H pari a 4 m;
- terreno assunto di tipologia "duro" appartenente alla Classe III con ρ pari a 5×10^{-5} .

Vale la pena sottolineare che le operazioni di cantiere previste per la realizzazione delle opere a terra del progetto sono perlopiù opere standard di scavo trincee stradali e costruzione di edifici; si tratta quindi di operazioni normalmente svolte in ambito urbano (es. posa di condotte idriche, reti telefoniche, cantieri edili).

Nel seguito per ognuna delle opere che compongono la sezione onshore del progetto, è indicata la lavorazione più impattante in relazione all'emissione di vibrazioni e disturbo alle persone. Gli spettri di emissione vibrazionale delle macchine operatrici e di trasporto considerate sono estratti dal volume "*Environmental impact of roads and traffic*" di L. H. Watkins.

Punto di giunzione (TJB)

L'analisi per la costruzione del TJB non è stata approfondita in quanto non sono presenti recettori entro un raggio di 400 m.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
240 di 1053

Elettrodotto interrati a 220 kV e a 380 kV

Riguardo gli elettrodotti interrati a 220 e a 380 kV, si considera la fase di esecuzione degli scavi per la posa in trincea come quella più impattante dal punto di vista delle vibrazioni. Le macchine operatrici e di trasporto considerate contemporaneamente in funzione sono elencate in Tabella 7.92.

Tabella 7.92 – Spettri di emissione vibrazionale in mm/s^2 a 5 m per macchine operatrici e di trasporto contemporaneamente in funzione in fase di scavo per i tratti interessati.

Macchine	1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
Escavatore	0.32	0.20	0.19	0.12	0.20	0.26	0.24	0.25	0.28	0.30	0.98	1.88	9.89	13.34	16.79	12.59	12.02	28.84	51.88	8.41
Fresatrice stradale assimilato ad Autocarro	0.89	1.12	0.71	0.50	0.47	0.45	0.33	1.26	2.11	2.00	2.04	5.75	3.76	3.55	3.55	2.24	1.50	0.89	1.06	1.33
Autocarro	0.89	1.12	0.71	0.50	0.47	0.45	0.33	1.26	2.11	2.00	2.04	5.75	3.76	3.55	3.55	2.24	1.50	0.89	1.06	1.33
Autocarro con gru assimilato ad Autocarro	0.89	1.12	0.71	0.50	0.47	0.45	0.33	1.26	2.11	2.00	2.04	5.75	3.76	3.55	3.55	2.24	1.50	0.89	1.06	1.33

In base alle condizioni del sito e alla tipologia di sorgenti considerate, sono superati i livelli vibrazionali di 77 dB (per le abitazioni in orario diurno) entro una distanza di 12.6 m e di 83 dB (per i luoghi di lavoro) entro una distanza di 3.6 m dalle sorgenti.

Alcuni tratti del percorso degli elettrodotti sono caratterizzati da posa in controtubo con metodologia TOC, per cui le macchine operatrici e di trasporto considerate sono date dall'elenco in Tabella 7.93.

Tabella 7.93 – Spettri di emissione vibrazionale in mm/s^2 a 5 m per macchine operatrici e di trasporto contemporaneamente in funzione in fase di posa in controtubo con metodologia TOC.

Macchine	1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
Macchina TOC assimilato a martello idraulico in attività su fondazione profonda	2.55	3.98	3.17	2.82	3.77	7.94	14.13	17.78	25.12	56.23	25.16	17.98	31.62	59.31	82.91	100	113.48	89.13	79.43	74.99

In base alle condizioni del sito e alla tipologia di sorgenti considerate, sono superati i livelli vibrazionali di 77 dB (per le abitazioni in orario diurno) entro una distanza di 23.8 m e di 83 dB (per i luoghi di lavoro) entro una distanza di 14.8 m dalle sorgenti.

Sottostazione elettrica di trasformazione 220kV – 380kV, misura e consegna e nuova sezione a 380kV in Stazione TERNA “Sulcis”, stazione elettrica di transizione cavo/aereo e stazione elettrica di smistamento “Villasor 380”

Nella fase di costruzione delle stazioni elettriche, la lavorazione più impattante in materia di vibrazioni è data dall'esecuzione degli scavi nelle aree di cantiere. Le macchine operatrici e di trasporto considerate contemporaneamente in funzione sono elencate in Tabella 7.94.

Tabella 7.94 – Spettri di emissione vibrazionale in mm/s^2 a 5 m per macchine operatrici e di trasporto contemporaneamente in funzione in fase di scavo nell'area interessata.

Macchine	1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
Escavatore	0.32	0.20	0.19	0.12	0.20	0.26	0.24	0.25	0.28	0.30	0.98	1.88	9.89	13.34	16.79	12.59	12.02	28.84	51.88	8.41
Autocarro	0.89	1.12	0.71	0.50	0.47	0.45	0.33	1.26	2.11	2.00	2.04	5.75	3.76	3.55	3.55	2.24	1.50	0.89	1.06	1.33

In base alle condizioni del sito e alla tipologia di sorgenti considerate, sono superati i livelli vibrazionali di 77 dB (per le abitazioni in orario diurno) entro una distanza di 9.4 m e di 83 dB (per i luoghi di lavoro) entro una distanza di 2.7 m dalle sorgenti.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 241 di 1053

Elettrodotto aereo a 380 kV Sulcis-Villasor in singola terna (ST) ed elettrodotto aereo a 380 kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius in doppia terna (DT)

Anche in questo caso la lavorazione più impattante riguardo l'emissione di vibrazioni è dovuta all'esecuzione degli scavi necessari al posizionamento dei tralicci adeguanti alla connessione in altissima tensione. Le macchine operatrici e di trasporto considerate contemporaneamente in funzione sono elencate in Tabella 7.95.

Tabella 7.95 – Spettri di emissione vibrazionale in mm/s² a 5 m per macchine operatrici e di trasporto contemporaneamente in funzione in fase di scavo per il basamento dei tralicci.

Macchine	1	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
Escavatore	0.32	0.20	0.19	0.12	0.20	0.26	0.24	0.25	0.28	0.30	0.98	1.88	9.89	13.34	16.79	12.59	12.02	28.84	51.88	8.41
Autocarro	0.89	1.12	0.71	0.50	0.47	0.45	0.33	1.26	2.11	2.00	2.04	5.75	3.76	3.55	3.55	2.24	1.50	0.89	1.06	1.33

In base alle condizioni del sito e alla tipologia di sorgenti considerate, sono superati i livelli vibrazionali di 77 dB (per le abitazioni in orario diurno) entro una distanza di 9.4 m e di 83 dB (per i luoghi di lavoro) entro una distanza di 2.7 m dalle sorgenti.

Di seguito sono rappresentate le zone lungo l'impianto onshore in cui sono presenti recettori potenzialmente impattati.

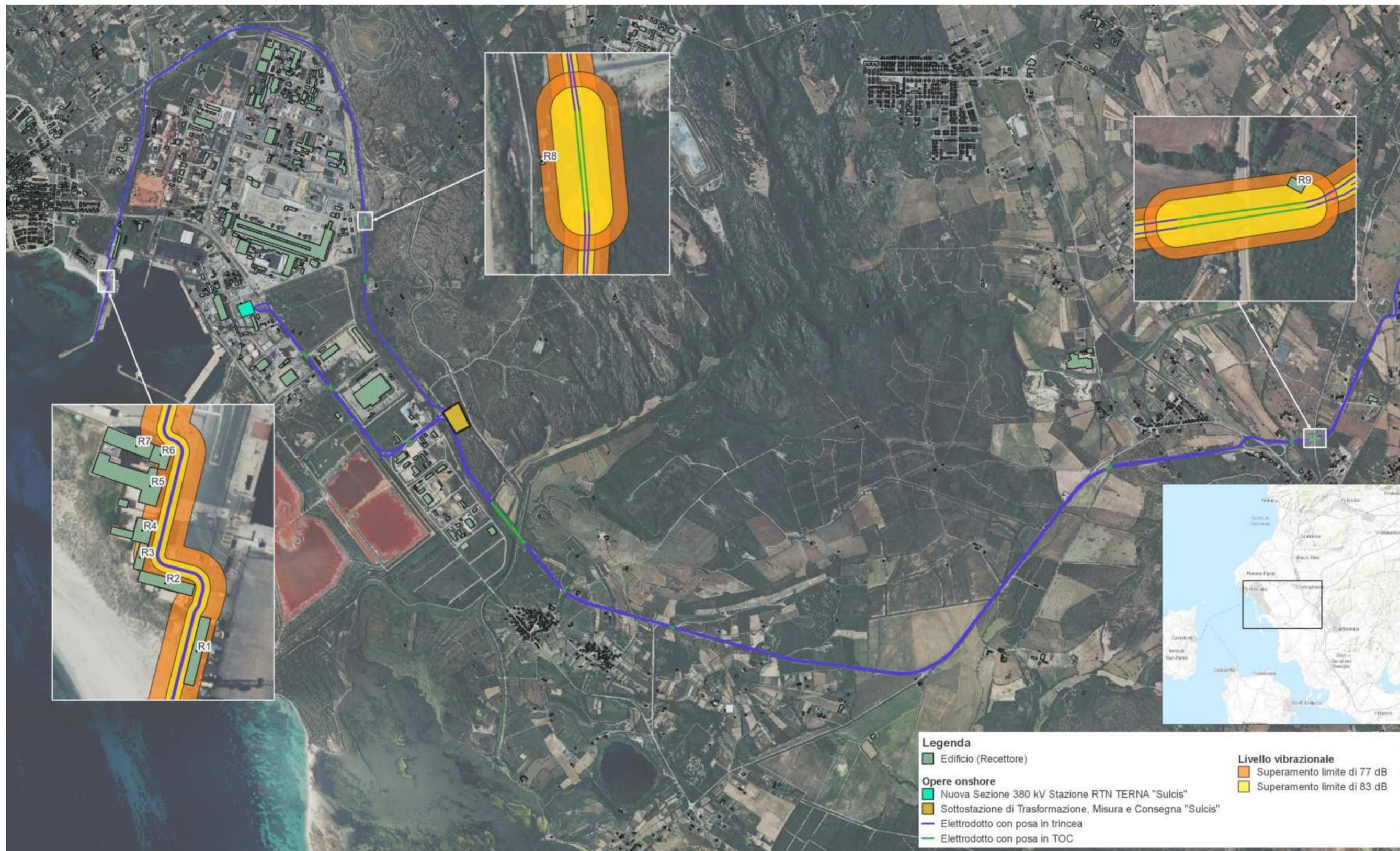


Figura 7.173 – Opere a terra del progetto, fase di costruzione – Aree di superamento dei limiti vibrazionali di comfort (parte 1 di 2).

Elaborazione ILStudio.

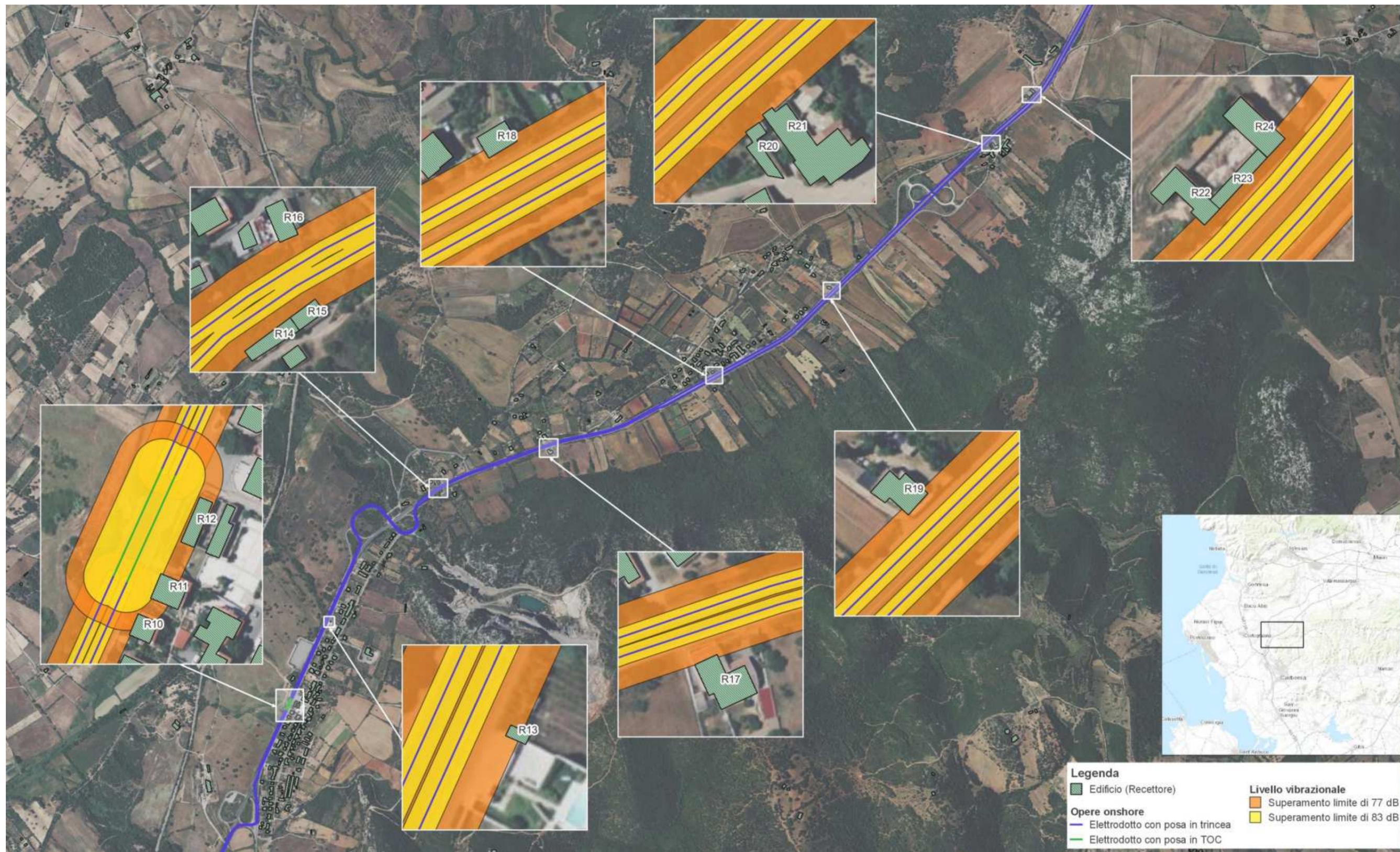


Figura 7.174 – Opere a terra del progetto, fase di costruzione – Aree di superamento dei limiti vibrazionali di comfort (parte 2 di 2).

Elaborazione ilStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
244 di 1053

Valutazione sui recettori

Di seguito, in Tabella 7.96, sono elencati tutti i recettori potenzialmente impattati dal superamento dei limiti di livello vibrazionale in base alla destinazione d'uso degli stessi, precedentemente individuati nelle figure precedenti.

Tabella 7.96 – Elenco dei recettori individuati e analisi dell'impatto vibrazionale.

Recettore	Destinazione d'uso	Lavorazione	Distanza minima dalla sorgente [m]	Livello vibrazionale [dB]	Superamento soglia disturbo vibrazionale	Entità del superamento [ΔdB]
R1	Luogo di lavoro	Scavo trincea	3.4	83.3	Superato	0.3
R2	Luogo di lavoro	-	-	-	Non superato	-
R3	Luogo di lavoro	-	-	-	Non superato	-
R4	Luogo di lavoro	-	-	-	Non superato	-
R5	Luogo di lavoro	-	-	-	Non superato	-
R6	Luogo di lavoro	-	-	-	Non superato	-
R7	Luogo di lavoro	-	-	-	Non superato	-
R8	In stato di abbandono	-	-	-	Non valutato	-
R9	In stato di abbandono	-	-	-	Non valutato	-
R10	Abitazione	Scavo trincea; TOC	11.9; 16.6	77.3; 81.6	Superato	0.3; 4.6
R11	Abitazione	TOC	14.1	83.5	Superato	6.5
R12	In stato di abbandono	-	-	-	Non valutato	-
R13	In stato di abbandono	-	-	-	Non valutato	-
R14	In stato di abbandono	-	-	-	Non valutato	-
R15	In stato di abbandono	-	-	-	Non valutato	-
R16	Abitazione	Scavo trincea	10.5	77.9	Superato	0.9
R17	Abitazione	Scavo trincea	11.4	77.5	Superato	0.5
R18	Abitazione	Scavo trincea	9.2	78.6	Superato	1.6
R19	Abitazione	Scavo trincea	9.5	78.4	Superato	1.4
R20	Abitazione	Scavo trincea	11.7	77.4	Superato	0.4
R21	Abitazione	Scavo trincea	11.2	77.6	Superato	0.6
R22	In stato di abbandono	-	-	-	Non valutato	-
R23	In stato di abbandono	-	-	-	Non valutato	-
R24	In stato di abbandono	-	-	-	Non valutato	-



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
245 di 1053

7.7.4.2.2. Fase di esercizio

In esercizio, le opere a terra, in quanto componenti statiche, non determinano vibrazioni percepibili.

7.7.4.2.3. Fase di dismissione

Nell'ipotesi di completa rimozione delle opere a fine vita utile, la fase di dismissione prevederà inoltre le stesse operazioni discusse per la fase di costruzione sebbene, alla data dello smantellamento e su indicazione dei vari portatori di interesse, potrebbe essere prescritta la non rimozione delle opere per il loro eventuale riutilizzo o semplicemente per non alterare il nuovo assetto delle aree. In virtù di ciò quanto segue focalizza l'attenzione sulla sola fase di costruzione ritenendo che tale stima sia conservativa anche dal punto di vista della successiva dismissione delle opere.

7.7.5. Emissioni elettromagnetiche

La trasmissione dell'energia elettrica prodotta dall'impianto eolico avviene mediante l'utilizzo di cavi unipolari o tripolari attraversati da corrente elettrica alternata in alta tensione. Ciò comporta, secondo le leggi di Biot-Savart e di Faraday, l'instaurazione di campi magnetici ed elettrici indotti nelle immediate vicinanze dei cavi. È quindi necessario considerare e valutare gli impatti legati ai campi elettromagnetici sia per la salute umana che per la salvaguardia delle specie animali.

A tal proposito, all'interno del presente paragrafo si riporta una descrizione esaustiva delle emissioni elettromagnetiche previste in tutte le fasi dell'opera, nonché delle sorgenti che le generano, sia per la parte a mare che per la parte a terra del progetto. Infine si provvede a quantificare le emissioni a partire dalle valutazioni ampiamente trattate nelle relazioni specialistiche connesse (*"Relazione tecnica emissioni elettromagnetiche a terra"*, *"Relazione tecnica valutazione impatti emissioni EMF sulla fauna marina"*).

In generale, per gli elettrodotti, considerando che i campi elettromagnetici sono generati da un flusso di cariche all'interno di un conduttore, si prevedono emissioni nulle o trascurabili nelle fasi di costruzione e dismissione, ove l'impianto risulta essere spento; ciò non vale evidentemente per la fase di esercizio.

7.7.5.1. Parte a mare

Per la parte a mare del progetto si prevedono emissioni elettromagnetiche connesse all'esercizio di:

- Rete di cavi inter-array per il collegamento degli aerogeneratori con la sottostazione di trasformazione offshore a 66kV;
- Elettrodotto di esportazione marino, costituito da una coppia di cavi prima di tipo dinamico e successivamente di tipo statico a 220kV.

Per semplicità le valutazioni sono effettuate esclusivamente per la parte statica dell'elettrodotto di esportazione; i risultati ottenuti possono essere trasposti ai cavi dinamici tramite opportune considerazioni relative al loro posizionamento.

7.7.5.1.1. Fase di costruzione

Durante la fase di costruzione per la parte a mare si prevede l'installazione delle fondazioni, delle linee di ormeggio, degli ancoraggi e dei cavi sottomarini di inter-array e di esportazione. Tuttavia i conduttori non risultano essere in questa fase attraversati da correnti, motivo per cui non sono previste emissioni elettromagnetiche.

7.7.5.1.2. Fase di esercizio

La valutazione sulle emissioni elettromagnetiche per la parte a mare è stata condotta per il cavo marino di



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

esportazione che si estende, per una distanza di circa 52 km tra le due sottostazioni di trasformazione offshore ed il punto di giunzione a terra, collocato all'interno dell'area portuale del Comune di Portoscuso.

Come già detto, l'opera in questione è composta da due cavi marini tripolari a 220kV che corrono sempre paralleli ad una distanza di 20m. Ogni cavo presenta 3 conduttori avvolti ad elica attorno all'asse principale, permettendo così una sensibile riduzione nonché un parziale annullamento del campo magnetico. A protezione dei cavi si prevede l'utilizzo di soluzioni di posa con materassi, con massi, con trincea su fondale marino, o mediante gusci modulari fissati al fondale.

Il modello di calcolo utilizzato (Pettersson & Schonborg, 1997) tiene conto dell'elicordatura delle 3 fasi nel generico cavo e, nella sua formulazione esatta, si avvale delle funzioni di Bessel modificate del primo e secondo tipo e delle loro rispettive derivate.

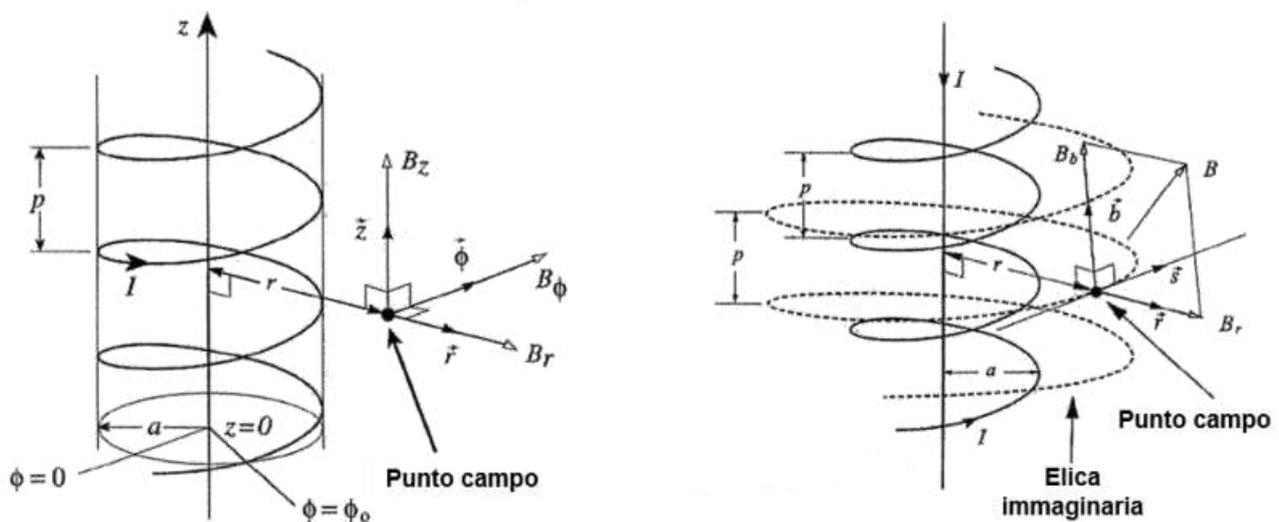


Figura 7.175 – Sistema di coordinate cilindriche (sx) e sistema di coordinate "elicoidali" (dx).
(Pettersson & Schonborg, 1997).

In generale, il modulo del campo magnetico totale può esprimersi come:

$$B = \frac{3}{2} B_0 \gamma^2 \left[nm I'_n(n\eta) I'_m(m\eta) \left[(\mp 1)(\mp 1) K'_n(n\gamma) K'_m(m\gamma) + \frac{1 + \gamma^2}{\gamma^2} K_n(n\gamma) K_m(m\gamma) \right] \cos(\pm n \mp m) \phi \right]^{1/2} \quad \text{eq. (10)}$$

con:

- $B_0 = \mu I \alpha / \pi r^2$;
- μ permeabilità magnetica nel mezzo;
- $\gamma = kr$;
- $\eta = k\alpha$;
- $k = 2\pi/p$;
- $I'_v(z)$ funzione di Bessel modificata del primo tipo;
- $K'_v(z)$ funzione di Bessel modificata del secondo tipo.

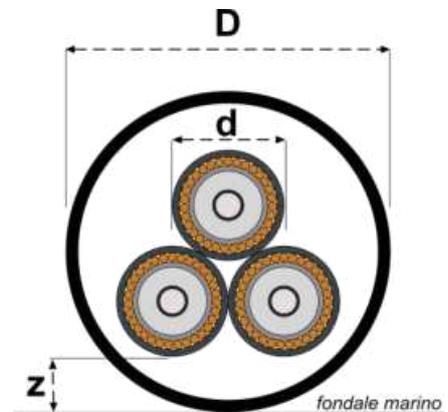
Il modello sopra riportato è stato implementato in ambiente MATLAB ed è stato applicato al caso in esame tenendo conto dei dati di input riportati nella tabella a seguire.

Si specifica comunque che all'interno del calcolo non è stato considerato l'effetto schermante dell'armatura del cavo (generalmente a filamenti di rame su materiale semiconduttivo). Ciò implica l'utilizzo dell'ipotesi di cavo nudo, evidentemente conservativa nel calcolo del campo magnetico indotto.



Tabella 7.97 – Valori di input. Modalità di posa: cavo tripolare su fondale marino.

Simbolo	Descrizione	Unità di misura	Valore
D	Diametro cavo tripolare	mm	224
d	Diametro cavo unipolare	mm	79.2
P*	Passo di elicordatura	m	3.60
I _{EFF}	Corrente Efficace	A	715
φ_1	Angolo fase cavo 1	gradi [°]	0
φ_2	Angolo fase cavo 2	gradi [°]	120
φ_3	Angolo fase cavo 3	gradi [°]	-120



*per un cavo tripolare da 630mm² è suggerito un passo di elicordatura di 3.6m (del-Pino-Lopez, et al., 2018)

Il comportamento del campo magnetico indotto sul piano ortogonale al generico cavo tripolare è riportato nella seguente figura. I valori associati alla barra colorata sono riportati in micro-Tesla μT .

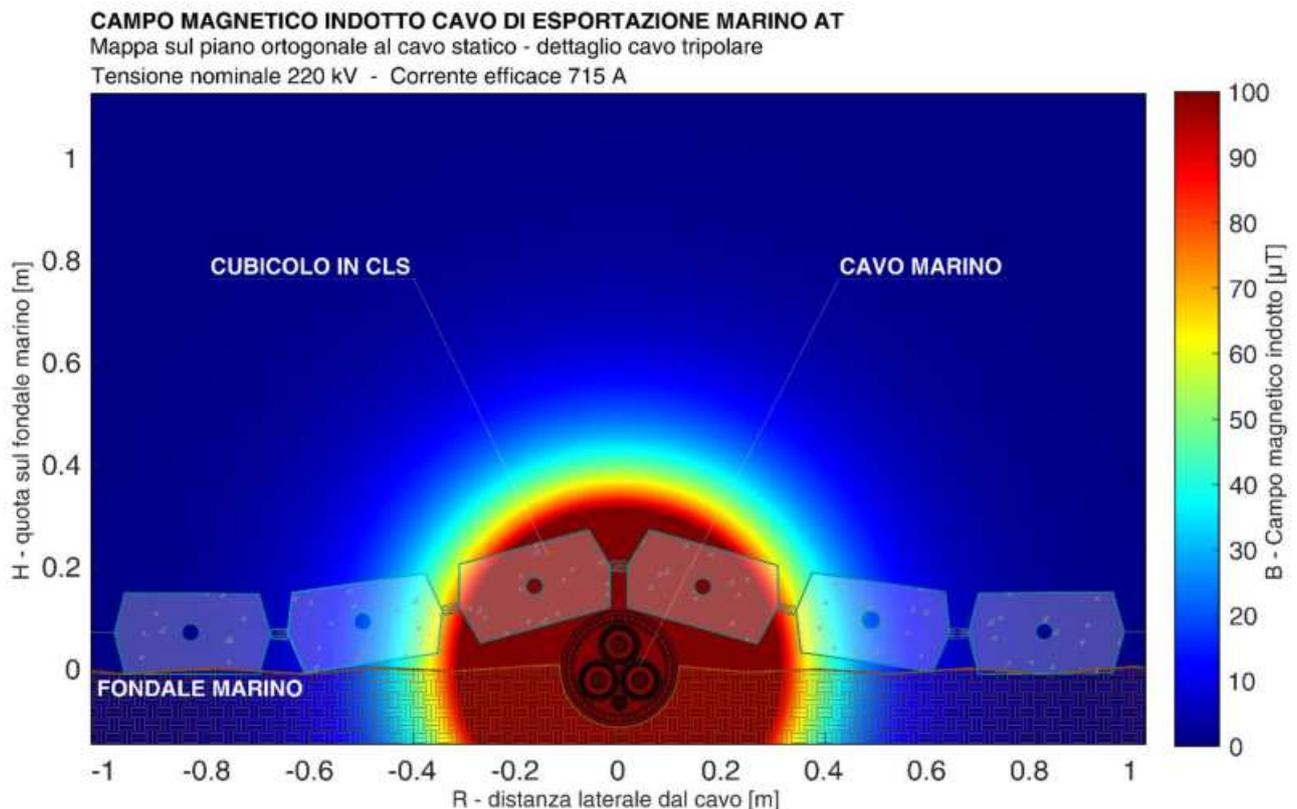


Figura 7.176 – Mappa del campo magnetico indotto sul piano ortogonale al cavo. Materassi in cls.

Elaborazione iLStudio.

In Figura 7.176 la mappa cromatica è corredata dal dettaglio del tipico di posa con la protezione dei materassi in calcestruzzo (in trasparenza).

Dalla mappa si evince l'andamento circolare delle linee di campo attorno al cavo. Tale andamento è giustificato dalla disposizione compatta a trifoglio dei singoli conduttori all'interno del cavo.

In aggiunta, confrontando i colori della mappa con i valori riportati sulla barra graduata si può notare che le intensità di campo superiori ai 20 μT sono circoscritte nel raggio di circa 0.6 m dal cavo. Ciò è in linea con la



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
248 di 1053

legge di Biot–Savart che nella sua forma più semplice, relativa ad un filo rettilineo infinito percorso da corrente, descrive il campo magnetico indotto con andamento decrescente iperbolico rispetto alla distanza.

Volendo tener conto degli effetti connessi all'intero elettrodotto, ovvero ai due cavi marini, si riporta di seguito un grafico rappresentante le linee di campo magnetico indotto dai due elettrodotti per valori di 1, 0.1, 0.01 e 0.001 μT . Anche se relative a valori particolarmente contenuti, le linee permettono di comprendere l'andamento generale del campo magnetico.

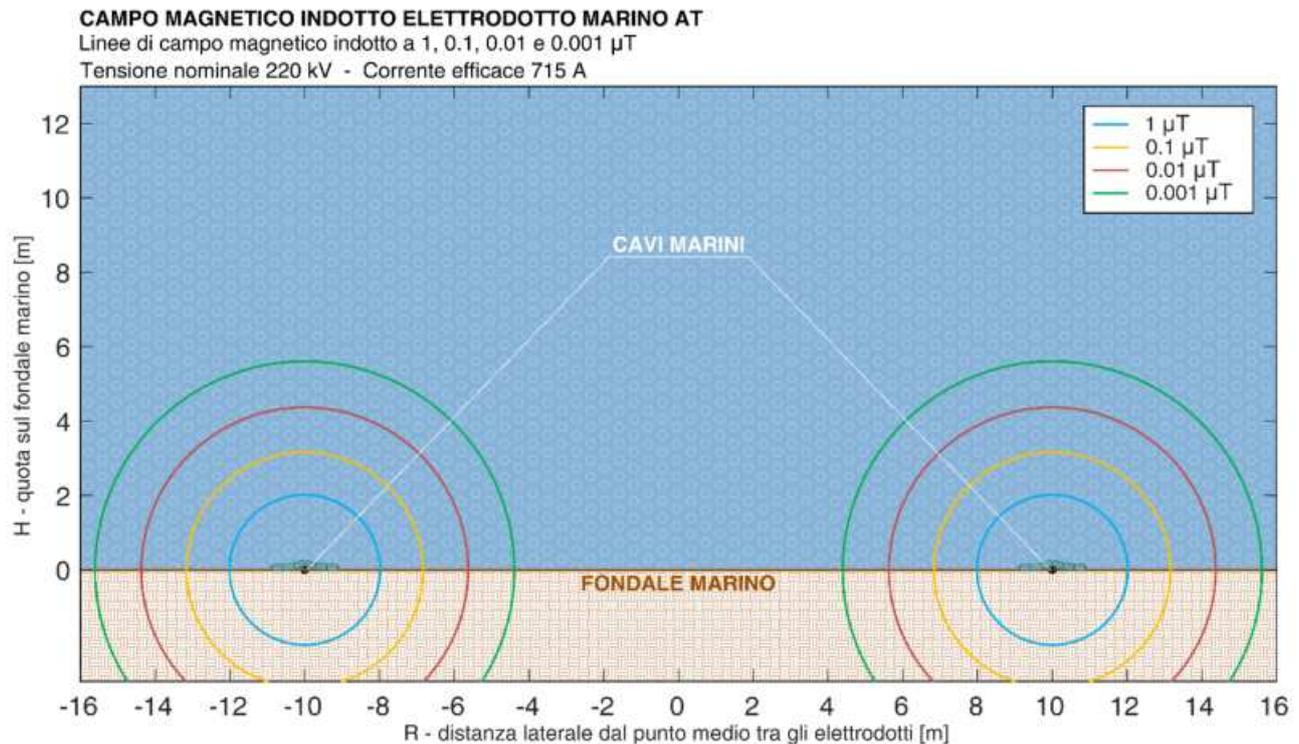


Figura 7.177 – Linee di campo magnetico indotto dai due elettrodotti.

Elaborazione iLStudio.

Per quanto concerne il campo elettrico, sebbene in fase di esercizio si prevede che quello determinato dalla tensione applicata sui conduttori sia interamente schermato dagli strati metallici e dall'armatura posta attorno ad ogni conduttore, tuttavia è corretto effettuare delle considerazioni in merito al campo elettrico indotto dal campo magnetico variabile, generato a sua volta dalle correnti circolanti nei cavi.

All'interno dello studio "Impact of EMF from Sub-sea cables on marine organisms" (Olsson, et al., 2010) è stato valutato numericamente l'andamento del campo elettrico indotto con la distanza, in riferimento ad un cavo tripolare con distanza tra conduttori pari a 7cm e corrente di esercizio pari a 100A. Tuttavia, considerando che il campo elettrico indotto è proporzionale al valore di corrente che circola nel conduttore, secondo la relazione:

$$E_i = -\frac{\gamma^2 I}{2\pi\sigma} K_0(\gamma r_i) \quad \text{con } i = 1,2,3. \quad \text{eq. (11)}$$

utilizzando il fattore di scala tra le intensità di corrente, è possibile stimare l'andamento del campo per il cavo di esportazione del parco eolico offshore, avente distanze tra i conduttori di circa 7cm. Per completezza, nell'eq. (11) si indica con E_i il campo elettrico indotto dall' i -esimo conduttore, σ la conduttività elettrica (S/m), I l'intensità di corrente (A), r_i distanza dall' i -esimo conduttore, K_0 funzione di Bessel del secondo tipo, $\gamma = \sqrt{i\omega\mu\sigma}$, μ permeabilità magnetica del mezzo, ω la frequenza di esercizio.

Per cui, considerando le medesime condizioni di posa e caratteristiche elettriche del cavo, si propone nella



figura di seguito l'andamento del campo elettrico indotto in funzione della distanza da uno dei due cavi di esportazione marino del parco eolico offshore.

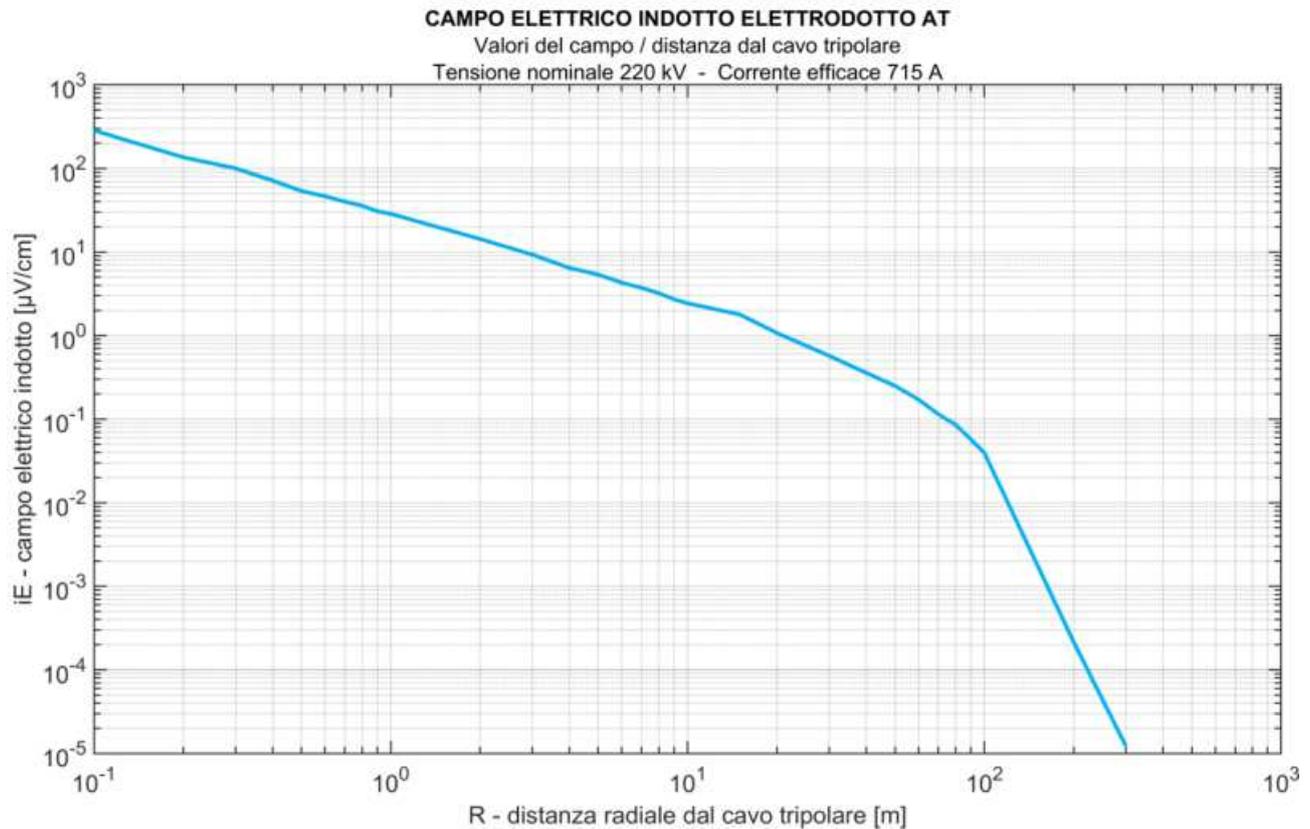


Figura 7.178 – Campo elettrico indotto da uno dei cavi marini tripolari.

Elaborazione iLStudio.

7.7.5.2. Parte a terra

Per la componente a terra del progetto sono previste emissioni elettromagnetiche associate alle opere in cui vi sono conduttori percorsi da corrente, ovvero:

- Elettrodotto di esportazione a 220kV
- Elettrodotto di connessione a 380kV
- Elettrodotto interrato RTN a 380kV
- Elettrodotto aereo 380kV in singola terna
- Elettrodotto aereo Villasor-dorsale Ittiri-Selargius
- Stazioni elettriche

7.7.5.2.1. Fase di costruzione

Per quanto concerne la fase di costruzione delle opere non si prevedono emissioni di tipo elettromagnetico poiché i cavi o comunque i conduttori all'interno delle stazioni elettriche non saranno percorsi da corrente.

7.7.5.2.2. Fase di esercizio

Nell'ambito della quantificazione del campo elettrico e magnetico indotto, delle DPA e fasce di rispetto, per la fase di calcolo si è fatto utilizzo di modelli bidimensionali suggeriti dalle seguenti normative.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 250 di 1053

- CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e stazioni elettriche”;
- CEI 106-11 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo”.

In dettaglio, per la verifica di compatibilità del campo elettrico, indicando cioè con x_i e y_i le coordinate dell' i -esimo conduttore sul piano ortogonale allo stesso, le componenti spaziali del vettore del campo elettrico $E_x(x_p, y_p, t)$, $E_y(x_p, y_p, t)$ ed $E_z(x_p, y_p, t)$ nel punto P di coordinate x_p e y_p possono essere scritte nella forma:

$$\begin{cases} E_x(x_p, y_p, t) = \frac{1}{2\pi\epsilon} \sum_i \lambda_i(t) \left[\frac{x_p - x_i}{(x_p - x_i)^2 + (y_p - y_i)^2} - \frac{x_p - x_i}{(x_p - x_i)^2 + (y_p + y_i)^2} \right] \\ E_y(x_p, y_p, t) = \frac{1}{2\pi\epsilon} \sum_i \lambda_i(t) \left[\frac{y_p - y_i}{(x_p - x_i)^2 + (y_p - y_i)^2} - \frac{y_p - y_i}{(x_p - x_i)^2 + (y_p + y_i)^2} \right] \\ E_z(x_p, y_p, t) = 0 \end{cases} \quad \text{eq. (12)}$$

in cui $\lambda_i(t)$ è la densità lineare di carica sul conduttore i -esimo. Nel caso specifico delle linee elettriche, in presenza di correnti e tensioni sinusoidali, conviene riscrivere l'equazione precedente nei termini dei valori efficaci dei fasori delle tensioni. In questo modo si può ottenere il valore efficace del campo elettrico nella forma:

$$E(x_p, y_p) = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2} \quad \text{eq. (13)}$$

in cui E_x , E_y ed E_z sono i valori efficaci delle componenti spaziali del campo ottenuti in riferimento ai fasori dei valori efficaci delle tensioni nei conduttori.

Per quanto riguarda invece il calcolo del campo magnetico indotto, il modello di calcolo normalizzato per la generica sezione trasversale di una linea elettrica riportato nella norma CEI 211-4 (nonché CEI 106-11) è un modello bidimensionale basato sull'applicazione della legge di Biot-Savart a valle della quale è possibile applicare la sovrapposizione degli effetti per le diverse fasi supposte simmetriche ed equilibrate in ogni istante di tempo.

Le ipotesi di validità del modello sono:

- tutti i conduttori sono considerati rettilinei, paralleli, orizzontali e di lunghezza infinita;
- le correnti sono considerate concentrate negli assi centrali dei conduttori in cavo;
- per le linee in cavo interrato non si tiene conto delle correnti indotte negli schermi;
- il suolo è considerato perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico.

La procedura di calcolo si svolge secondo i seguenti step:

- si considera il fasore del valore efficace della corrente sinusoidale sull' i -esimo conduttore. Nello specifico, il valore efficace dell'intensità di corrente da utilizzare è quello corrispondente alla portata in regime permanente, così come definito nella norma CEI 11-17 (nonché CEI 20-21);
- per un generico punto P sul piano ortogonale agli assi dei conduttori, si valutano i fasori dei valori efficaci delle componenti spaziali dell'induzione magnetica B_x e B_y e B_z attraverso le relazioni in eq. (14):



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 251 di 1053

$$\begin{cases} B_x(x_p, y_p) = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[\frac{y_i - y_p}{(x_p - x_i)^2 + (y_p - y_i)^2} \right] \\ B_y(x_p, y_p) = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[\frac{x_p - x_i}{(x_p - x_i)^2 + (y_p - y_i)^2} \right] \\ B_z(x_p, y_p) = 0 \end{cases} \quad \text{eq. (14)}$$

- per il generico punto P , si valuta il valore efficace dell'induzione magnetica B in accordo all'eq. (15)

$$B(x_p, y_p) = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2} \quad \text{eq. (15)}$$

Nelle precedenti, B_x , B_y e B_z sono i valori efficaci delle componenti spaziali del vettore induzione magnetica, μ_0 la permeabilità magnetica nel vuoto, I_i il fasore del valore efficace della corrente nel conduttore i -esimo, x_i , y_i , x_p e y_p le coordinate degli assi dei conduttori e del generico punto P sul piano trasversale all'asse del sistema cavi considerato.

A seguire si riportano i risultati ottenuti mediante l'applicazione dei modelli descritti nei differenti casi di studio.

Elettrodotto di esportazione a 220kV

L'elettrodotto di esportazione a 220kV si sviluppa per una distanza di circa 11km all'interno del territorio comunale di Portoscuso, esternamente al centro abitato, prediligendo sedi stradali esistenti ed interessando aree perimetrali alla zona industriale.

Le emissioni elettromagnetiche per l'opera in oggetto sono strettamente dipendenti dalle caratteristiche dalle portate dei conduttori e dai tipici di posa previsti.

L'elettrodotto, è composto da due terne di cavi monopolari e presenta sostanzialmente 2 tipologie di posa differenti:

- posa in trincea secondo una configurazione a trifoglio;
- posa in controtubo installato mediante macchina TOC, secondo una configurazione compatta a trifoglio.

Per il calcolo si è tenuto conto della portata di corrente in servizio normale dell'elettrodotto e pari a 661A, così come da DPCM 08 Luglio 2003. Le due terne sono posate con le fasi disposte secondo un ordine RST-TRS.

Per quanto concerne il campo elettrico, essendo l'opera in oggetto interrata al di sotto della sede stradale è lecito affermare che sia gli schermi dei cavi sia il terreno ed i materiali delle relative trincee lo riducono a valori praticamente trascurabili. Per questo motivo la verifica di compatibilità del campo elettrico ai fini dell'esposizione umana non è stata condotta per il caso in esame.

Il campo magnetico indotto generato dall'opera in oggetto è stato stimato sia per la condizione di posa in trincea che in contro-tubo mediante metodologia TOC.

Nei due seguenti grafici è mostrato l'andamento del campo magnetico lungo la direzione ortogonale all'asse dell'elettrodotto, per diverse distanze dalla terna; si rappresenta inoltre un confronto con l'obiettivo di qualità pari a 3 μT come da DPCM 8 Luglio 2003.



CAMPO MAGNETICO INDOTTO ELETTRODOTTO TERRESTRE DI ESPORTAZIONE A 220 kV

Valori del campo a specifiche quote
Corrente efficace 661 A - Posa in trincea

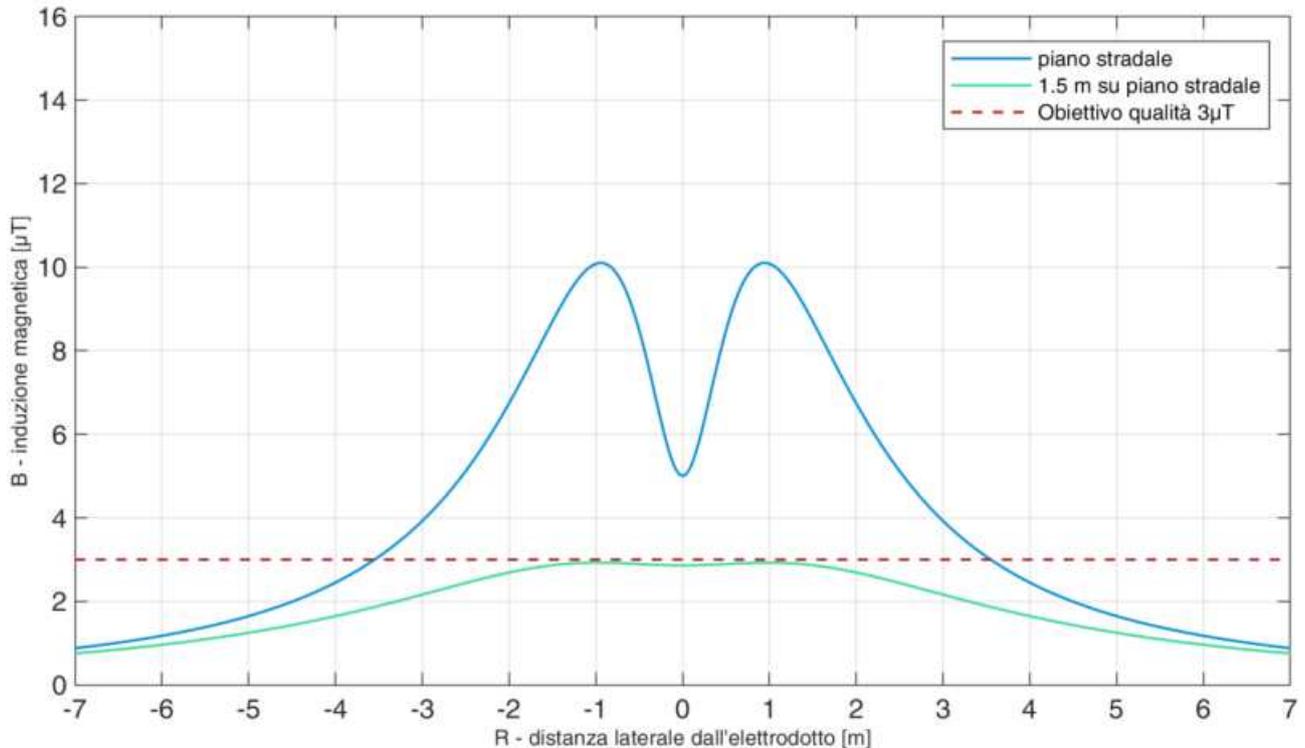


Figura 7.179 – Campo magnetico a specifiche quote, elettrodotto di esportazione a 220kV – posa in trincea.

Elaborazione iLStudio.

Dalla Figura 7.179 si evince che, per la condizione di posa in trincea ed alla quota del piano stradale, l'andamento del campo magnetico presenta due picchi di circa 10 µT in corrispondenza della posizione delle due terne di cavi unipolari a 220 kV; l'obiettivo di qualità è rispettato ad una distanza di circa 3.5 m dall'asse dell'elettrodotto.

Alla quota di 1.5 m dal piano stradale i valori del campo magnetico risultano particolarmente attenuati; l'andamento non presenta alcun picco. In questo caso, l'obiettivo di qualità risulta sempre rispettato a qualsiasi distanza dall'asse dell'elettrodotto.

La Figura 7.180, per la condizione di posa in contro-tubo mediante TOC, mostra un andamento del campo sul piano stradale con due picchi più attenuati rispetto al caso precedente (quasi 5µT). L'obiettivo di qualità risulta superato ad una distanza di circa 2.7 m dall'asse dell'elettrodotto.

Ad una quota di 1.5 m sul piano stradale la curva tende ad appiattirsi, mostrando valori massimi di poco inferiori a 1 µT; ne consegue che l'obiettivo di qualità risulta sempre rispettato.

Si ricorda che, ai fini del calcolo, per la condizione di posa in contro-tubo si è adottata una profondità dell'estremo inferiore della sezione del tubo pari a 2 m (rispetto al piano campagna).

**CAMPO MAGNETICO INDOTTO ELETTRODOTTO TERRESTRE DI ESPORTAZIONE A 220 kV**

Valori del campo a specifiche quote

Corrente efficace 661 A - Posa in controtubo mediante TOC

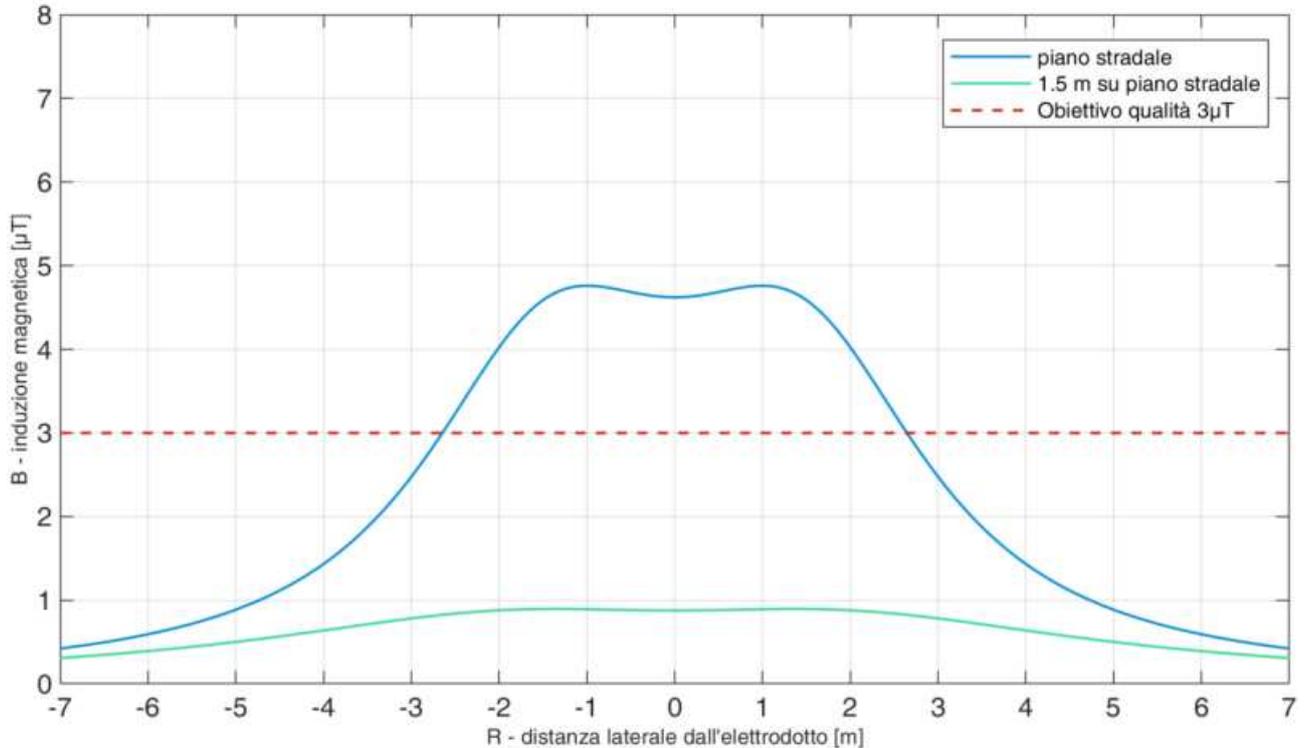


Figura 7.180 – Campo magnetico a specifiche quote, elettrodotto di esportazione a 220kV – posa in controtubo mediante TOC.

Elaborazione iLStudio.

Elettrodotto di connessione a 380kV

L'elettrodotto di connessione a 380kV si sviluppa per una distanza di circa 2km all'interno del territorio comunale di Portoscuso, esternamente al centro abitato, prediligendo sedi stradali esistenti all'interno della zona industriale.

Le emissioni elettromagnetiche per l'opera in oggetto sono strettamente dipendenti dalle caratteristiche dalle portate dei conduttori e dai tipici di posa previsti.

L'elettrodotto è composto da una terna di cavi monopolari e presenta sostanzialmente 2 tipologie di posa differenti:

- posa in trincea secondo una configurazione a trifoglio;
- posa in controtubo installato mediante macchina TOC, secondo una configurazione compatta a trifoglio.

Per il calcolo si è tenuto conto della portata di corrente in servizio normale dell'elettrodotto pari a 753A, così come da DPCM 08 Luglio 2003.

Essendo l'opera in oggetto interrata al di sotto della sede stradale è lecito affermare che sia gli schermi dei cavi sia il terreno ed i materiali delle relative trincee riducono a valori praticamente trascurabili il campo elettrico esterno. Per questo motivo la verifica di compatibilità del campo elettrico ai fini dell'esposizione umana non è stata condotta per il caso in esame.

Il campo magnetico indotto generato dall'opera in oggetto è stato stimato sia per la condizione di posa in trincea che in contro-tubo mediante metodologia TOC.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
254 di 1053

Nei due seguenti grafici è mostrato l'andamento del campo magnetico lungo la direzione ortogonale all'asse dell'elettrodotto, per diverse distanze dalla terna; si rappresenta inoltre un confronto con l'obiettivo di qualità pari a $3 \mu\text{T}$ come da DPCM 8 Luglio 2003.

CAMPO MAGNETICO INDOTTO ELETTRODOTTO DI CONNESSIONE A 380 kV

Valori del campo a specifiche quote
Corrente efficace 753 A - Posa in trincea

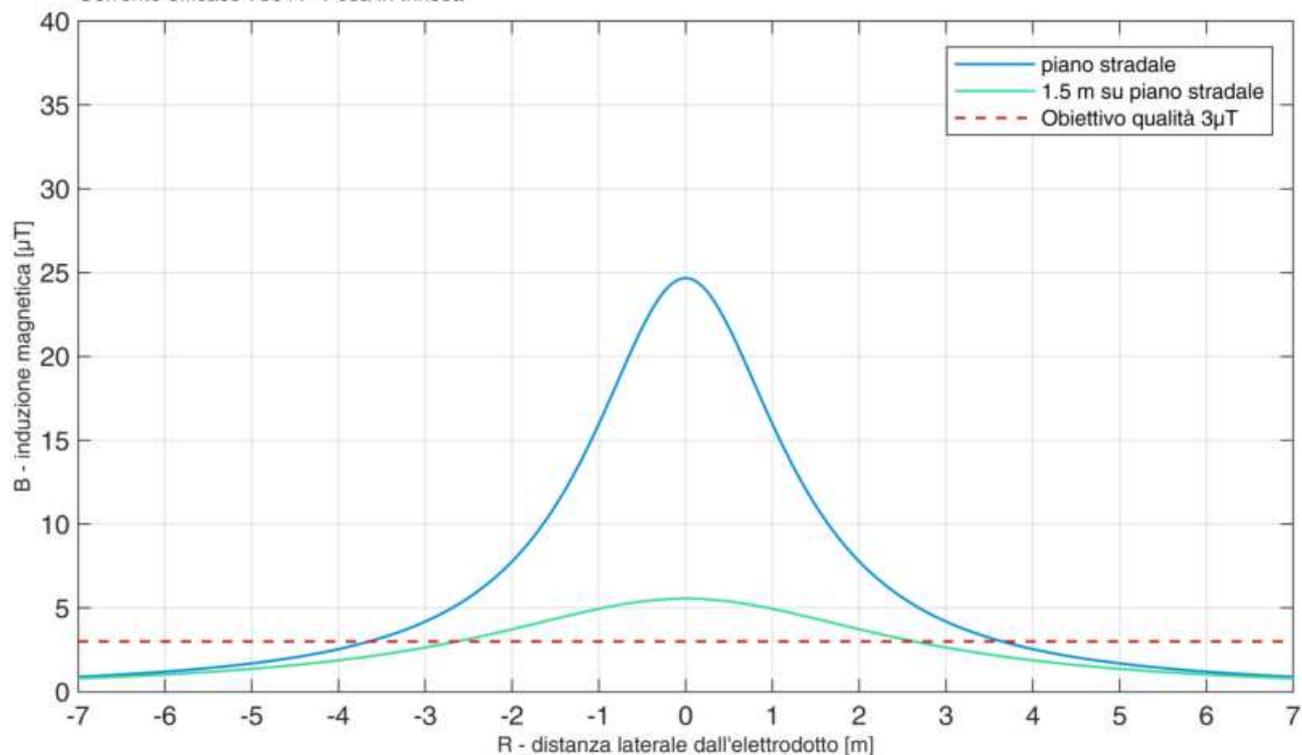


Figura 7.181 – Campo magnetico a specifiche quote, elettrodotto di connessione a 380kV – posa in trincea.

Elaborazione iLStudio.

Dalla Figura 7.181 si evince che, per la condizione di posa in trincea ed alla quota del piano stradale, l'andamento del campo magnetico presenta un picco di circa $25 \mu\text{T}$ in corrispondenza dell'asse dell'elettrodotto; l'obiettivo di qualità è rispettato ad una distanza di circa 3.6 m dall'asse dell'elettrodotto.

Alla quota di 1.5 m dal piano stradale i valori del campo magnetico risultano particolarmente attenuati; l'andamento presenta un massimo di poco superiore a $5 \mu\text{T}$. In questo caso, l'obiettivo di qualità risulta sempre rispettato a circa 2.5 m dall'asse dell'elettrodotto.

La Figura 7.182, per la condizione di posa in contro-tubo mediante TOC, mostra un andamento del campo sul piano stradale con un massimo pari a poco più di $5 \mu\text{T}$. L'obiettivo di qualità risulta superato ad una distanza di circa 1.9 m dall'asse dell'elettrodotto.

Ad una quota di 1.5 m sul piano stradale la curva tende ad appiattirsi, mostrando valori massimi che si attestano attorno a $2 \mu\text{T}$; ne consegue che l'obiettivo di qualità risulta sempre rispettato.

Si ricorda che, ai fini del calcolo, per la condizione di posa in contro-tubo si è adottata una profondità dell'estremo inferiore della sezione del tubo pari a 2 m (rispetto al piano campagna).

**CAMPO MAGNETICO INDOTTO ELETTRODOTTO DI CONNESSIONE A 380 kV**

Valori del campo a specifiche quote

Corrente efficace 753 A - Posa in controtubo mediante TOC

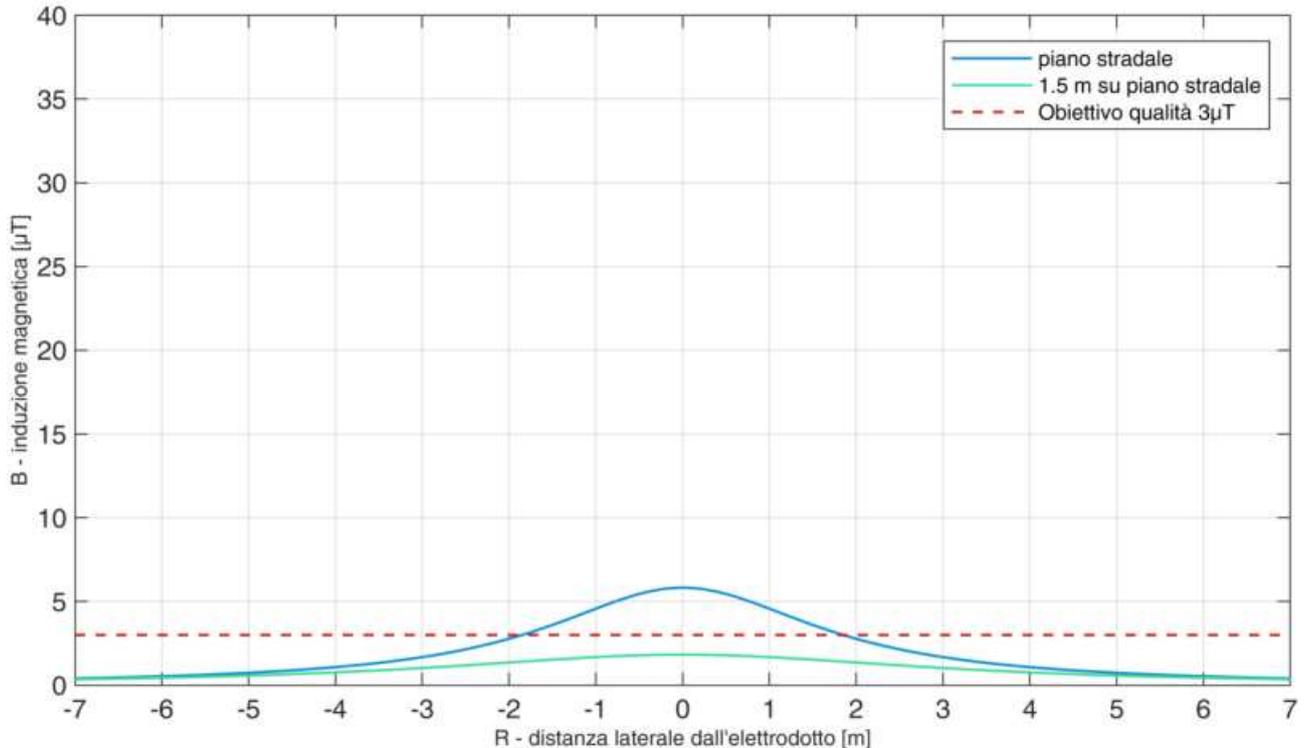


Figura 7.182 – Campo magnetico a specifiche quote, elettrodotto di connessione a 380kV – posa in controtubo mediante TOC.

Elaborazione iLStudio.

Elettrodotto interrato RTN a 380kV

L'elettrodotto interrato della RTN a 380kV si sviluppa per una distanza di circa 23km all'interno del territorio comunale di Portoscuso, Carbonia ed Iglesias, esternamente ai centri abitati, prediligendo sedi stradali esistenti.

Le emissioni elettromagnetiche per l'opera in oggetto sono strettamente dipendenti dalle caratteristiche dalle portate dei conduttori e dai tipici di posa previsti.

L'elettrodotto è composto da due terne di cavi monopolari e presenta sostanzialmente 2 tipologie di posa differenti:

- posa in trincea secondo una configurazione a trifoglio;
- posa in controtubo installato mediante macchina TOC, secondo una configurazione compatta a trifoglio.

Tuttavia, ai fini del calcolo e considerando che la distanza interasse minima rispettata tra le 2 terne è pari a 4m, con una approssimazione accettabile e cautelativa le fasce di rispetto sono state modellate separatamente, effettuando dunque il calcolo del campo magnetico indotto su un'unica terna, per la tipologia di posa più conservativa (posa in trincea).

Per il calcolo si è tenuto conto della portata di corrente in servizio normale dell'elettrodotto pari a 1692A, così come da DPCM 08 Luglio 2003.

Essendo l'opera in oggetto interrata al di sotto della sede stradale è lecito affermare che sia gli schermi dei cavi sia il terreno ed i materiali delle relative trincee riducono a valori praticamente trascurabili il campo elettrico



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
256 di 1053

esterno. Per questo motivo la verifica di compatibilità del campo elettrico ai fini dell'esposizione umana non è stata condotta per il caso in esame.

Nel seguente grafico è mostrato l'andamento del campo magnetico lungo la direzione ortogonale all'asse dell'elettrodotto, per diverse distanze dalla terna; si rappresenta inoltre un confronto con l'obiettivo di qualità pari a $3 \mu\text{T}$ come da DPCM 8 Luglio 2003.

Dalla Figura 7.183 si evince che, per la condizione di posa in trincea ed alla quota del piano stradale, l'andamento del campo magnetico presenta un picco in corrispondenza della posizione delle due terne di cavi unipolari a 220 kV; l'obiettivo di qualità è rispettato ad una distanza di circa 6.5 m dall'asse dell'elettrodotto.

Alla quota di 1.5 m dal piano stradale i valori del campo magnetico risultano particolarmente attenuati; l'andamento presenta un massimo che si attesta di poco sopra i $15 \mu\text{T}$. In questo caso, l'obiettivo di qualità risulta rispettato ad una distanza dall'asse dell'elettrodotto di circa 5.9m.

CAMPO MAGNETICO INDOTTO ELETTRODOTTO INTERRATO RTN A 380 kV

Valori del campo a specifiche quote
Corrente efficace 1692 A - Posa in trincea

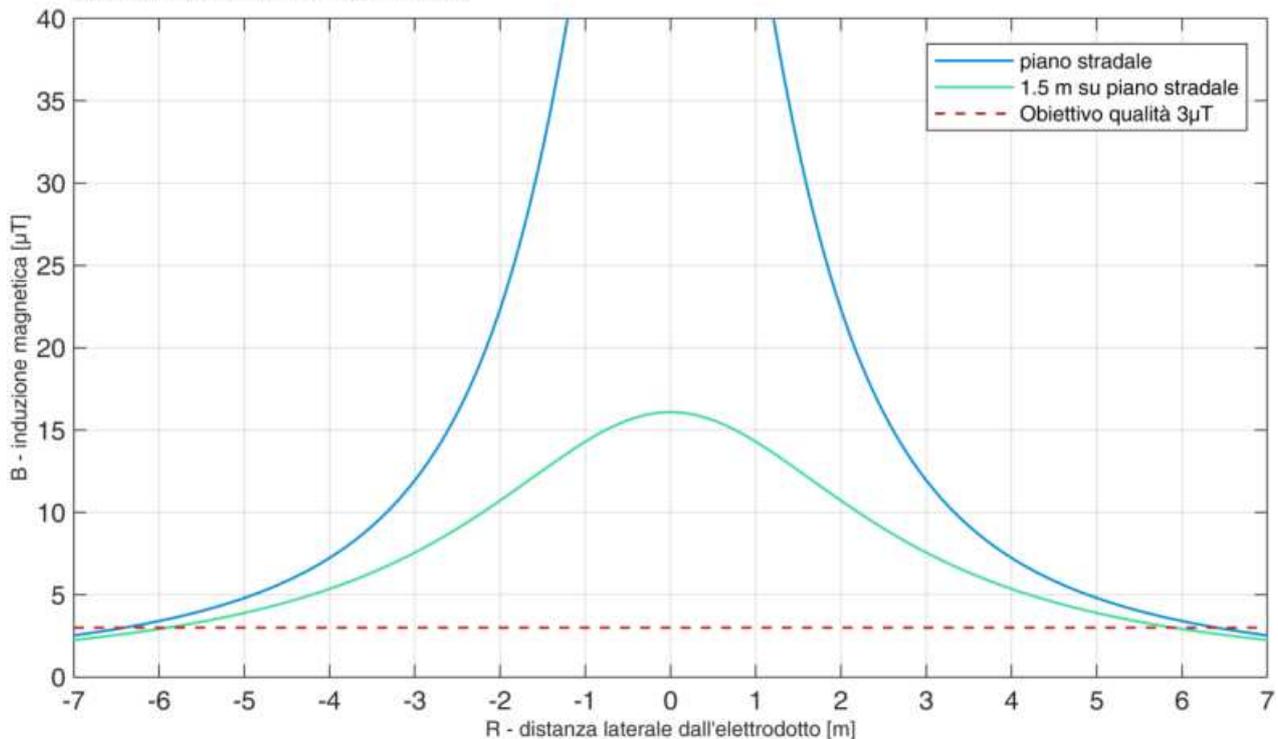


Figura 7.183 – Campo magnetico a specifiche quote, elettrodotto interrato RTN a 380kV – posa in trincea.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
257 di 1053

Elettrodotto aereo 380kV in singola terna

Il calcolo dei campi elettromagnetici generati dall'opera in oggetto è stato eseguito secondo quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003; inoltre si è tenuto conto delle condizioni di carico dettate dalla norma CEI 11-60, ovvero è stato considerato un fascio trinato di conduttori per una portata complessiva in periodo freddo pari a 2955A.

Il franco minimo considerato dei conduttori in riferimento al suolo è pari a 14m, compatibile con il valore indicato dal D.M. 16 gennaio 1991 per le aree ove è prevista la presenza prolungata di persone al di sotto della linea. Tale ipotesi è evidentemente conservativa, in quanto la loro altezza è, per scelta progettuale, sempre maggiore di tale valore. Tra due sostegni consecutivi il conduttore si dispone secondo una catenaria, per cui la sua altezza dal suolo è sempre maggiore del valore preso a riferimento. Anche per tale ragione l'ipotesi di calcolo assunta risulta conservativa.

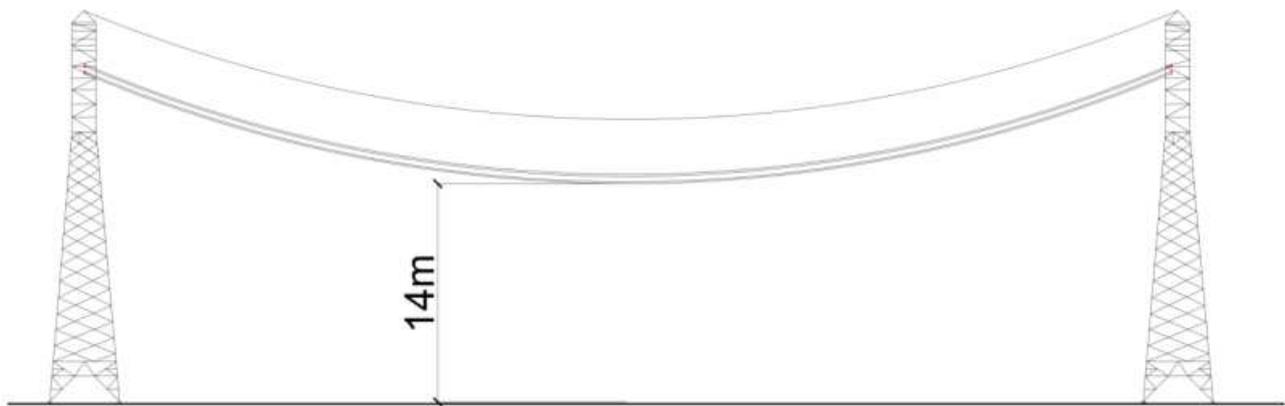


Figura 7.184 – Configurazione di calcolo per elettrodotto aereo 380kV Sulcis-Villasor.

In riferimento ai valori di campo elettrico attesi, per il caso in esame e per la posizione più svantaggiosa, ovvero quella relativa alla quota dei conduttori inferiori pari a 14m, si riporta a seguire l'andamento del campo elettrico valutato ad una quota di 1.5 metri dal suolo.



CAMPO ELETTRICO ELETTRODOTTO AEREO SINGOLA TERNA SULCIS-VILLASOR

Andamento campo elettrico a quota di 1.5m su piano campagna
Tensione nominale 380kV - Corrente 2955A

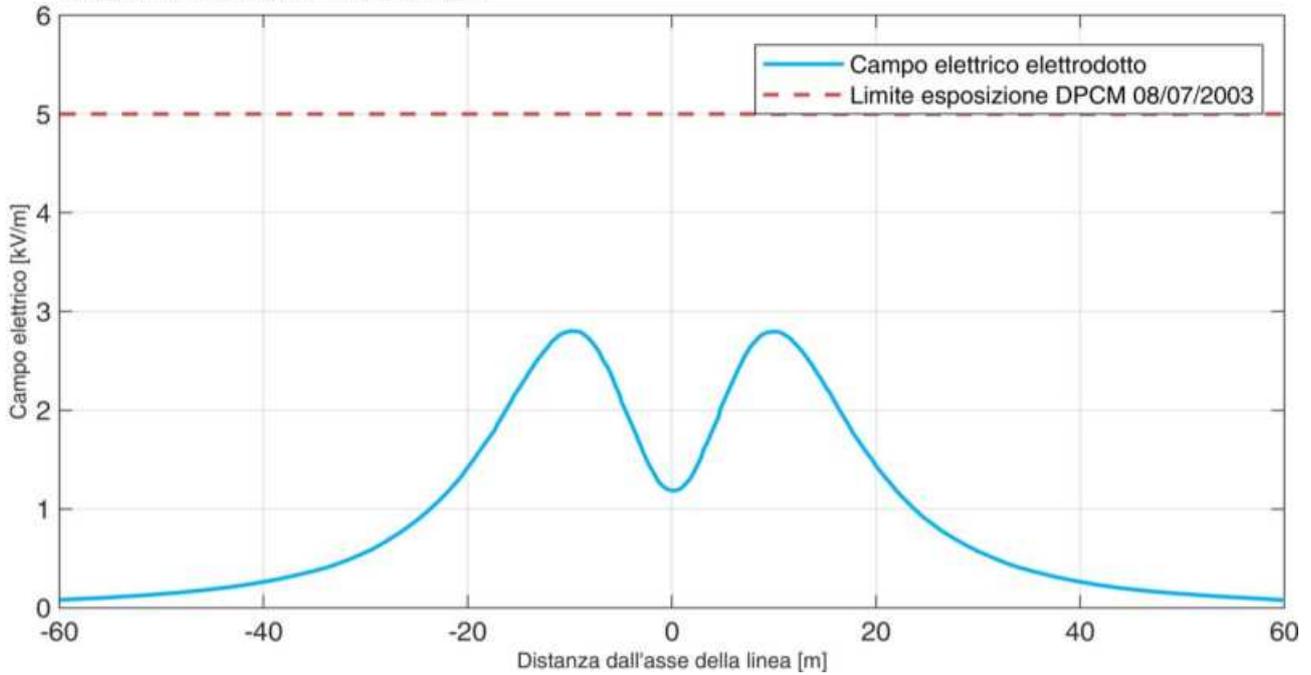


Figura 7.185 – Campo elettrico elettrodotto aereo singola terna Sulcis-Villasor.

In riferimento alle medesime condizioni di calcolo esplicitate in precedenza, si riporta a seguire l'andamento del campo magnetico indotto lungo la direzione trasversale alla linea, valutato ad una quota di 1.5m dal piano di campagna.

CAMPO MAGNETICO INDOTTO ELETTRODOTTO AEREO SINGOLA TERNA SULCIS-VILLASOR

Andamento campo magnetico indotto a quota di 1.5m su piano campagna
Tensione nominale 380kV - Corrente 2955A

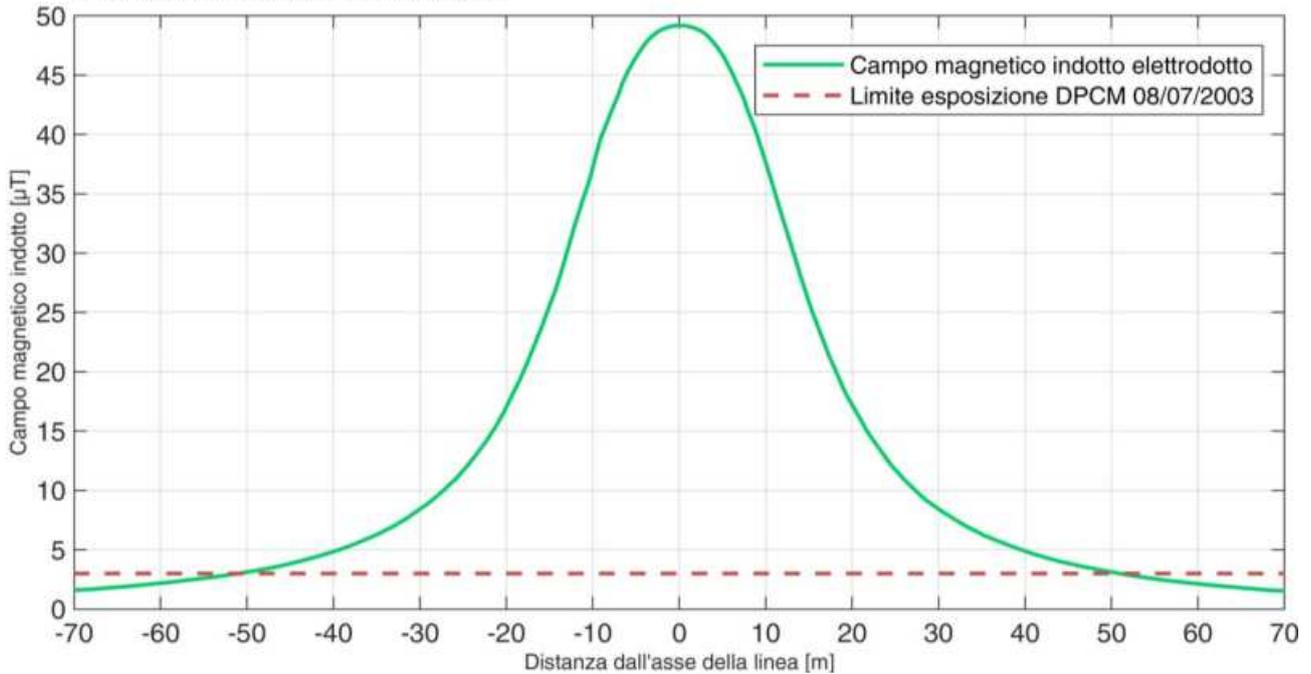


Figura 7.186 – Campo magnetico indotto elettrodotto aereo singola terna Sulcis-Villasor.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

Elettrodotto aereo Villasor-dorsale Ittiri-Selargius

Il calcolo dei campi elettromagnetici generati dall'opera in oggetto è stato eseguito secondo quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003; inoltre si è tenuto conto delle condizioni di carico dettate dalla norma CEI 11-60, ovvero è stato considerato un fascio trinato di conduttori per una portata complessiva in periodo freddo pari a 2955A.

Anche per questo caso il franco minimo considerato dei conduttori in riferimento al suolo è pari a 14m in via ampiamente conservativa, in quanto la loro altezza è, per scelta progettuale, sempre maggiore di tale valore.

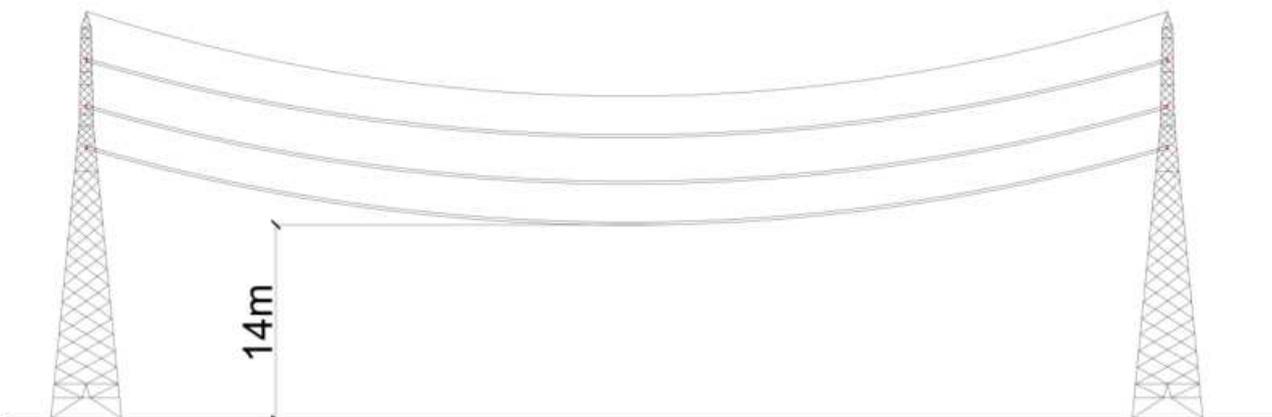


Figura 7.187 – Configurazione di calcolo per elettrodotto aereo 380kV Villasor-dorsale Ittiri-Selargius.

In riferimento al calcolo del campo elettrico, per il caso in esame e per la posizione più svantaggiosa, ovvero quella relativa alla quota dei conduttori inferiori pari a 14m, si riporta a seguire l'andamento del campo elettrico valutato ad una quota di 1.5 metri dal suolo.

CAMPO ELETTRICO ELETTRODOTTO AEREO DOPPIA TERNA VILLASOR-DORSALE ITTIRI-SELARGIUS

Andamento campo elettrico a quota di 1.5m su piano campagna

Tensione nominale 380kV - Corrente 2955A

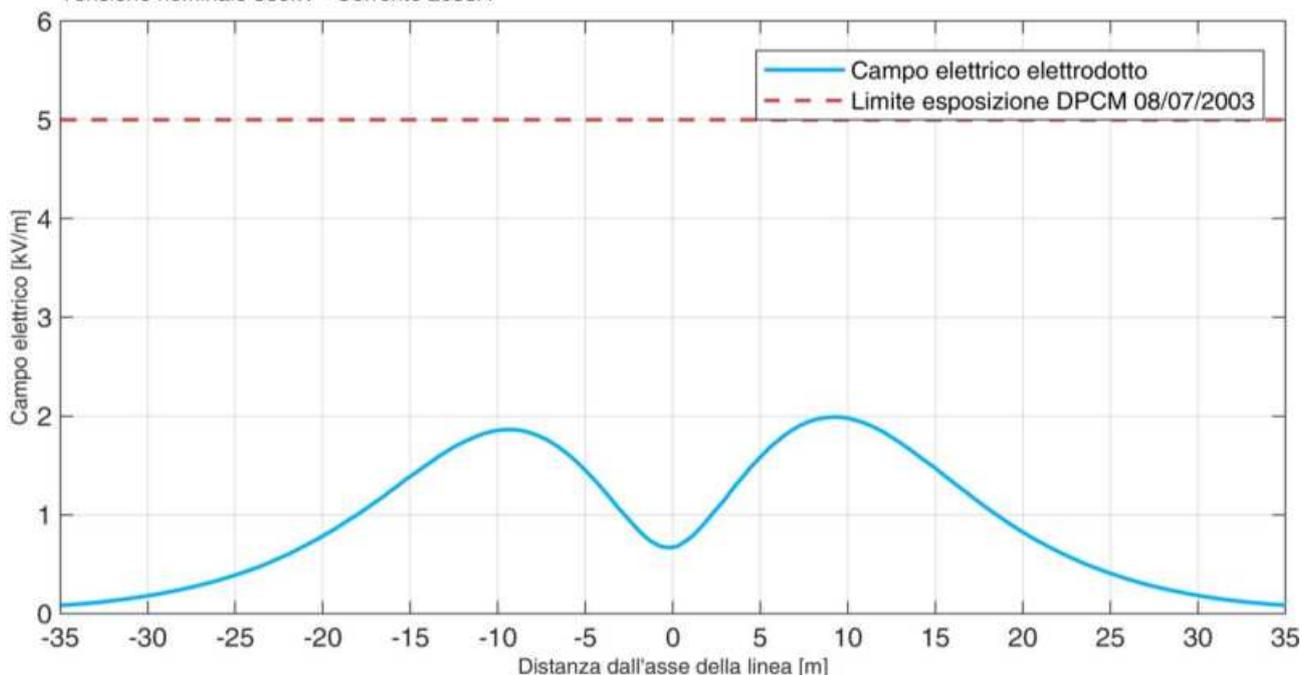


Figura 7.188 – Campo elettrico elettrodotto aereo doppia terna Villasor-dorsale Ittiri-Selargius.

In riferimento alle medesime condizioni di calcolo, si riporta a seguire l'andamento del campo magnetico



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
260 di 1053

indotto lungo la direzione trasversale alla linea, valutato ad una quota di 1.5m dal piano di campagna.

CAMPO MAGNETICO INDOTTO ELETTRODOTTO AEREO DOPPIA TERNA VILLASOR-DORSALE ITTIRI-SELARGIUS
Andamento campo magnetico indotto a quota di 1.5m su piano campagna
Tensione nominale 380kV - Corrente 2955A

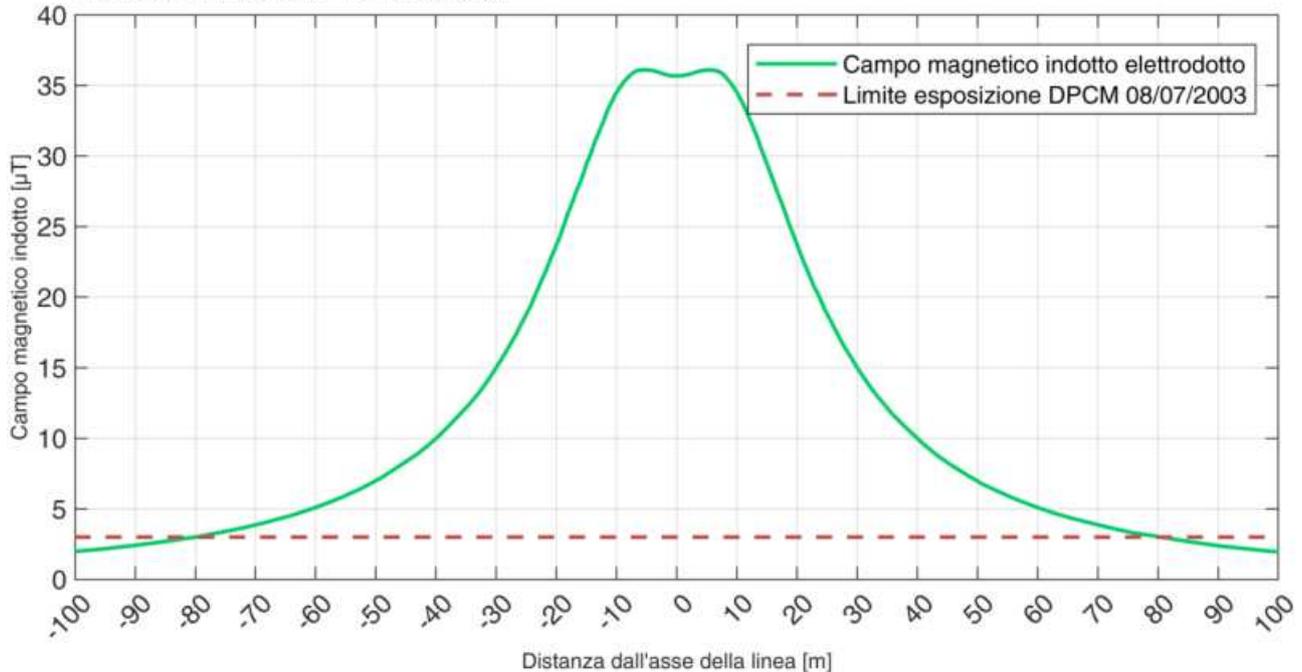


Figura 7.189 – Campo magnetico indotto elettrodotto aereo doppia terna Villasor-dorsale Ittiri-Selargius.

Stazioni elettriche

Per quanto riguarda l'operatività delle stazioni elettriche, si rimanda ad idonee conclusioni nell'ambito della valutazione degli impatti al paragrafo 11.5.2.2.6.

7.7.5.2.3. Fase di dismissione

Anche in merito alla fase di dismissione delle opere non si prevedono emissioni di tipo elettromagnetico poiché i cavi o comunque i conduttori all'interno delle stazioni elettriche non saranno percorsi da corrente.

7.7.6. Utilizzo di materie prime e risorse naturali

La continua domanda globale di energia e il progressivo esaurimento delle risorse di carbone e gas hanno condotto negli anni ad uno sviluppo esponenziale del settore delle rinnovabili. La realizzazione dell'opera in progetto implica l'utilizzo di materie prime per la costruzione delle sue singole componenti.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
261 di 1053

**MATERIE PRIME UTILIZZATE
NELLE TURBINE EOLICHE**

- Alluminio
- Boro
- Cromo
- Cobalto
- Compositi
- Rame
- Acciaio
- Piombo
- Manganese
- Molibdeno
- Nichel
- Terre rare*
- Cemento

* disprosio, neodimio, praseodimio, terbio

Fonte: European Commission Materials Information System (MIS) Wind Energy, Aprile 2016, European Commission Raw Materials Scoreboard 2016.

La fonte non specifica la turbina di riferimento.

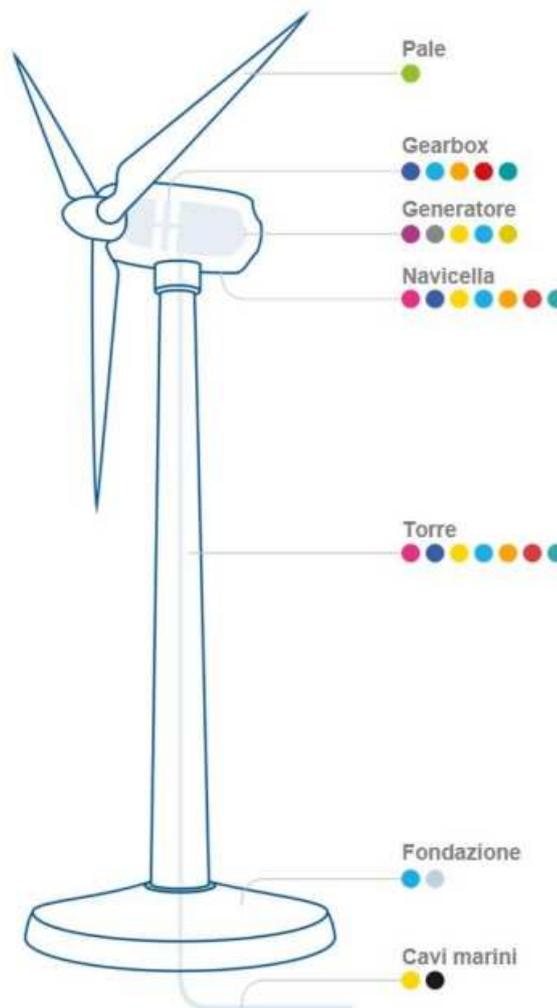


Figura 7.190 – Materie prime usate per turbine eoliche.

Fonte: Raw materials demand for wind and solar PV technologies in the transition towards a decarbonised energy system.

Una turbina eolica è composta da circa 25000 componenti, raggruppati in diversi sistemi principali come torre, navicella e rotore.

I materiali principali per la realizzazione di una turbina eolica sono:

- **acciaio**: fondamentale per la realizzazione della struttura della torre eolica e della fondazione galleggiante. Oltre al ferro, nella produzione dell'acciaio viene utilizzata una vasta gamma di metalli minori e di base come nichel, molibdeno, manganese e cromo;
- **polimeri** e materiali compositi (fibre di vetro e di carbonio): essenziali per la fabbricazione delle pale garantendo leggerezza e flessibilità, quindi capaci di sfruttare al massimo l'energia del vento;
- **elementi rari** (disprosio, neodimio, praseodimio e terbio): materiali impiegati per la realizzazione del generatore presente all'interno della navicella.

Altri metalli come l'alluminio sono utilizzati nella produzione di componenti resistenti ma leggeri. Oltre alla turbina stessa, l'alluminio può essere impiegato anche nella produzione di cavi. Il rame è utilizzato prevalentemente negli avvolgimenti del generatore, nei conduttori dei cavi di alta tensione, nei trasformatori.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
262 di 1053

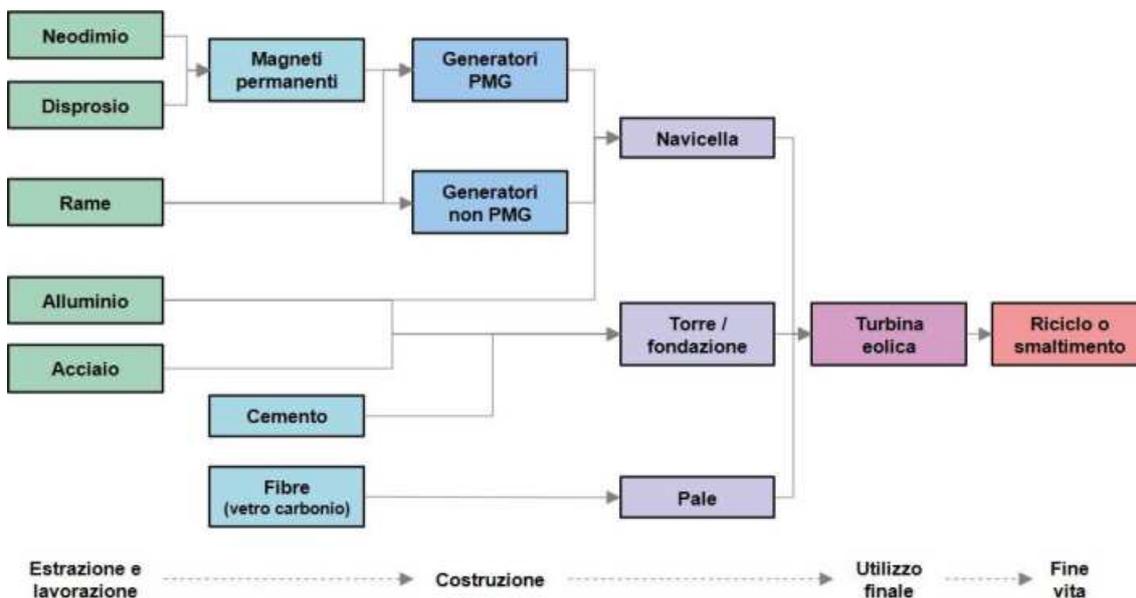


Figura 7.191 – Filiera eolica.

Fonte: Raw materials demand for wind and solar PV technologies in the transition towards a decarbonised energy system.

Il mercato dell'energia eolica da impianti offshore è in continua crescita non solo per quanto riguarda la disponibilità ad investire in tale tecnologia ma anche nella produttività: secondo i recenti studi nel continente europeo si stima che la capacità dell'eolico offshore nel 2030 raggiungerà quota di circa 100 GW.

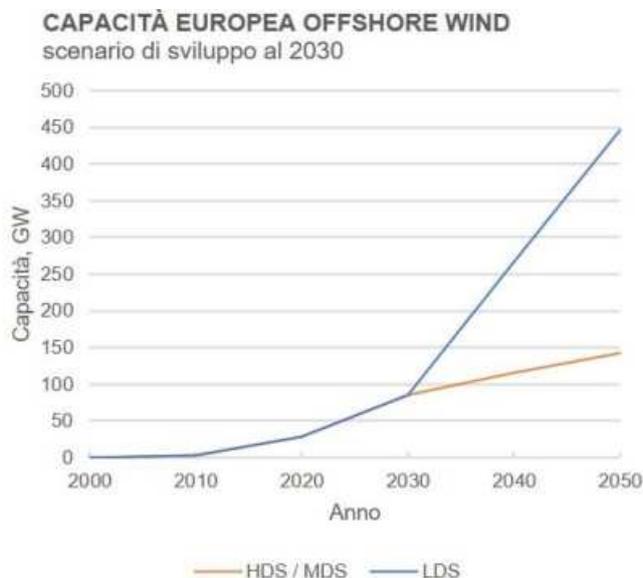


Figura 7.192 – Capacità dell'eolico offshore nell'Unione Europea prevista nel 2030.

Fonte: JRC representation based on the IRENA database (IRENA, 'Statistics Time Series') for 2000–2018; and European Commission (2018), Carlsson et al. (2020), IEA (2017) and (Teske, 2019) for 2019–2050. HDS=High Demand Scenario; MDS=Medium Demand Scenario; LDS=Low Demand Scenario.

Questa crescita del settore avrà come conseguenza l'aumento della domanda delle materie prime necessarie per la fabbricazione delle componenti.

La tabella seguente riporta alcune indicazioni circa le quantità di materie prime necessarie per la realizzazione di turbine eoliche in base alla relativa potenza nominale.

Tabella 7.98 – Range quantità di materiale impiegato espresso in t/GW.

Fonte: Raw materials demand for wind and solar PV technologies in the transition towards a decarbonised energy system.

Materiale	Range (t/GW)	Materiale	Range (t/GW)
Cemento	243500 – 413000	Rame	950 – 5000
Acciaio	107000 – 132000	Disprosio	2 – 17



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
263 di 1053

Polimeri	4600	Ferro	18000 – 20800
Compositi vetro/carbonio	7700 – 8400	Manganese	780 – 800
Alluminio	500 – 1600	Molibdeno	99 – 119
Boro	0 – 6	Neodimio	12 – 180
Cromo	470 – 580	Nichel	240 – 440
Praseodimio	0 – 35	Zinco	5500
Terbio	0 – 7		

Le aree per l'estrazione di queste materie prime sono dislocate in pochi paesi e per migliorare la sicurezza dell'approvvigionamento dei materiali e ridurre la dipendenza dalle importazioni straniere, i produttori di turbine eoliche stanno concentrando gli sforzi per la ricerca di approcci di approvvigionamento alternativi e strategie tecnologiche volte alla riduzione o eliminazione del loro utilizzo.

Tra queste soluzioni, in ottica di sostenibilità ambientale, le più promettenti si basano su concetti di economia circolare, riciclo e riuso delle componenti e dei materiali.

7.7.7. Produzione di rifiuti

Le energie rinnovabili hanno preso ormai piede nel territorio italiano ed europeo considerando gli obiettivi di decarbonizzazione per la riduzione di emissioni gas serra, che causano i cambiamenti climatici a livello mondiale con conseguenze negative comportate, e di rendersi indipendenti dal tradizionale modo di produrre energia elettrica (combustibili fossili): invero, nella fase di esercizio il parco eolico non produce emissioni dirette.

La nuova sfida da affrontare nei giorni di oggi, dove i tassi di installazione di energie rinnovabili aumentano è quella relativa alla fase di dismissione, ed in particolare la gestione dei loro componenti al fine del loro ciclo di vita. Prima ancora però di considerare il processo di riciclaggio di un materiale la direttiva europea 2008/98/CE "Direttiva Quadro Rifiuti" stabilisce la gerarchia di rifiuti (Figura 7.193) come:

- prevenzione: la prima azione da compiere è la consapevolezza per quanto riguarda la produzione dei rifiuti e loro diminuzione;
- preparazione per il riutilizzo: prolungando e dando nuova vita ad un materiale prima che esso diventi rifiuto;
- riciclaggio: processo dove i materiali vengono rielaborati in nuovi prodotti, materiali o sostanze;
- recupero (per esempio il recupero di energia): il rifiuto in questo caso viene utilizzato per la produzione di una specifica forma di energia;
- smaltimento: il rifiuto può essere conferito in discarica o in un processo di incenerimento.



Principio gerarchico dei rifiuti



Figura 7.193 – Rappresentazione del principio gerarchico dei rifiuti

Fonte: Ecorecuperi – Gestione Rifiuti.

Il progetto si basa su metodi di gestione dei rifiuti conformi agli indirizzi di cui al Piano Regionale di gestione dei rifiuti, tra cui spiccano:

- la riduzione della produzione di rifiuti speciali;
- la limitazione delle discariche ai rifiuti speciali non riciclabili e non recuperabili;
- la limitazione del recupero energetico ai materiali non riciclabili;
- la promozione dello sviluppo di una “green economy” regionale, fornendo impulso al sistema economico produttivo nell’ottica di uno sviluppo sostenibile, all’insegna dell’innovazione e della modernizzazione;
- l’ottimizzazione delle fasi di raccolta, trasporto, recupero e smaltimento;
- la promozione della realizzazione di un sistema impiantistico territoriale che consenta di ottemperare al principio di prossimità (cioè che i rifiuti speciali vengano trattati in punti il più possibile vicini ai luoghi di produzione) nel rispetto della libera circolazione delle merci nel territorio dell’Unione, senza compromettere l’autosufficienza del territorio regionale.

PNIEC nei suoi obiettivi per il 2030 della diffusione degli impianti eolici suggerisce il repowering degli impianti, in particolari quelli ubicati in siti con maggior ventosità. Il repowering non è altro che la sostituzione parziale degli aerogeneratori esistenti con più potenti; così facendo si aumenta la potenza degli aerogeneratori già esistenti senza occupare nuovi spazi. La quantità di pale dismesse in Italia nel prossimo decennio, dovuta sempre al repowering degli aerogeneratori vecchi viene stimata all’incirca 40000 tonnellate costituite da fibre di vetro, carbonio e resine (Figura 7.194).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
265 di 1053

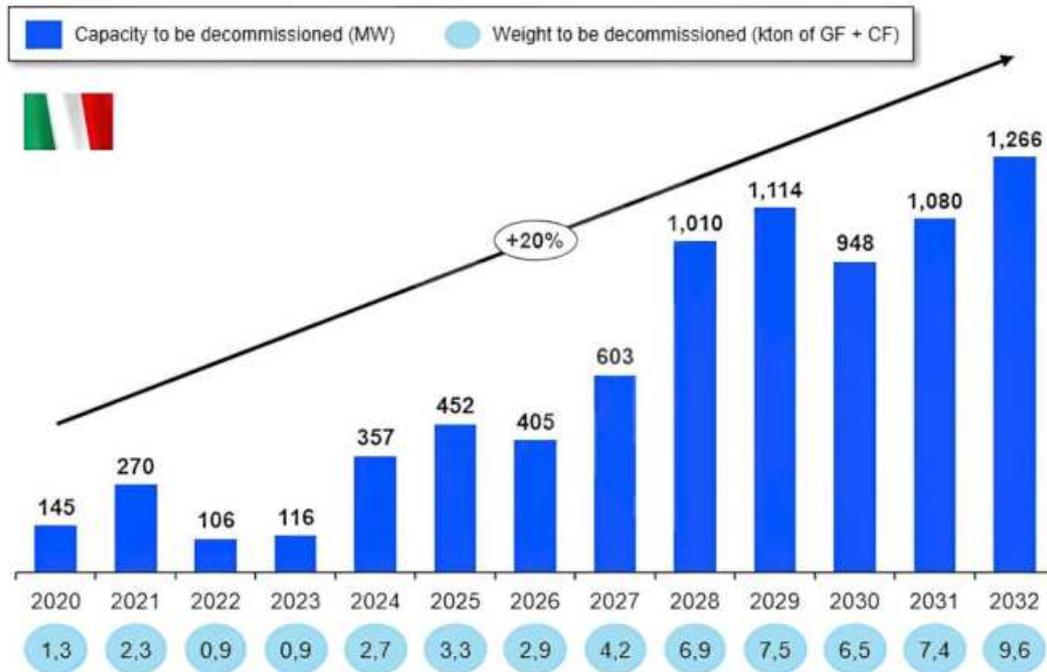


Figura 7.194 – Andamento della dismissione delle pale eoliche in Italia prodotte da materiale composito

Fonte: (ANEV, Elettricità Futura, Assocompositi, 2021)

7.7.7.1. Parte a mare

Fase di costruzione ed esercizio

Nella fase di costruzione i rifiuti sono minimi, si tratta di imballaggi di vario tipo e sfridi di materiale da costruzione. Nella fase invece di esercizio, fasi di operazioni e manutenzione, i rifiuti sono principalmente oli per motori, ingranaggi e lubrificazione, imballaggi in materiali misti e misti contaminati, materiale filtrante, stracci, filtri dell'olio, apparecchiature elettriche fuori uso, batterie a piombo, liquido antigelo e materiale elettronico.

Tutte le navi impiegate nella fase di cantiere saranno dotate di serbatoi per le acque nere in modo tale che tutte le operazioni che avranno luogo in mare aperto saranno effettuate senza scarico: tutte le acque reflue saranno raccolte e portate a terra dove verranno trattate.

Al fine di evitare qualsiasi inquinamento, i rifiuti generati sulle piattaforme e sulle navi utilizzate per il lavoro saranno stoccati a bordo delle navi finché saranno in mare e saranno successivamente scaricati nel porto individuato per il cantiere durante il loro nuovo caricamento e rifornimento di carburante. Non ci sarà quindi scarico di acque reflue, o rifiuti in mare.

Infine, i rifiuti generati dalle attività della base portuaria verranno immagazzinati direttamente lì e quindi evacuati nei canali di trattamento appropriati. La base portuaria di manutenzione avrà aree di stoccaggio dedicate, progettate e dimensionate in conformità con le normative vigenti.

Come descritto nella relazione specialistica sul Biofouling ("Relazione tecnica – Biofouling sulle strutture sommerse" cod. C0421YR26BIOFOU00) l'accrescimento algale verrà monitorato per determinarne la crescita e definire l'eventuale strategia di rimozione. Se la rimozione dovesse risultare indispensabile, si valuterà, in base alla tipologia e quantitativo, la raccolta dello stesso mediante le migliori tecniche disponibili al fine di evitare l'intorbidimento delle acque e il successivo idoneo smaltimento.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
266 di 1053

Fase di dismissione

La **prevenzione** come accennato occupa la prima posizione nella gerarchia dei rifiuti. Essa consiste nella consapevolezza di produrre un prodotto o migliorare le sue prestazioni in vita e anche durante la fase di dismissione.

Successivamente nella gerarchia è presente il **riuso**: gli aerogeneratori, che sono in buone condizioni, possono essere venduti una volta ricondizionati in mercati che di solito sono extra-europei in cui si stanno approcciando ancora preliminarmente alle rinnovabili oppure, possono essere ricondizionati i singoli componenti ed utilizzati come ricambio per le turbine dello stesso tipo che sono ancora in esercizio.

Nel caso in cui le proprietà meccaniche e strutturali non possono essere ricondizionate si procede al riciclo e lo smaltimento. Inoltre, quando una componente della turbina eolica non è più in grado di essere utilizzabile nel contesto dell'eolico si può utilizzare in un contesto diverso; le pale eoliche, essendo prodotte da materiali compositi, sono resistenti e durevoli, possono essere utilizzate in contesti come parchi, fermate autobus, ponti, ecc. Di seguito vengono riportati alcuni progetti dove hanno dato una nuova vita alle pale eoliche (Figura 7.195, Figura 7.196, Figura 7.197).



Figura 7.195 – Parco Giochi Wikado Rotterdam (NL)

Fonte: New citizen design



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
267 di 1053



PHOTO © DENIS GUZZO

Figura 7.196 – Fermata autobus Almere (NL)

Fonte: re-use.eu



Figura 7.197 – Blade Bridge Irlanda

Fonte: Global construction review



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
268 di 1053

Secondo Wind Europe (Daniel Fraile & Colin Walsh, Maggio 2020) ad oggi circa 85%–90% della massa totale delle turbine eoliche è riciclabile. I processi di **riciclo** ad oggi consentono di recuperare facilmente i materiali costituenti la maggior parte dei componenti, per riprocessarli al fine di generare un nuovo prodotto che ha caratteristiche e finalità diverse dal componente di partenza, tra questi:

- il rotore composto da materiale di ghisa per il mozzo della pala;
- la navicella prodotta da acciaio zincato, con rame e silice per i componenti elettronici;
- le porzioni di catena delle linee di ormeggio e le torri prodotte da acciaio;
- le fondazioni galleggianti e le altre strutture secondarie;
- la corda in poliestere delle linee di ormeggio può essere riutilizzata o riciclata e trasformata in un nuovo prodotto sempre in poliestere.

Per quanto riguarda il riciclo delle pale, ad oggi quelle esistenti sono costituite da una percentuale di circa 90 % da materiali compositi come resine epossidiche arricchite con fibre di vetro e più raramente fibre di carbonio, ed in quantità minore vernici, colle, schiuma di polistirene, ecc., seppur sia un settore ancora poco consolidato, si stanno affacciando sul mercato i primi recyclers di materiali compositi.

Le pale eoliche grazie alla loro composizione non facilmente riciclabile sono destinate spesso a finire in discarica o ad incenerimento un onere non indifferente sia per le aziende che investono nelle rinnovabili ma anche per la comunità. Inoltre tutt’oggi non esiste un codice specifico EER per la classificazione delle pale eoliche come rifiuto. A tal proposito sono schematizzati in Figura 7.198 i principali processi di riciclo in via di sviluppo, brevemente descritti sotto:



Figura 7.198 – Descrizione schematica dei principali processi di riciclo in via di sviluppo.

Fonte: EU Outlook on Wind Energy Research: A Case for Circularity – European Commission, atti ETIPWind 4 mag 2021.

Riciclo meccanico: è uno dei processi più comuni grazie al potenziale di riutilizzo del macinato per alcune applicazioni. Garantisce un alto tasso di produttività, diminuisce il valore del materiale riciclato e consente di ottenere prodotti contenenti fino al 40% di materiale di scarto.

Co-processing per la produzione di cemento: si tratta di una delle principali tecnologie oggi disponibili ad un elevato livello di sviluppo industriale nella quale avviene il recupero di energia dato dalla combustione della resina e il recupero di materia derivante dall’inclusione della fibra di vetro nella componente cementizia.

Solvolisi: il processo è incentrato su una reazione chimica di un solvente con il materiale composito in un reattore pressurizzato ad alta temperatura. Garantisce un recupero completo di fibre e resine pulite ma è un processo che necessita di ulteriori ottimizzazioni per aumentarne l’efficienza, oltre a richiedere l’utilizzo di solventi, in taluni casi a basso impatto ambientale e completamente riutilizzabili. In tale categoria rientra il processo di Idrolisi a Temperatura ultra-elevata (UHTH).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
269 di 1053

Pirolisi: il processo prevede la decomposizione termica della parte organica dei compositi in ambiente inerte. Tale processo risulta molto promettente, anche se ancora lontano dalla sostenibilità economica.

High voltage pulse fragmentation: il processo elettromeccanico prevede la separazione delle fibre di vetro dalla matrice tramite l'uso di elettricità. Consente di ottenere una buona qualità di fibre, ma richiede molta energia ed attualmente risulta ad uno stadio poco avanzato di sviluppo tecnologico.

Letto fluido: processo termico che consente di separare le fibre dalla matrice ottenendo però un basso livello di qualità delle prime.

Tante società remano verso processi più sostenibili considerando le nuove sfide per energia pulita, come quella danese Vestas in collaborazione con l'università di Aarhus ed il danese produttore di resina epossidica Olin annunciando un metodo per riciclare qualsiasi pala eolica a base epossidica e ponendosi come obiettivo il "zero waste turbine" entro il 2040. Il consorzio Zebra (Zero waste Blade Research) inoltre, guidato dal centro di ricerca Francese IRT Jules Verne è in fase di sperimentazione delle pale eoliche al 100% riciclabili, prodotte con una nuova resina termoplastica.

Tra queste, è stato già raggiunto un traguardo importante dalla società Siemens Gamesa con l'installazione di 44 turbine su 100 aventi pale riciclabili nel parco eolico offshore "Sofia" di RWE ubicato al largo della costa nord-orientale del Regno Unito. Tale accordo segna il più grande ordine di pale riciclabili al mondo dopo il successo dell'installazione del parco eolico RWE di Kaskasi al largo dell'isola tedesca di Heligoland. Questo traguardo dimostra che il mondo delle rinnovabili sta diventando ulteriormente sostenibile. Le componenti delle pale saranno in grado di essere riciclate per nuove applicazioni una volta raggiunta la fine del loro ciclo di vita. La società Siemens Gamesa indica che se applicassimo le pale riciclabili a tutti i nuovi offshore progettati sino al 2050, più di 200000 pale sarebbero riciclate, con più di 10000000 tonnellate di materiale riciclabile.



Figura 7.199 – Esempio di pala eolica prodotta da Siemens Gamesa

Fonte: www.powerinfoday.com

Penultimo nella gerarchia dei rifiuti si colloca il **recupero di energia**: in questo caso le pale eoliche attraverso un termovalorizzatore producono energia termica. In Germania il materiale GFPR (Glass Fiber Reinforced Polymer) viene smaltito producendo energia termica oppure viene usato come materiale grezzo secondario



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
270 di 1053

nell'industria del cemento dopo un trattamento chimico-fisico. Infine, l'unico materiale indirizzato alla discarica, nel caso non rispetti le condizioni per essere riutilizzato, riciclato oppure sfruttato per produrre energia sono le pale eoliche. (Elettricità Futura, ANEV, Assocompositi, 2021).

Per le stazioni elettriche si procede con il recupero di materiali e il ricondizionamento ove possibile. Nel caso in cui ciò non è possibile verranno smaltiti come rifiuti speciali assegnati con apposito codice EER come anche i cavi marini.

7.7.7.2. Parte a terra

Fase di costruzione ed esercizio

Nella fase di costruzione dell'elettrodotto interrato e aereo e delle stazioni, i rifiuti saranno minimi: si tratta di imballaggi di vario tipo, sfridi di materiale da costruzione e terre e rocce da scavo prodotti nella fase di posa del cavidotto interrato e delle fondazioni di sottostazioni e dei tralicci.

In questa fase è previsto anche lo smantellamento della linea esistente dell'elettrodotto aereo "Sulcis-Villasor" 220 kV: tutti i materiali derivanti dalle demolizioni e destinati a rottame verranno conferiti in siti adeguati al loro riciclo.

Nella fase invece di esercizio, ed in particolare durante le operazioni di manutenzione, i rifiuti caratterizzati da una alta percentuale di recupero, sono principalmente: **oli dielettrici** utilizzati per l'isolamento dei trasformatori sostituiti in seguito alle verifiche periodiche, **batterie** (accumulatori al piombo e al nichel), che consentono in casi di blackout l'accensione dei gruppi elettrogeni di emergenza per mantenere in funzione il servizio di trasformazione e trasporto dell'energia durante le emergenze, **rifiuti metallici** che derivano dalla dismissione di trasformatori, apparecchiature elettriche e macchinari fuori uso e contaminati da sostanze pericolose.

Altri rifiuti, come quelli derivanti dalla pulizia degli impianti, sono inviati direttamente a smaltimento (ad esempio stracci contenenti oli solventi).

Fase di dismissione

Tutti i materiali derivanti dalle demolizioni e destinati a rottame (rottame di ferro zincato quali tralicci, funi di guardia etc., conduttori in alluminio e leghe di alluminio, conduttori in rame) vengono conferiti in siti adeguati al loro riciclo. Per le stazioni elettriche si procede con il recupero di materiali e il ricondizionamento ove possibile. Nel caso in cui ciò non è possibile verranno smaltiti come rifiuti speciali assegnati con apposito codice EER come anche i cavi terrestri.

7.7.8. Popolazione e salute umana

7.7.8.1. Fase di costruzione

Durante la fase di costruzione, le principali fonti di disturbo per la salute umana connesse alle attività di cantiere sono derivate dalle:

- emissioni di inquinanti atmosferici;
- emissioni acustiche.

Data la distanza dell'impianto eolico dalla costa e dalla popolazione, l'unica fonte di disturbo per la salute umana originata dalla componente a mare del progetto può essere ricondotta alle emissioni di inquinanti atmosferici prodotte dalle imbarcazioni impiegate per il trasporto ed assemblaggio dell'impianto e del cavidotto sottomarino.

Per quanto riguarda la componente terrestre del progetto, i ricettori delle fonti di disturbo sono stati individuati per lo più nella popolazione residente nel comune di Portoscuso, in particolare nell'area adiacente alle strade



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
271 di 1053

lungo le quali verranno installati i cavi interrati.

La quantificazione delle emissioni legate alle suddette fonti di disturbo è stata già affrontata all'interno delle valutazioni riportate nei paragrafi 7.7.1 "Emissioni in atmosfera e polveri" e 7.7.3.2 "Emissioni acustiche - Parte a terra", motivo per cui, nella presente analisi, sarà fatto riferimento a tali valutazioni.

Emissioni di inquinanti atmosferici

Gli inquinanti atmosferici principali che derivano dai lavori di cantiere su strada sono:

- Ossidi di Azoto (NOX);
- Ossidi di Zolfo (SOX);
- Monossido di Carbonio (CO);
- Composti organici volatili non metanici (COVNM);
- Polveri Totali Sospese (TSP);
- PM10;
- PM2.5.

Tali inquinanti atmosferici si diffondono per dispersione e la principale modalità di esposizione è per inalazione diretta. I contaminanti aerei come CO, NOx e SOx, generati dai motori dei mezzi di cantiere, possono causare disturbo alla popolazione in quanto, se presenti in quantità eccessive, possono causare problemi respiratori.

La produzione e diffusione di polveri è dovuta alle operazioni di scavo del suolo, alla possibile creazione di cumuli temporanei per lo stoccaggio di materiali di scavo, ed alla movimentazione dei veicoli impiegati per lo scavo ed il trasporto di materiali. Le dimensioni delle polveri possono variare da 0.5 µm a 100 µm e oltre, anche se le particelle con dimensione superiore a qualche decina di µm tendono a restare sospese nell'aria per periodi molto brevi prima di ricadere al suolo. Per la salute umana l'effetto più rilevante è dovuto alle polveri inalabili con dimensioni comprese fra 0.5 e 5 µm, che potrebbero essere in grado di superare gli ostacoli posti dalle prime vie respiratorie.

Emissioni acustiche

Per quanto riguarda il disturbo dovuto alle emissioni acustiche durante la fase di cantiere a terra, questo è stato trattato all'interno della presente relazione specialistica (paragrafo 7.7.3).

7.7.8.2. Fase di esercizio

Durante la fase di esercizio il parco eolico offshore, in tutte le sue componenti marine e terrestri, non genera emissioni atmosferiche inquinanti dannose per la salute della popolazione a terra, non rilascia rifiuti che possano compromettere la qualità dell'ambiente marino e terrestre e non genera emissioni acustiche direttamente percepibili dalla popolazione residente. Tuttavia, in merito alla salute umana è risultato necessario valutare gli effetti derivanti dai campi elettromagnetici generati dal cavidotto interrato e dalla sottostazione di consegna sita in Portoscuso. Tale valutazione è stata ampiamente trattata all'interno dell'elaborato di progetto "Relazione tecnica emissioni elettromagnetiche a terra" cod. C0421YR24EMFTER01. Nel dettaglio si è provveduto a caratterizzare il campo magnetico indotto dal cavidotto terrestre e dalla sottostazione di consegna e misure, verificando che questo sia sempre al di sotto dei limiti imposti dalla legge (DM 08/07/2003).

7.7.8.3. Fase di dismissione

Durante la fase di dismissione dell'opera saranno effettuate le seguenti attività:

- smontaggio delle turbine eoliche che hanno raggiunto il fine vita e trasporto verso la zona portuale tramite navi appositamente attrezzate;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
272 di 1053

- dismissione del cavo terrestre che collega il punto di giunzione sulla costa con la stazione finale di allacciamento alla rete;
- dismissione della sottostazione.

Nella fase di dismissione dell'opera, saranno effettuate attività simili a quelle previste durante la fase di costruzione:

- utilizzo di imbarcazioni e attrezzature per lo smontaggio delle turbine eoliche, della sottostazione galleggiante e dei sistemi di fondazione e per la rimozione del cavo marino sul fondale;
- riapertura della pavimentazione stradale per la rimozione del cavidotto terrestre interrato e dismissione del punto di giunzione e della sottostazione.

Posto che le attività di dismissione risultano analoghe, in parte, alle attività di costruzione, anche in questo caso si prevede che le principali fonti di disturbo siano prettamente collegate a:

- emissioni di inquinanti atmosferici da parte dei mezzi navali e terrestri impiegati per lo smantellamento dell'impianto e del cavidotto;
- emissioni acustiche.

Per tale motivo, in via del tutto conservativa, si è deciso di quantificare tali emissioni come equivalenti a quelle previste durante la fase di costruzione.

7.7.9. Traffico mezzi

L'opera in progetto, durante il suo intero ciclo vita, implica la circolazione di mezzi terrestri e navali durante le fasi di costruzione, manutenzione e dismissione delle opere. In relazione alle fasi di progetto già descritte nel presente documento, la componente di traffico maggiore è attesa durante la fase di costruzione sia per la parte a mare che per quella a terra.

Nel presente paragrafo si provvede a qualificare e quantificare i mezzi utilizzati nelle tre fasi di progetto.

7.7.9.1. Parte a mare

Il naviglio impiegato per le operazioni a mare è per lo più composto da imbarcazioni di supporto alle attività offshore, rimorchiatori e piccole imbarcazioni per il trasferimento del personale addetto alla manutenzione (CTV). Le attività previste sono svolte tra il porto di assemblaggio (Oristano), il porto che accoglie il personale addetto alla manutenzione (Portoscuso) e l'area del parco eolico offshore.

7.7.9.1.1. Fase di costruzione

La quantificazione delle imbarcazioni utilizzate per l'installazione del parco eolico è riportata nella seguente tabella, corredata dal computo di giorni necessari ad ogni mezzo per adempiere alle operazioni previste.

Tabella 7.99 – Mezzi navali impiegati durante la fase di costruzione.

Mezzo navale	Quantità	Durata [giorni]
Main MPSV	1	~400
Support AHTS	1	~400
Tug 70t	1	~400
Tug 40t	2	~400
CTV	1	~400



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
273 di 1053

7.7.9.1.2. Fase di esercizio

Per la fase di esercizio e in riferimento alla componente a mare del progetto, sono previsti interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria sugli aerogeneratori e la sottostazione elettrica offshore. Di seguito, come già fatto per la fase di costruzione, si riporta la quantificazione delle imbarcazioni interessate dalle operazioni di manutenzione. In riferimento alla manutenzione straordinaria, si suppone che ogni aerogeneratore necessiti al massimo di un intervento di manutenzione durante l'intero ciclo di vita del parco, pari a 30 anni. Le operazioni di manutenzione ordinaria sono previste mediante il solo utilizzo di una imbarcazione per il trasferimento del personale manutentore dal porto di Portoscuso al sito del parco eolico offshore.

Tabella 7.100 – Mezzi navali impiegati durante la fase di manutenzione.

Mezzo navale	Quantità	Durata [giorni]
Main MPSV	1	~256
Support AHTS	1	~256
CTV	1	~256

7.7.9.1.3. Fase di dismissione

Per la fase di dismissione si assume che, in via conservativa, le operazioni a mare risultano equivalenti a quelle svolte durante la fase di costruzione ovvero che la rimozione delle opere sia totale. Per tale motivo la quantificazione dei mezzi navali adoperati in questa fase fa riferimento a quelli riportati in Tabella 7.99.

7.7.9.2. Parte a terra

Per quanto concerne il traffico terrestre generato dal progetto, l'impiego dei mezzi nelle diverse fasi si sviluppa lungo tratti di strade statali, provinciali e comunali interessate dal percorso degli elettrodotti terrestri ed in prossimità delle aree di sostegno degli elettrodotti aerei.

7.7.9.2.1. Fase di costruzione

Le interazioni previste durante la fase di costruzione delle componenti a terra del progetto sono collegate alla presenza di mezzi impiegati per le operazioni di cantiere relative all'interramento degli elettrodotti interrati (cantieri mobili) e alla realizzazione delle stazioni elettriche e degli elettrodotti aerei (cantieri fissi). In generale le interazioni previste sono distinguibili in:

- mezzi che circolano lungo la viabilità stradale, adibiti al trasporto di materiali da e per i cantieri fissi e mobili;
- presenza del cantiere mobile lungo la sede stradale interessata dalle operazioni di posa in opera degli elettrodotti interrati.

In generale, dalle stime effettuate, la durata della fase di costruzione per la parte a terra del progetto si attesta attorno a 2 anni e mezzo, associati alla realizzazione dell'opera più estesa (Elettrodotto aereo Sulcis-Villasor).

Mezzi che circolano lungo la viabilità stradale

I mezzi di supporto per il cantiere che usualmente circolano lungo la viabilità stradale sono camion cassonati o autobetoniere utili al trasporto di materiale escavato, ingegnerizzato o calcestruzzo da e per il generico cantiere. Nella presente fase di progetto non si ritiene possibile stimare un numero esatto di mezzi ed una frequenza di circolazione lungo la viabilità esistente. Tuttavia si ritiene che il traffico generato dalle attività in questione sia esiguo se si pensa che, a meno degli elettrodotti interrati, i micro-cantieri delle aree di sostegno dei tralicci risultano particolarmente isolati tra di loro e non sono previsti in prossimità di sedi stradali trafficate.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
274 di 1053

Cantiere mobile lungo la sede stradale

Per le operazioni di posa degli elettrodotti interrati si prevede l'instaurazione di un cantiere mobile con una lunghezza per tratti previsti di circa 80m/cad., sviluppato interamente sul percorso stradale esistente.

In ottemperanza all'art. 21, comma 2 del CODICE DELLA STRADA (D.lgs. 30 aprile 1992, n. 285), durante i lavori di cantiere saranno adottati "[...] accorgimenti necessari per la sicurezza e la fluidità della circolazione [...]". Inoltre si prevede la temporanea instaurazione di un regime di senso unico alternato mediante segnalazione luminosa temporizzata (semaforo), col fine di regolare il traffico in presenza del restringimento di carreggiata.

In casi particolari e solo quando si renderà necessario, potrà essere possibile interrompere al traffico, per alcune ore, tratti stradali particolarmente stretti, segnalando anticipatamente ed in modo opportuno la viabilità alternativa, e prendendo i relativi accordi con i comuni e gli enti interessati. Tali casi particolari sono eventualmente previsti per strade poste all'interno del territorio del Comune di Portoscuso.

7.7.9.2.2. Fase di esercizio

Per la fase di esercizio delle opere a terra, è previsto un traffico occasionale di piccoli automezzi per il trasporto del personale tecnico deputato alla gestione e alle azioni di manutenzione ordinaria e straordinaria delle componenti a terra.

7.7.9.2.3. Fase di dismissione

Per la fase di dismissione, in via conservativa, si assumono come valide le stesse considerazioni effettuate per la fase di costruzione, in termini di mezzi previsti per lo svolgimento delle operazioni necessarie.

7.7.10. Attività Produttive e terziario/servizi

L'approvazione del presente progetto comporterà il coinvolgimento di tecnici e operai specializzati per quanto riguarda tutte le fasi di vita dell'impianto: a partire dalla fase di costruzione, per passare attraverso quella di esercizio e, infine, di dismissione dell'impianto.

Statisticamente, si ritiene che l'apporto di lavoro diretto per la realizzazione di parchi eolici offshore possa variare considerevolmente a seconda che le attività di produzione delle componenti dello stesso avvengano *in loco* oppure in siti maggiormente distanti.

I numeri variano da 5 – 10 "Impiegati a tempo pieno all'anno" per MW di potenza costruita (FTEyr/MW = "Full Time Employee year per MW") arrivando fino a 20 FTEyr/MW per il periodo di costruzione del parco.

Un caso emblematico si rinvia nel Regno Unito, laddove, a fronte delle iniziali importazioni di turbine dalla Germania e Danimarca relativamente ai primi parchi eolici, la crescente diffusione di tali impianti nelle acque inglesi ha innescato una serie di investimenti in industrie produttive di turbine, pale eoliche, torri per turbine e rifacimenti infrastrutturali dei porti. È evidente che queste nuove attività economiche sono state generatrici di migliaia di nuovi posti di lavoro. Nel Regno Unito, dunque, la crescita dell'offshore eolico è stata rapidissima: da meno di 1 GW installato nel 2010 a più di 10 GW alla fine del 2021. È stato stimato che in UK la forza lavoro nel 2019 contasse 7200 FTE.

Nel caso del parco eolico galleggiante qui presentato, si è stimato che una importante fetta dei componenti che compongono la piattaforma galleggiante possa essere realizzata in Italia (pezzi di fusione), così come i cavi elettrici e le ancore.

A questi si aggiungono i differenti servizi di trasporto sia via terra che via mare e i servizi legati alle attività di assemblaggio delle piattaforme galleggianti che avverranno in loco, insieme alla realizzazione degli elettrodotti e delle stazioni elettriche.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
275 di 1053

Come meglio definito nella “Relazione manutenzione delle opere” cod. C0421YR17RELMAN00, l’organizzazione della fase di manutenzione si articolerà secondo le figure professionali descritte nelle sezioni seguenti. Nell’ambito della gestione della manutenzione, i tecnici incaricati saranno coinvolti nello svolgimento di attività preventive e/o correttive sui singoli elementi dell’impianto per tutta la durata di vita utile del progetto; ogni anno saranno coinvolti circa 40 tecnici per gestire le attività di manutenzione delle unità galleggianti e dei componenti ancillari. Alcune di queste attività, per le quali si richiede normalmente un solo intervento all’anno, saranno svolte nel periodo estivo mentre le altre (ad esempio la risoluzione di guasti ed errori minori) saranno eseguite durante tutto l’anno.

In questo paragrafo viene qualificata la forza lavoro che risulterà imprescindibile per i differenti periodi di vita del parco eolico, prendendo in considerazione le opere a mare e quelle a terra.

7.7.10.1. Parte a mare

7.7.10.1.1. Fase di costruzione

Durante la fase costruzione delle opere a mare, le varie attività saranno svolte impiegando un certo numero di mezzi navali e di uomini. Per quanto concerne i mezzi navali previsti per le operazioni di installazione del parco eolico, sono previsti:

- Multi-Purpose Support Vessel (MPSV), imbarcazione usata per l’installazione delle linee di ormeggio e delle ancore, per il rimorchio e per l’installazione dei cavi;
- Multi-Purpose Support Vessel, imbarcazione utilizzata per l’assistenza nelle operazioni di aggancio;
- Tug vessel, rimorchiatore con capacità di tiro pari a 70t, necessario per il trasporto del sistema fondazione-turbina sul sito di installazione;
- Tug vessels, rimorchiatori (2 unità) con capacità di tiro pari a 40t 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.

Relativamente alle operazioni a mare per trasporto e all’installazione delle ancore, delle piattaforme galleggianti, nonché per l’attività di posa dei cavi sottomarini, si stima che verranno impiegate circa 240 unità di personale a tempo pieno durante i due/tre anni di costruzione.

7.7.10.1.2. Fase di esercizio

Il ciclo di vita del parco eolico presentato avrà una durata di anni 30. Durante la fase di operatività dello stesso, pertanto, vi sarà necessità di forza lavoro impiegata per le attività di manutenzione delle opere offshore. Di seguito, si stima il numero dei lavoratori necessari per le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Operazioni di manutenzione ordinaria

Si ritiene che le attività con maggiore potenziale di creazione di posti di lavoro, specialmente di tipo altamente specializzato, siano:

- gestione quotidiana della centrale, sia per mezzo di un team presso la base O&M di Portoscuso e dotato di imbarcazioni di servizio (CTV – Crew Transfer Vessel) sia attraverso personale responsabile della gestione di tutti i contratti per garantire il regolare esercizio dell’impianto;
- manutenzione delle turbine;
- manutenzione componenti elettriche e civili dell’impianto.

Tali attività genereranno un impiego diretto di personale collocato presso l’area portuale di Oristano scelto per le operazioni di manutenzione.

In aggiunta a queste attività, vi sono altre mansioni legate al monitoraggio ambientale, nonché servizi accessori



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
276 di 1053

alla centrale, per i quali si stima un'ulteriore creazione di impiego per circa 40 unità, portando quindi la stima totale del numero delle unità direttamente dedicate durante l'esercizio dell'opera a circa 100. Tale stima è del tutto coerente con quanto visto su impianti già realizzati e eserciti da CIP/COP, relativamente ai quali tipicamente la ricaduta occupazionale diretta si aggira attorno alla proporzione "0.2 Posti da lavoro per ogni MW in esercizio". Come già segnalato, l'esperienza già maturata in altri paesi (come Regno Unito e Germania) mostra come la natura del lavoro creato sia di alta qualità dal punto di vista delle competenze tecniche e commerciali, nonché di lunga durata, poiché legata alla durata tecnica dell'impianto. A tale stima occupazionale diretta vi è da aggiungere l'effetto indiretto legato ai servizi di living e travelling che consuetamente accompagnano tutte le situazioni lavorative.

Operazione di manutenzione straordinaria

Qualora si dovessero verificare danneggiamenti ad organi primari delle turbine o delle fondazioni tali da impedire la riparazione *in situ*, sono previste attività di manutenzione straordinaria.

In questo caso si prevede una riparazione *offsite* all'interno del porto di Portoscuso caratterizzata dalle seguenti fasi:

- navigazione verso il parco eolico offshore;
- disconnessione dei cavi di potenza e delle linee di ormeggio;
- rimorchio del sistema turbina–fondazione al porto di Portoscuso;
- riparazione in porto;
- rimorchio del sistema turbina–fondazione fino al parco eolico offshore;
- riconnessione dei cavi di potenza e delle linee di ormeggio;
- rientro in porto.

Affinché tali operazioni possano essere portate a termine, sono necessarie complessivamente quattro imbarcazioni, e in particolare:

- una nave operativa principale, con Working Remote Operation Vessel (WROV), per le attività di rimorchio e installazione/disinstallazione;
- una imbarcazione di mantenimento in posizione, da ausilio alle manovre;
- un CTV (Crew Transfer Vessel) per il trasferimento del personale da/verso la FOU (Floating Offshore Unit).

7.7.10.2. Parte a terra

7.7.10.2.1. Fase di costruzione

Per quanto concerne i lavori di realizzazione delle opere a terra dell'impianto, sono previste le seguenti attività:

- Fabbricazione e assemblaggio delle componenti principali dell'impianto;
- posa dell'elettrodotto onshore;
- realizzazione stazione elettrica di consegna e misure.

Dunque, considerando le attività di fabbricazione delle componenti delle turbine eoliche galleggianti, delle stazioni elettriche offshore e onshore, dei cavi elettrici, nonché di tutte le attività di trasporto, gestione e assemblaggio delle piattaforme e delle turbine nei porti, si stima che saranno necessarie tra le 800–1200 unità di personale a tempo pieno durante i due/tre anni di costruzione del parco. A questi lavori diretti si sommano ricadute occupazionali indirette.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
277 di 1053

7.7.10.2.2. Fase di esercizio

Per quanto riguarda la fase di esercizio dell'opera, si prevedono attività di manutenzione ordinaria relativamente alla stazione elettrica di misura e consegna con cadenza annuale, consistenti in ispezioni visive e strumentali. Sono previste, altresì, ispezioni periodiche lungo il percorso dell'elettrodotto terrestre, che verranno eseguite con appositi mezzi nelle zone coperte da viabilità ordinaria.

7.7.10.3. Fase di dismissione

Al termine del periodo produttivo, dopo circa 30 anni dalla messa in esercizio del parco, esso verrà dismesso mediante molteplici attività, da effettuarsi sia a mare che a terra, e che vedranno coinvolto personale in numero paragonabile a quello utilizzato per le operazioni di costruzione. Risorse aggiuntive saranno necessarie per le attività di smaltimento e recupero delle componenti e dei materiali dell'impianto.

La valutazione completa del personale impiegato nel processo di disinstallazione dell'opera verrà effettuato con precisione in seguito al monitoraggio pre-dismissione, che permetterà di comprendere lo stato delle strutture dell'impianto.

7.7.11. Attività di pesca

Gli indirizzi normativi comunitari, in particolare la Direttiva MSFD, mirano a definire una nuova *strategia marina* che punti a rafforzare la tutela degli ecosistemi marini per riportarli a un *buono stato ecologico* anche attraverso l'ampliamento delle zone protette per consentire il ripristino degli habitat e degli stock ittici.

È rimarcata la necessità di un approccio *ecosistemico* alla gestione delle attività umane in mare; ciò significa:

- affrontare il problema dello sfruttamento eccessivo degli stock ittici per il raggiungimento di livelli pari o inferiori a quelli del *rendimento massimo sostenibile* (ovvero un livello in grado di preservare la futura biomassa dello stock ittico);
- eliminare le catture accessorie, o almeno portarle a livelli sostenibili, per proteggere uccelli, tartarughe e mammiferi marini, specialmente le specie a rischio di estinzione o in cattivo stato di conservazione;
- combattere le pratiche di pesca che danneggiano i fondali marini.

Gli obiettivi di tutela del mare si sovrappongono inoltre al quadro più ampio della decarbonizzazione delle attività umane e dello sviluppo sostenibile, tanto invocati e fissati, ormai con grande urgenza, al 2030 e 2050. In questo contesto, lo sviluppo dell'eolico offshore offre una chance irrinunciabile verso la drastica riduzione della dipendenza energetica da fonti fossili; i benefici prevedibili sul lungo periodo sono ben noti, non ultimo, il contrasto ai cambiamenti climatici.

Le Autorità Europee sono unanimi nel ritenere che la realizzazione di questi nuovi impianti possa concertare sia le esigenze di tutela dell'ecosistema marino sia i legittimi interessi delle attività di pesca, ma ciò passa per una attenta progettazione degli interventi orientata alla miglior integrazione e sinergia tra le parti coinvolte.

Nel caso specifico, il progetto prevede l'installazione di impianti galleggianti (floating) che, in virtù della localizzazione in acque profonde e a grande distanza dalle coste, possono convivere con le attività della pesca svolta nelle aree limitrofe.

L'opera in progetto determinerà ovviamente interazioni con il settore della pesca durante l'intero ciclo di vita delle opere, dalla fase di costruzione alle successive fasi di esercizio e di dismissione.

L'area marina interessata dal parco eolico sarà, ai sensi di legge, interdetta alla navigazione e alla pesca, diventando una riserva marina *de facto* che favorisce il naturale insediamento e riproduzione delle specie marine. Ciò consentirà il naturale processo di ripristino ecosistemico di un fondale già ampiamente eroso e



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
278 di 1053

degradato dall'azione di metodi di pesca invasivi, in particolare la pesca mediante reti a strascico.

Sulla base di quanto osservato in analoghi progetti internazionali, è inoltre plausibile lo sviluppo del cosiddetto *effetto reef* sulle strutture sommerse del parco; queste infatti, costituendo nuovo substrato, facilitano l'attecchimento di specie incrostanti (biofouling) che, contribuendo alla dispersione di nutrienti nella colonna d'acqua, attirano nuova vita marina e possono favorire indirettamente l'attività di pesca nelle aree limitrofe degli impianti.

Alla luce di questi effetti è quindi presumibile che, pure a fronte di una sottrazione d'area alla pesca, non si generi una effettiva perdita economica in virtù della maggiore pescosità prevedibile in aree di pesca adiacenti.

Sarebbe dunque realizzabile una sinergia tra le due attività vantaggiosa sia dal punto di vista ambientale che dal punto di vista socio-economico. Ciò rimarca da un lato il parere delle Autorità Europee secondo cui la realizzazione di nuovi impianti eolici offshore possa concertare sia le esigenze di tutela dell'ecosistema marino sia i legittimi interessi delle attività di pesca, dall'altro gli obiettivi generali del "Piano di Gestione Nazionale relativo alle flotte di pesca per la cattura delle risorse demersali nell'ambito della GSA 11 (Sardegna)" emanato dal MiPAAF in accordo con il Regolamento UE n. 1380/2013 per il recupero degli stock ittici in una zona, quella del Mar di Sardegna, soggetta ad una condizione di sovrapesca pericolosa per i delicati equilibri delle specie e dei loro ecosistemi.

Al fine di delineare un quadro di analisi oggettivo, le valutazioni che seguono mirano a caratterizzare le specie ittiche presenti sia nell'area vasta di indagine sia nello specifico delle aree di progetto. Sarà quindi analizzato il comparto produttivo relativo alla pesca in termini di volumi e fatturato e valutati gli impatti del progetto durante l'intera vita utile prevista.

Per ulteriori dettagli sulla metodologia e sui risultati delle analisi si invita a consultare l'apposito elaborato specialistico "Caratterizzazione delle specie oggetto di pesca e analisi delle attività produttive" cod. C0421YR27CARPES00 allegato allo Studio di Impatto Ambientale.

7.7.11.1. I parchi eolici offshore come zone tutelate *de facto*

La presenza di un impianto eolico offshore può determinare effetti benefici sulle attività connesse alla pesca in relazione a due cambiamenti indotti sull'ambiente marino locale ovvero la riduzione delle pressioni antropiche sull'area per effetto dell'interdizione dell'area alla navigazione e della creazione di nuova scogliera artificiale.

Generalmente infatti, la gestione dell'area marina del parco determina il divieto "de facto" delle attività di pesca entro un raggio di 500 m dalle opere (UNCLOS art. 60, comma 5) oltre che la generale interdizione alla navigazione nel tratto di mare occupato dalle turbine. In Europa (tranne il Regno Unito), tutti gli OWF sono attualmente chiusi alla pesca a strascico (Gray et al. 2016).

Molti studiosi ritengono che l'introduzione degli impianti eolici costituisca un'opportunità per il fondale marino di riprendersi dal disturbo antropico generato dalle attività di pesca dovuto all'impiego di reti a strascico e dall'impiego dei sistemi di ancoraggio delle imbarcazioni (effetto di esclusione della pesca).

Le conoscenze sugli effetti dovuti all'esclusione della pesca sugli ecosistemi bentonici nelle aree occupate dai parchi eolici sono ancora scarse (Rijnsdorp et al. 2020) ma, negli ultimi anni, sono stati svolti alcuni studi (Jak & Glorius 2017; Lefaible et al. 2019) per raccogliere dati sulle comunità bentoniche (ad esempio sulla loro diversità, densità e biomassa) e sulle specie di pesci demersali che abitano le fondazioni (Reubens et al. 2011).

L'introduzione di strutture e/o fondazioni fornisce inoltre una superficie per la colonizzazione di creature bentoniche generando ciò che viene normalmente descritto come effetto "reef artificiale" (Boehlert & Gill, 2010) (Reubens, et al., 2013) (Reubens, 2013) (Dannheim, 2020); (Birchenough & Degraer, 2020). La comparsa di organismi sessili quali alghe, spugne, vermi policheti e molluschi bivalvi consente l'insediamento di diverse specie di pesci pelagici, attratti dalla presenza di cibo e riparo (Dannheim, 2020) (Reubens, 2013)



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
279 di 1053

(Reubens, et al., 2013) (Mavraki, et al., 2020) (Sheehan , et al., 2020).

L'aumento delle popolazioni ittiche nei pressi degli impianti offshore attira inevitabilmente specie ai livelli più alti della catena alimentare, non solo pesci ossei predatori (Lindeboom, et al., 2011), (Buyse, et al., 2022) ma anche squali, diverse specie di uccelli e mammiferi marini (Soldal et al. 2002) (Krone, et al., 2013) (Reubens, et al., 2014); (Russell, et al., 2014).

A conferma di questi effetti benefici, il programma di monitoraggio svolto in Belgio sulle aree occupate dagli impianti eolici offshore ha rilevato la presenza, all'interno di tali aree, di pesci di più grandi dimensioni rispetto alle zone circostanti. Studi condotti sull'aragosta (Roach et al. 2018) e certe specie di bivalvi (Spisula sp., Tellina, sp.) (Jak & Glorius 2017) e pesci, sembrano indicare effettivamente la presenza di esemplari di taglia maggiore nelle aree escluse alla pesca. Pur consapevoli che si tratti di studi di monitoraggio condotti in tempi brevi e che alcune specie abbiano tempi di recupero più lenti (Vandendriessche et al. 2015), i segnali di un effetto positivo anche a lungo termine sono già visibili; sempre in Belgio infatti, dove è in corso un programma di monitoraggio a lungo termine, sono evidenti i primi segnali di un effetto refugium per alcune specie ittiche (ad es. passera di mare, tonno, ...) emersi dopo nove anni di monitoraggio (Degraer et al. 2020).

È quindi evidente che i siti di realizzazione di parchi eolici offshore abbiano il concreto potenziale di costituire aree protette, vere e proprie riserve marine *de facto*, che contribuiranno a promuovere la biodiversità e la salvaguardia degli stock ittici commerciali (Pitcher et al. 2002); (Claudet, et al., 2004).

7.7.11.2. Interazioni del progetto con le attività produttive della pesca

Le interazioni del progetto con le attività di pesca, finalizzata alla successiva valutazione di impatto, sono state valutate rispetto a due descrittori:

- Il *fattore di occupazione d'area* definito come il rapporto percentuale tra l'area interdetta per la presenza del parco eolico e quella globale destinata alla pesca nell'area marina GSA11;
- Il *fattore di riduzione dello sforzo di pesca* definito come il rapporto percentuale tra lo sforzo di pesca normalmente maturato nell'area di interdizione del parco rispetto al monte ore relativo all'intera area GSA11.

Tali descrittori consentono di stimare le ricadute economiche del progetto una volta valutato il potenziale economico delle attività di pesca nelle aree interessate dalle opere.

Per la stima del potenziale economico è stato utilizzato il dataset dello sforzo di pesca generato dal MiPAAF (Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali) sulla base dei dati del Vessel Monitoring System (VMS). Sono così fornite tutte le indicazioni per una stima compiuta dell'intensità dell'impatto (implicazioni sul valore economico) e della sua estensione spaziale. La scala temporale è di volta in volta definita in base alla specifica fase di progetto (costruzione, esercizio o dismissione).

La fase di studio *ante operam* ha analizzato lo scenario di riferimento con un approccio multilivello descrivendo dapprima le condizioni d'area vasta fino a dettagliare in riferimento all'area di effettiva installazione del parco; ciò, nell'obiettivo di individuare le specie marine presenti e oggetto di pesca oltretutto le caratteristiche tipiche delle attività ittiche prevalenti della zona.

7.7.11.2.1. Stima del fattore di occupazione dell'area

L'area vasta di interesse per le valutazioni che seguono è quella corrispondente al settore marino identificato dall'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura (FAO) con il codice GSA 11 (*Geographical SubAreas*) e sue subdivisioni GSA11.1 Sardegna Ovest e GSA11.2 Sardegna Est (Figura 7.200).



Ichnusa wind power srl

ilStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
280 di 1053

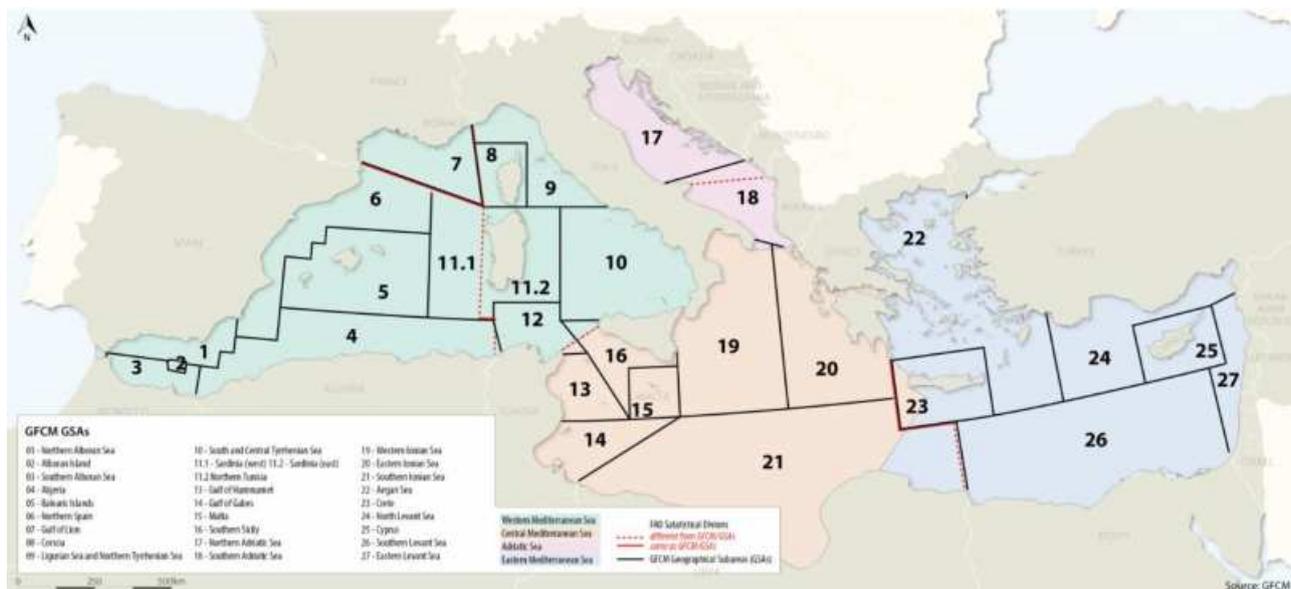


Figura 7.200 – Suddivisione sub-aree geografiche (GSA).

Fonte: <https://www.medqsr.org>.

La Tabella 7.101 riporta il confronto tra le estensioni areiche del parco eolico e dell'area marina FAO GSA11 su cui esso insiste. L'estensione del parco eolico, calcolata rispetto al poligono convesso definito dagli assi delle torri eoliche e delle sottostazioni elettriche FOS, ammonta a circa 116 km². L'estensione dell'area marina GSA11 è di 125690 km² mentre i fondali circostanti l'isola e potenzialmente sfruttabili (aree con sforzo di pesca non nullo) si stimano in circa 23700 km². Riferendosi inoltre alle marinerie comprese nell'area vasta di progetto e potenzialmente impattate dalla realizzazione del parco, le aree marine potenzialmente disponibili per attività di pesca ammontano a circa 5520 km² considerando, cautelativamente, un'areale d'azione per marineria di circa 80 km. La tabella seguente riporta il confronto tra le estensioni così determinate e il relativo fattore di occupazione d'area.

Tabella 7.101 – Estensione delle aree marine interessate dal progetto e calcolo del fattore di occupazione d'area.

Area marina impegnata dal parco eolico	Area marina FAO- GSA11 (km ²)	Fattore di occupazione area (totale GSA11)	Area fondali potenzialmente sfruttabili GSA11	Fattore di occupazione area (potenziale GSA11)	Area fondali potenzialmente impattate	Fattore di occupazione area Potenzialmente impattata
km ²	km ²	%	km ²	%	km ²	%
116	125690	0.09	23700	0.49	5520	2.10

Si osserva che, con approccio cautelativo, l'estensione dell'area marina impegnata dalle installazioni offshore del progetto determina un fattore di occupazione d'area, calcolato rispetto all'estensione delle aree marine potenzialmente sfruttabili per attività di pesca e impattate dalla presenza del parco eolico, pari a circa il 2.10%.

7.7.11.2.2. Stima del fattore di riduzione dello sforzo di pesca

Di seguito si riportano le mappe (Figura 7.201) con lo sforzo di pesca mensile medio della regione Sardegna. I dati fanno riferimento al periodo 2017-2021. La Figura 7.201 mostra la mappa dello sforzo di pesca nell'area marina GSA11, definito come il monte ore in attività di pesca stabilito su una discretizzazione spaziale con risoluzione di 3 km (ogni cella della mappa corrisponde ad un'area quadrangolare di 9 km²).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

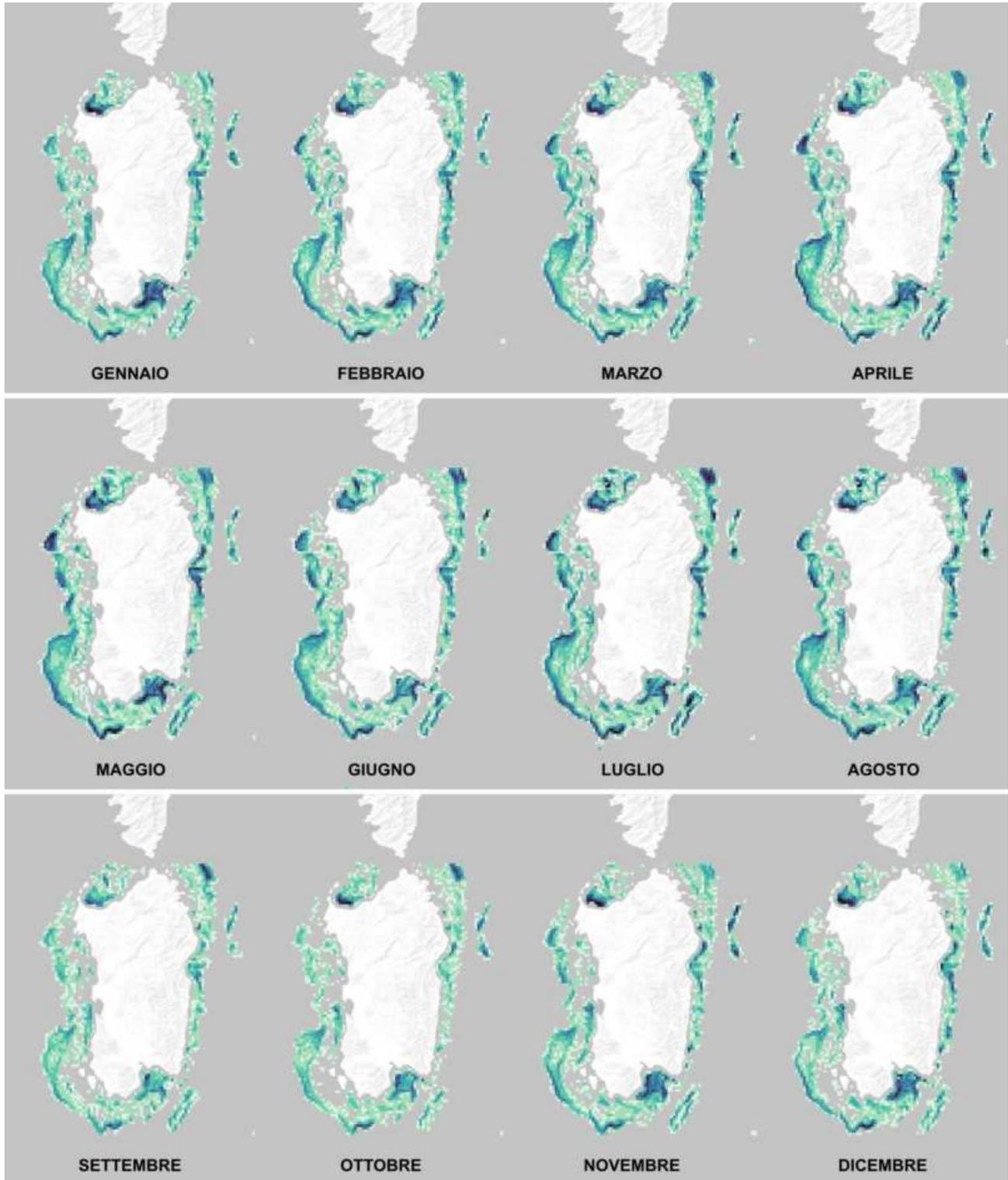
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
281 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Sforzo di pesca area GSA11
(Elaborazione iLStudio su dati MIPAAF)

LEGENDA - Ore di sforzo di pesca mensili

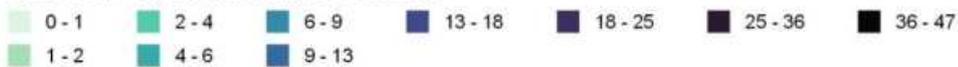


Figura 7.201 – Sforzo di pesca nell'area GSA11. Periodo 2017-2021.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

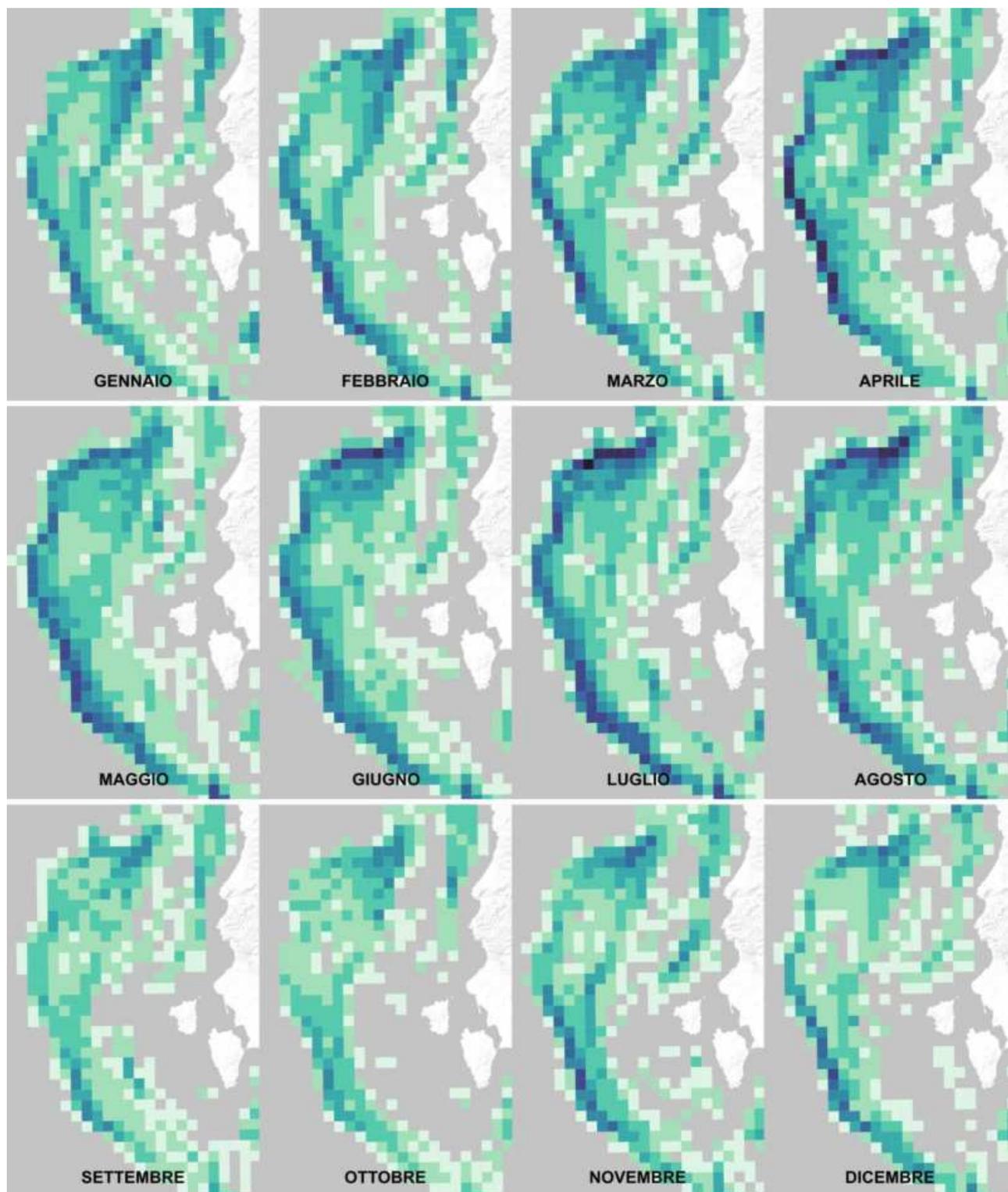
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
282 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Sforzo di pesca area GSA11
(Elaborazione iLStudio su dati MIPAAF)

LEGENDA - Ore di sforzo di pesca mensili

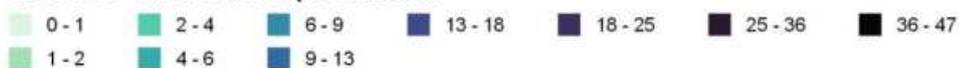


Figura 7.202 – Sforzo di pesca nell'area GSA11. Area parco eolico. Periodo 2017-2021.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

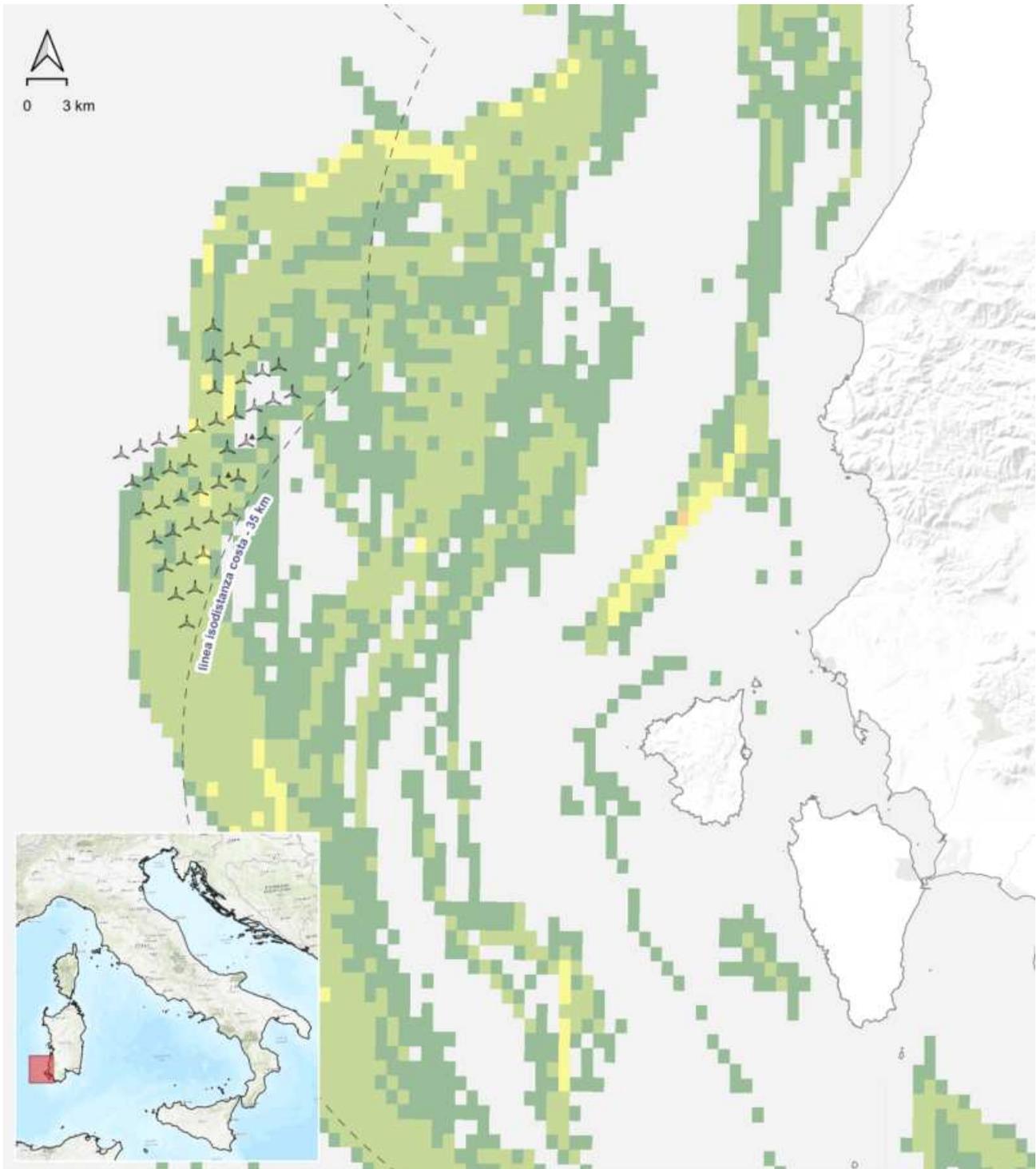
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
283 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Ubicazione parco eolico su mappa dell'intensità di pesca

Elaborazione iLStudio su dati EMODnet (2023)

LEGENDA

Strutture e impianti

WTG

FOS

Perimetrazioni

Linea isodistanza dalla costa

Intensità di pesca

Molto bassa

Bassa

Media

Alta

Molto alta

Figura 7.203 – Mappa dell'intensità di pesca.

Elaborazione iLStudio su dati EMODnet (2023).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
284 di 1053

I dati sono coerenti con la mappatura dell'intensità di pesca elaborata dallo European Marine Observation and Data Network (EMODnet) sulla base dei segnali AIS filtrati in base alle condizioni di moto per includere unicamente i segnali relativi a imbarcazioni in regime effettivo di pesca. Si osserva immediatamente (Figura 7.203) che l'intera area del parco è caratterizzata da intensità di pesca di livello "basso" o "molto basso".

Il grafico (Figura 7.204) e le tabelle (Tabella 7.102 e Tabella 7.103) illustrate di seguito riportano i risultati dell'elaborazione numerica dello sforzo di pesca nell'area di riferimento. In via conservativa, si è deciso di considerare per intero le celle sulle quali sorgerà il parco eolico anziché le sezioni di tali celle effettivamente interessate dall'impianto. Lo sforzo di pesca, nell'area occupata dal parco eolico, ha un valore medio annuo di 493 ore totali di pesca.

Tabella 7.102 – Ore di pesca complessive nei 12 mesi riferiti alla GSA11 e all'area del parco eolico con la percentuale (%) delle ore sottratte alla pesca.

Fonte: Università di Roma Tor Vergata. Elaborazione iLStudio.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
GSA11	5816.65	6613.44	7101.31	7419.83	8146.80	7068.21	9399.75	8462.34	4131.10	3825.60	5737.66	5436.84
Parco Eolico	63.23	76.87	82.51	125.53	109.24	107.63	141.36	112.28	49.54	32.92	47.28	39.34
% Ore Sottratte	1.10	1.20	1.20	1.70	1.30	1.50	1.50	1.30	1.20	0.90	0.80	0.70

Tabella 7.103 – Ore di pesca medie mensili e totali annuali riferiti alla GSA11 e all'area del parco eolico con la percentuale (%) delle ore sottratte.

Fonte: Università di Roma Tor Vergata. Elaborazione iLStudio.

	Valore medio mensile	Totale annuale
Area complessiva GSA11	6596.7	79160.3
Area Parco Eolico	82.3	987.7
Percentuale (%) Ore Sottratte	1.2	1.2

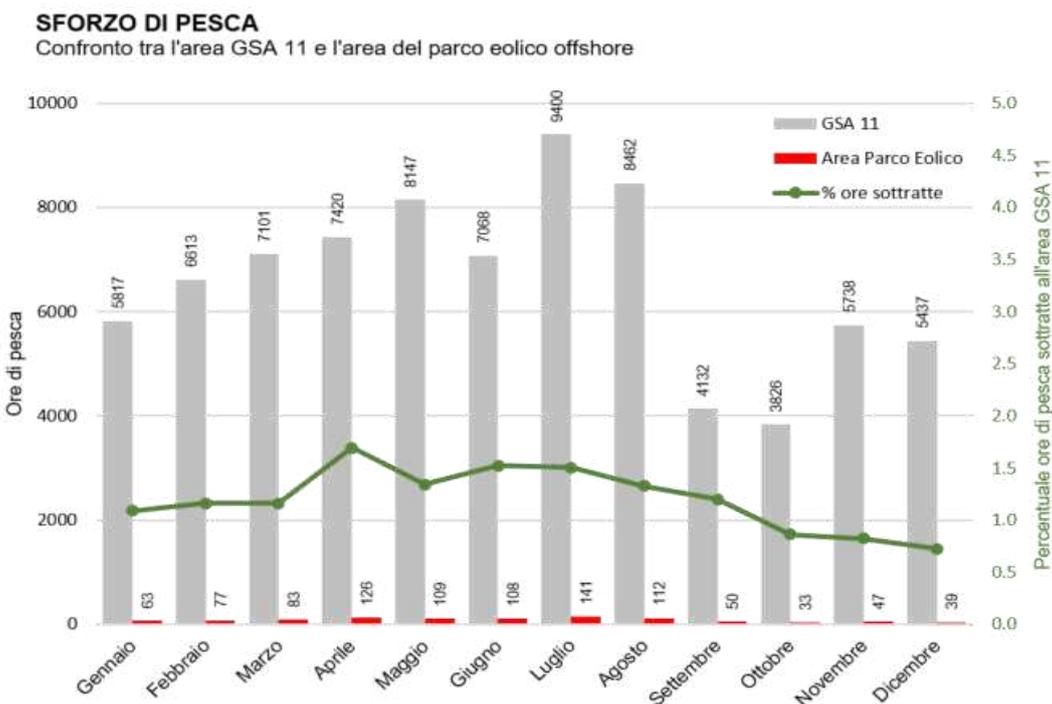


Figura 7.204 – Sforzo di pesca: confronto tra l'area compresa nella GSA11 e l'area del parco eolico offshore.

Fonte: Università di Roma Tor Vergata. Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
285 di 1053

7.7.11.2.3. Dati sul pescato

Ai fini di una corretta stima dei possibili impatti sul comparto ittico generati dal progetto di sviluppo del parco eolico offshore, si è proceduto ad analizzare i dati relativi ai quantitativi e alla tipologia di pescato, considerando una serie di documenti e fonti dati tra cui:

- Blufish Project, MSC - NISEA - Fisheries and Aquaculture Economic Research (2018);
- Sistema di raccolta dati europeo (DCF, Data Collection Framework);
- Banca dati nazionale del MiPAAF;
- Report della CGPM (Commissione Generale per la Pesca nel Mediterraneo), dell'ICTA (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas) e dello CSTEP (Comitato Scientifico, Tecnico ed Economico per la Pesca);
- Registro di flotta UE.

Al fine di rappresentare la presenza delle specie marine presenti maggiormente sul versante sud-ovest del Mar di Sardegna, ed integrare ulteriormente i dati di pesca sopra riportati, sono stati analizzati i dati presenti sulla piattaforma EUMOFA¹⁴ (European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture). EUMOFA è l'osservatorio europeo del mercato dei prodotti della pesca e dell'acquacoltura, sviluppato dalla Commissione Europea per monitorare volumi, valori e prezzi dei prodotti della pesca e dell'acquacoltura, dalla prima vendita alla vendita al dettaglio, comprese le importazioni e le esportazioni. La piattaforma EUMOFA consente il monitoraggio diretto di volumi, valori e prezzi dei prodotti della pesca e dell'acquacoltura, dalla prima vendita alla vendita al dettaglio, comprese le importazioni e le esportazioni. I dati sono raccolti ed aggiornati quotidianamente dai paesi membri dell'UE, dall'Islanda, dalla Norvegia, dal Regno Unito, e dalle istituzioni dell'UE. Questo consente di legare la presenza delle specie ittiche presenti in questa zona di mare ai reali benefici economici apportati dalla pesca industriale. I dati e grafici di seguito riportati, riferiti al periodo 2012 – 2020, hanno permesso di evidenziare i volumi in termini di peso e valore economico del pescato.

Grafico delle prime 20 specie commerciali in peso (tonnellate)
Elaborazione EUMOFA.

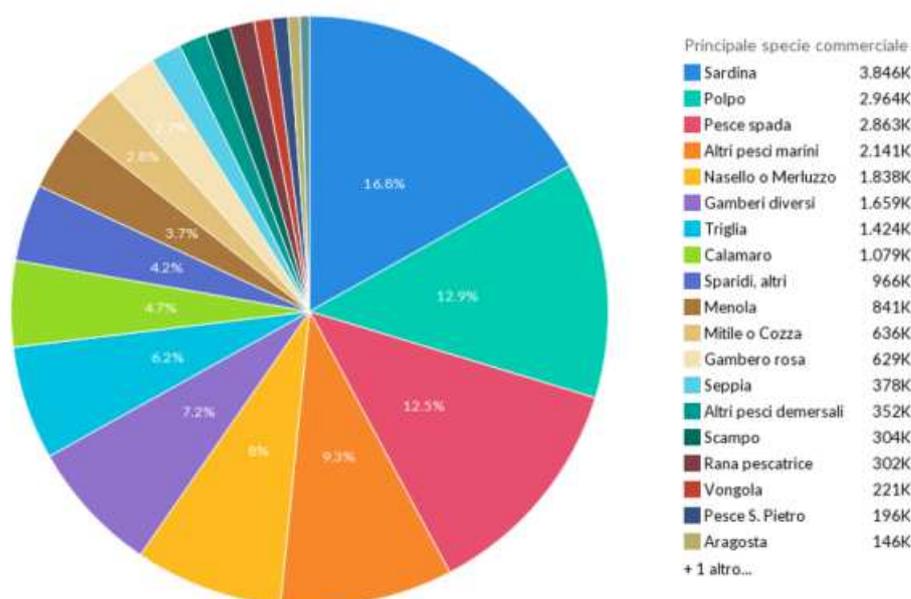


Figura 7.205 – Grafico delle prime 20 specie commerciali in peso (tonnellate) dal 2012 al 2020.

Fonte: EUMOFA.

¹⁴ EUMOFA Osservatorio europeo del mercato dei prodotti della pesca e dell'acquacoltura (<https://www.eumofa.eu>).



Grafico delle prime 20 specie commerciali in valore
Elaborazione EUMOFA.

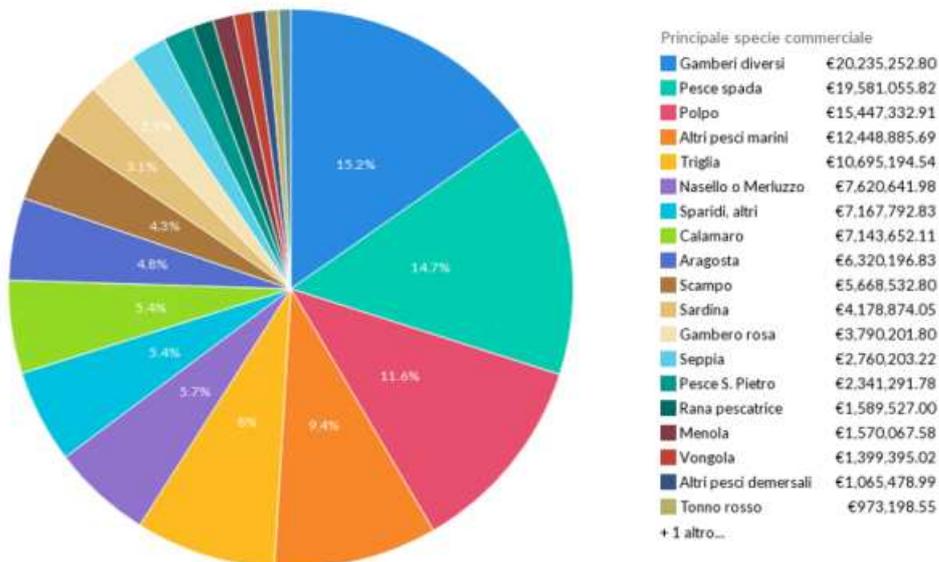


Figura 7.206 – Grafico delle prime 20 specie commerciali in valore dal 2012 al 2020.

Fonte: EUMOFA.

I dati di pesca per il quinquennio 2017-2021 sono stati elaborati per stimare il valore economico delle attività legate alla pesca nelle aree interessate dall'impianto eolico. Nell'analisi sono state considerate le marinerie del settore occidentale sardo selezionando tra esse, secondo un criterio di prossimità, quelle di Calasetta, Marina di Torregrande, Oristano, Portoscuso, Carloforte, Sant'Antioco e Cagliari. Il consuntivo è mostrato nella successiva Figura 7.207. Per le valutazioni che seguono si considera come anno di riferimento il 2018 cui corrisponde, conservativamente, il più alto valore economico registrato nei cinque anni di analisi.

ANALISI DEL VALORE ECONOMICO DELLE ATTIVITÀ DI PESCA

Andamento del valore totale del pescato nel quinquennio 2017/2021
Marinerie del settore occidentale sardo - Cagliari, Calasetta,
Marina di Torregrande, Oristano, Portoscuso, Carloforte e Sant'Antioco

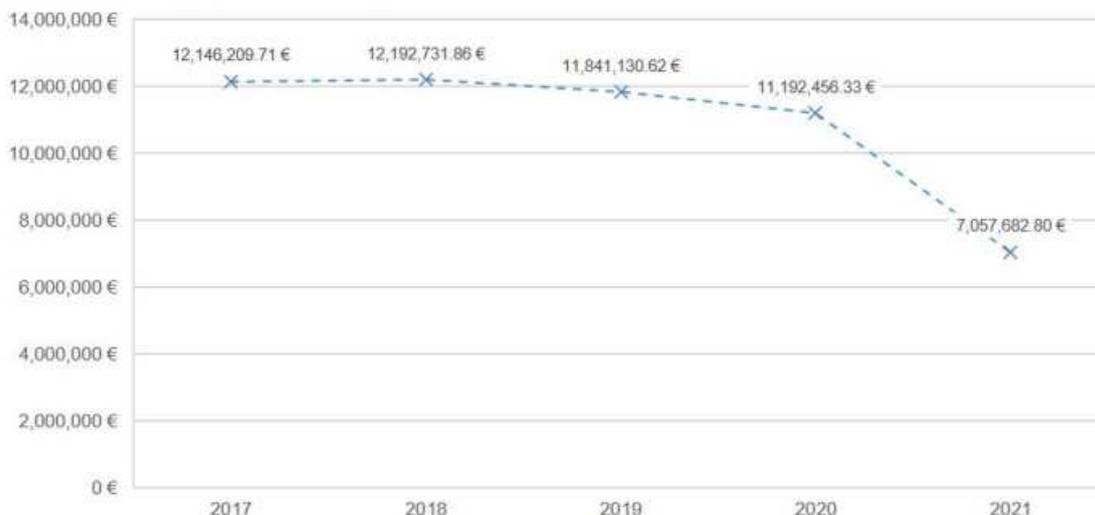


Figura 7.207 – Andamento del valore economico del pescato nell'area vasta di progetto.

Quinquennio 2017-2021, marinerie di Cagliari, Calasetta, Marina di Torregrande, Oristano, Portoscuso, Carloforte e Sant'Antioco. Elaborazione iLStudio.

La ripartizione del valore economico rispetto alle categorie di pescato è riportata nella successiva Figura 7.208 dalla quale si evince la grande importanza di crostacei, cefalopodi, pesci marini tra cui il pesce spada e i tonni.



ANALISI DEL VALORE ECONOMICO DELLE ATTIVITÀ DI PESCA

Ripartizione del valore totale del pescato per categoria
Valori per l'anno 2018 - Marinerie sarde della GSA11

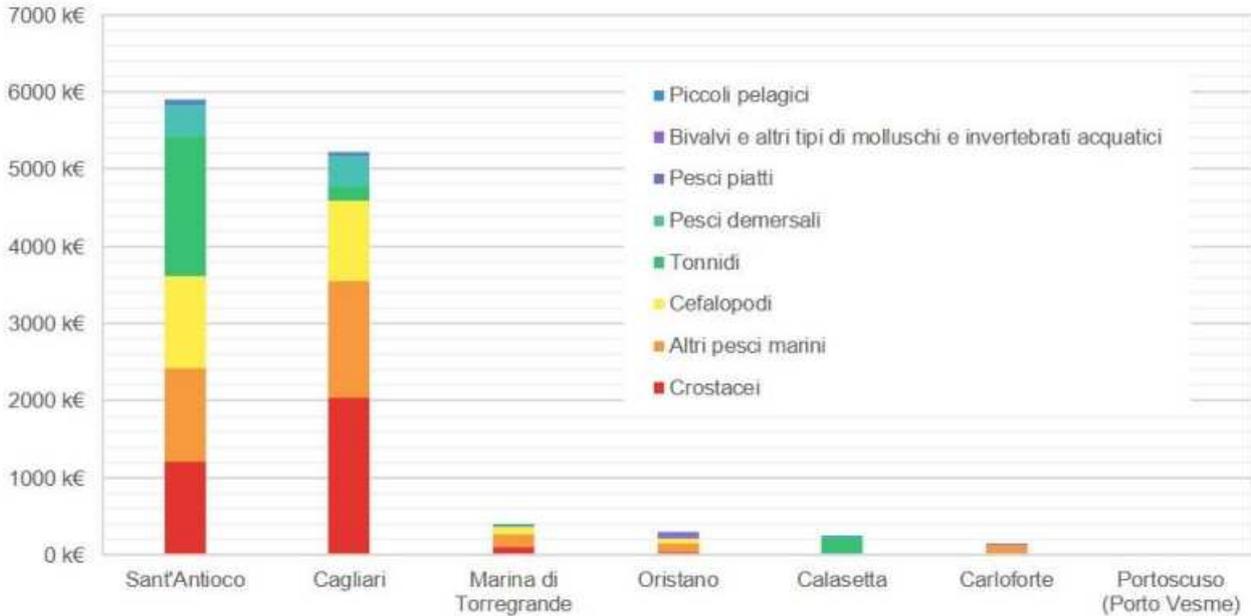


Figura 7.208 – Ripartizione del valore economico del pescato nell'area vasta di progetto.

Anno 2018, marinerie di Cagliari, Calasetta, Marina di Torregrande, Oristano, Portoscuso, Carloforte e Sant'Antioco.

Elaborazione iLStudio.

Rielaborando rispetto alle specifiche specie si ottiene invece il diagramma di Figura 7.209 in cui si riportano unicamente le prime 20 specie in ordine decrescente del valore. Analogamente, raggruppando per categoria di pescato, si ottiene la rappresentazione di Figura 7.210.

ANALISI DEL VALORE ECONOMICO DELLE ATTIVITÀ DI PESCA

Valore totale del pescato per l'anno 2018 - Marinerie del settore occidentale sardo
Calasetta, Marina di Torregrande, Oristano, Portoscuso, Carloforte e Sant'Antioco e Cagliari

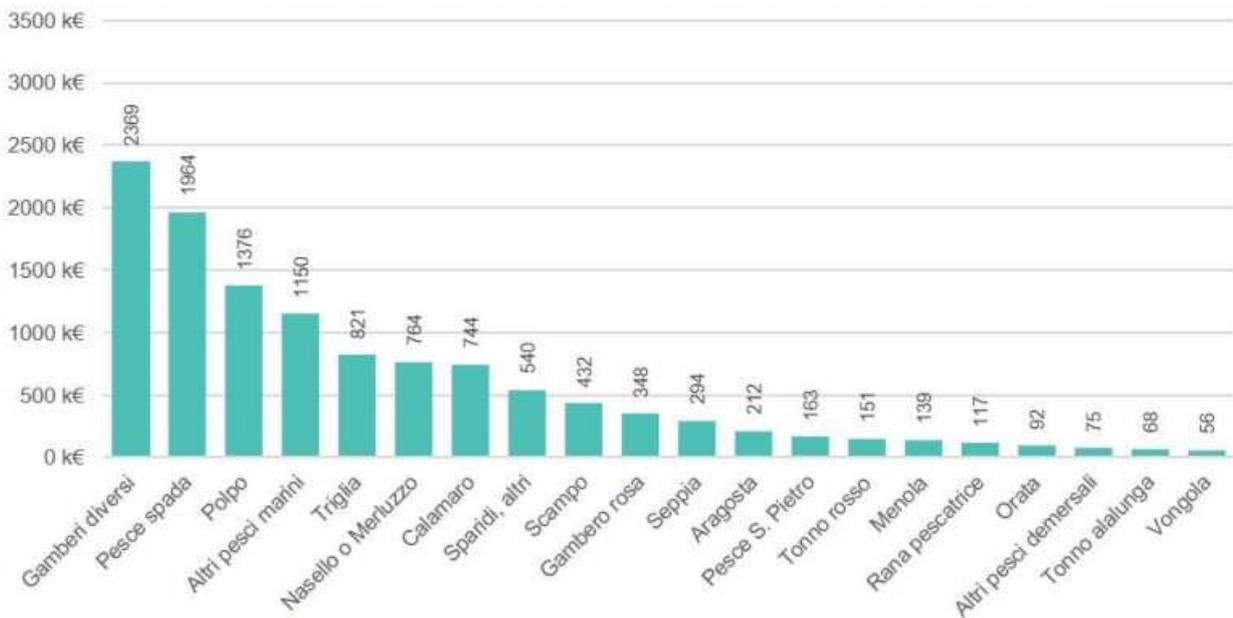


Figura 7.209 – Totale in valore delle prime 20 specie commerciali delle Marinerie potenzialmente coinvolte (2018).

Anno 2018, marinerie di Cagliari, Calasetta, Marina di Torregrande, Oristano, Portoscuso, Carloforte e Sant'Antioco.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
288 di 1053

ANALISI DEL VALORE ECONOMICO DELLE ATTIVITÀ DI PESCA

Ripartizione del valore totale del pescato per categoria

Valori per l'anno 2018 - Marinerie sarde della GSA11 – Settore sud-occidentale

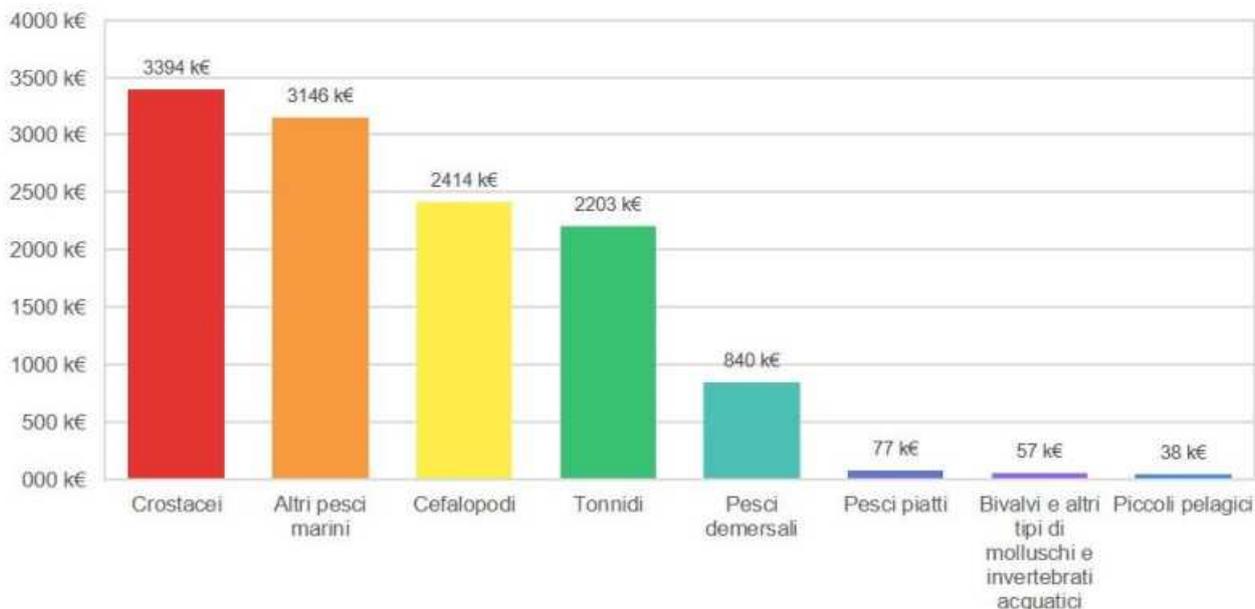


Figura 7.210 – Totale in valore categorie di specie commerciali delle Marinerie potenzialmente coinvolte (2018).

Anno 2018, marinerie di Cagliari, Calasetta, Marina di Torregrande, Oristano, Portoscuso, Carloforte e Sant'Antioco.

Elaborazione iLStudio.

7.7.11.2.4. Stima degli effetti economici sul settore della pesca

Prendendo a riferimento le specie effettivamente pescabili nell'area marina del parco, dunque tutti i crostacei, i tonnidi e altri pesci marini tra cui la triglia, il nasello, la rana pescatrice e l'orata, si ottiene un valore economico potenziale (parametrato ai risultati del 2018) di circa 4.7 milioni di euro per anno.

Tale valore economico, calcolato sul pescato registrato dalle marinerie del versante sud-ovest sardo (Cagliari, Calasetta, Marina di Torregrande, Oristano, Portoscuso, Carloforte e Sant'Antioco) è direttamente correlabile alla perdita economica potenziale derivante dalla sottrazione d'area indotta dal progetto attraverso il fattore di occupazione definito al paragrafo 7.7.11.2.1. In particolare:

$$V_{parco} = F_{occ} \times V_{area} = \frac{2.10 \times 4703133.74}{100} \cong 98700 \text{ €} \quad \text{eq. (16)}$$

in cui V_{parco} è il valore stimato del pescato nell'area di interdizione del parco eolico, F_{occ} è il fattore di occupazione d'area calcolato come rapporto tra area di interdizione del parco eolico e l'area della GSA11 complessivamente disponibile per la pesca entro un buffer di 80 km da ciascuna delle marinerie della Sardegna sud-occidentale, V_{area} è il valore economico dell'intera compresa nel suddetto buffer.

L'applicazione della eq. (16) fornisce la stima della perdita economica potenziale determinata dall'interdizione delle aree di pesca interessate dalle opere in progetto. Il valore (poco meno di 99 mila euro/anno) deve essere ripartito tra le 7 marinerie coinvolte.

Il valore del pescato nella specifica area interdotta all'attività della pesca è in realtà molto inferiore, sia perché la sottrazione dell'area non è completamente commutabile in termini di perdita economica, sia perché le attività di pesca potranno essere espletate comunque nelle zone di mare limitrofe, le quali, presumibilmente, beneficeranno degli effetti positivi di ripopolamento associati alla riserva marina *de facto* che si verrà a creare nell'area parco. Il calcolo inoltre presuppone un'omogenea distribuzione del pescato sull'intera area GSA11;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

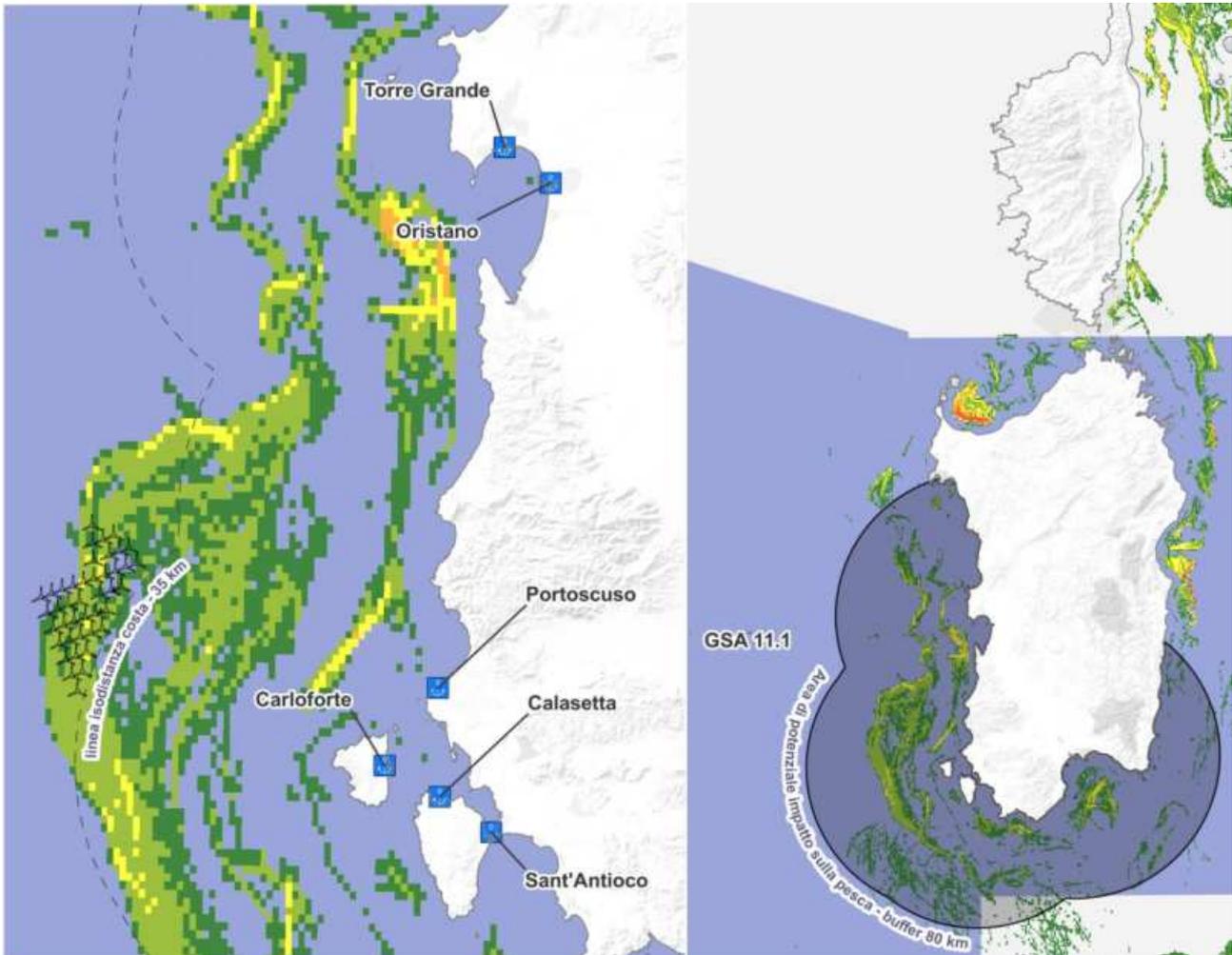
Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
289 di 1053

in realtà lo sforzo di pesca, ovvero il numero di ore effettivamente speso in attività di pesca, si distribuisce in maniera variabile all'interno dell'area marina così come evidenziato nelle mappe. In altre parole, parte dell'area sottratta è in realtà caratterizzata da bassi valori dello sforzo di pesca ragion per cui la sua interdizione determinerà una riduzione meno che proporzionale del valore economico atteso.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Ubicazione parco eolico su mappa dell'intensità di pesca - Confronto area GSA 11 e area vasta di impatto potenziale sulla pesca - buffer 80 km dalle marinerie locali

Elaborazione iLStudio su dati EMODnet (2023)

LEGENDA

Strutture e impianti

- ▲ WTG
- ▲ FOS

Perimetrazioni

- Buffer 80 km marinerie SW
- GSA 11
- Linea isodistanza dalla costa

Intensità di pesca

- Molto bassa
- Bassa

- Media
- Alta
- Molto alta

Figura 7.211 – Area di analisi per la valutazione della perdita economica potenziale nelle aree interdette (2018).

Marinerie di Cagliari, Calasetta, Marina di Torregrande, Oristano, Portoscuso, Carloforte e Sant'Antioco. Elaborazione iLStudio.

Concludendo, si evidenzia che:

- La sottrazione dell'area di pesca determinata dall'interdizione dell'area marina del parco eolico non è completamente commutabile in perdita economica perché le attività di pesca potranno comunque essere espletate in altre zone di mare adiacenti;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 290 di 1053

- La stima della perdita economica del comparto pesca, associata alla sottrazione dell'area marina del parco, è da considerarsi largamente cautelativa giacché effettuata supponendo una omogenea distribuzione dello sforzo di pesca all'interno della GSA11; in realtà le installazioni cadono in una zona mare caratterizzata da intensità di pesca di livello da "basso" a "molto basso" così come deducibile dalle elaborazioni del MiPAAF e degli istituti di ricerca comunitari (EMODnet, Figura 7.203). Il modello inoltre assimila tale sottrazione d'area ad una perdita netta senza considerare invece il recupero certamente realizzabile in relazione allo spostamento in aree di pesca adiacenti;
- L'area interdetta alla navigazione e alla pesca diventerà una riserva marina de facto all'interno della quale le diverse specie ittiche potranno riprodursi con un presumibile effetto di ripopolamento; studi internazionali hanno infatti confermato che la protezione di aree marine ha sempre grande valenza per la biodiversità intesa come aumento della variazione interspecifica (fra le specie ittiche) e della variazione intraspecifica (fra le classi di età delle popolazioni);

Si presume quindi che gli "effetti riserva" nell'area del parco produrranno una maggiore redditività in termini di pescato/valore economico nelle zone limitrofe per l'atteso aumento delle popolazioni e degli stock ittici (Van Hoey, et al., 2021).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
291 di 1053

8. TUTELE E VINCOLI DELL'AREA DI PROGETTO

8.1. Aree sottoposte a vincolo idrogeologico

8.1.1. Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

Ai sensi del D.lgs. 23 febbraio 2010 n. 49 "Attuazione della Direttiva Comunitaria 2007/60/CE, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni" per ogni distretto idrografico deve essere predisposto il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA).

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni è uno strumento trasversale di raccordo tra piani di settore locali e generali, ha carattere pratico e operativo ma anche informativo, conoscitivo e divulgativo, ed è finalizzato a garantire la gestione completa dei diversi aspetti organizzativi e pianificatori correlati con la gestione degli eventi alluvionali. La predisposizione dei PGRA, in accordo con quanto specificato dall'art. 7.3 della Direttiva, deve riguardare, quindi, tutti gli aspetti della gestione del rischio quali la prevenzione, la protezione e la preparazione, comprese le previsioni di piena e i sistemi di allertamento. La prima versione del PGRA della Sardegna è stata approvata con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 15/03/2016 e con DPCM del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla GU n. 30 del 6 febbraio 2017. Il PRGA come previsto dall'art. 14 della Direttiva 2007/60/CE e dall'art. 12 del D.lgs. 49/2010 è stato oggetto di riesame entro il 22 dicembre 2021 e successivamente con cadenza sessennale.

Con la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 14 del 21/12/2021 è stato approvato il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni della Sardegna per il secondo ciclo di pianificazione.

Sulla base di quanto previsto dalla normativa nazionale e comunitaria nel PGRA SARDEGNA vengono definiti gli obiettivi, gli strumenti operativi e di governance (linee guida, buone pratiche, accordi istituzionali, modalità di coinvolgimento attivo della popolazione) e le misure da conseguire al fine di ridurre il più possibile eventuali conseguenze negative derivanti da fenomeni alluvionali. Il PGRA aggiorna, inoltre, le norme del PAI, rendendole più efficaci e conformi al mutevole contesto territoriale, sociale e antropico, al fine di garantire una migliore salvaguardia del territorio dal rischio di alluvione.

Gli obiettivi del PGRA sono riportati in Tabella 8.1.

Tabella 8.1 – Obiettivi del PGRA Sardegna.

Obiettivi Generali	Obiettivi Specifici
1. Salute umana e rischio sociale	1.1 Mitigazione del rischio per la vita e la salute, sia come impatto immediato che come conseguenza secondaria, come ad esempio ciò che potrebbe scaturire dall'inquinamento o dall'interruzione di servizi correlati alla fornitura e al trattamento di acqua, e che comporterebbe incidenti
	1.2 Mitigazione dei danni ai sistemi che assicurano la sussistenza come reti elettriche e idriche e i sistemi strategici come ospedali, scuole, università, case di cura, di accoglienza, municipi, prefetture, caserme, carceri, ...)
2. Ambiente	2.1 Salvaguardia delle aree protette ai sensi della WFD dagli effetti negativi dovuti a possibile inquinamento
	2.2 Mitigazione degli effetti negativi permanenti o a lungo termine per lo stato ecologico dei corpi idrici ai sensi della WFD, con riguardo al raggiungimento degli obiettivi ambientali di cui alla direttiva 2000/60/CE
	2.3 Riduzione del rischio da fonti di inquinamento come IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) o fonti puntuali o diffuse
3. Patrimonio culturale	3.1 Mitigazione dei possibili danni dovuti ad eventi alluvionali sul sistema del paesaggio
	3.2 Salvaguardia del patrimonio dei beni culturali, storici ed architettonici esistenti, compresi siti archeologici, monumenti, musei, edifici.



Obiettivi Generali	Obiettivi Specifici
4. Attività economiche	4.1 Mitigazione dei danni alla rete infrastrutturale di trasporto (strade, autostrade, ferrovie, aeroporti, ecc.)
	4.2 Mitigazione dei danni alle infrastrutture di servizio e che consentono il mantenimento delle attività economiche (centrali e reti elettriche, idropotabili, impianti di trattamento delle acque, impianti di depurazione, ecc.)
	4.3 Mitigazione dei danni alle attività agricole e rurali in generale (allevamenti, coltivazioni, attività selvicolturali, pesca, estrazione mineraria)
	4.4 Mitigazione dei danni al sistema economico e produttivo (pubblico e privato), alle attività commerciali e industriali
	Mitigazione dei danni alle proprietà immobiliari

8.1.1.1. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo

Di seguito (Figura 8.1) sono riportate le perimetrazioni derivate dagli “Scenari di intervento strategico e coordinato – Stato attuale” nella configurazione con l’elettrodotto ibrido cavo/aereo.

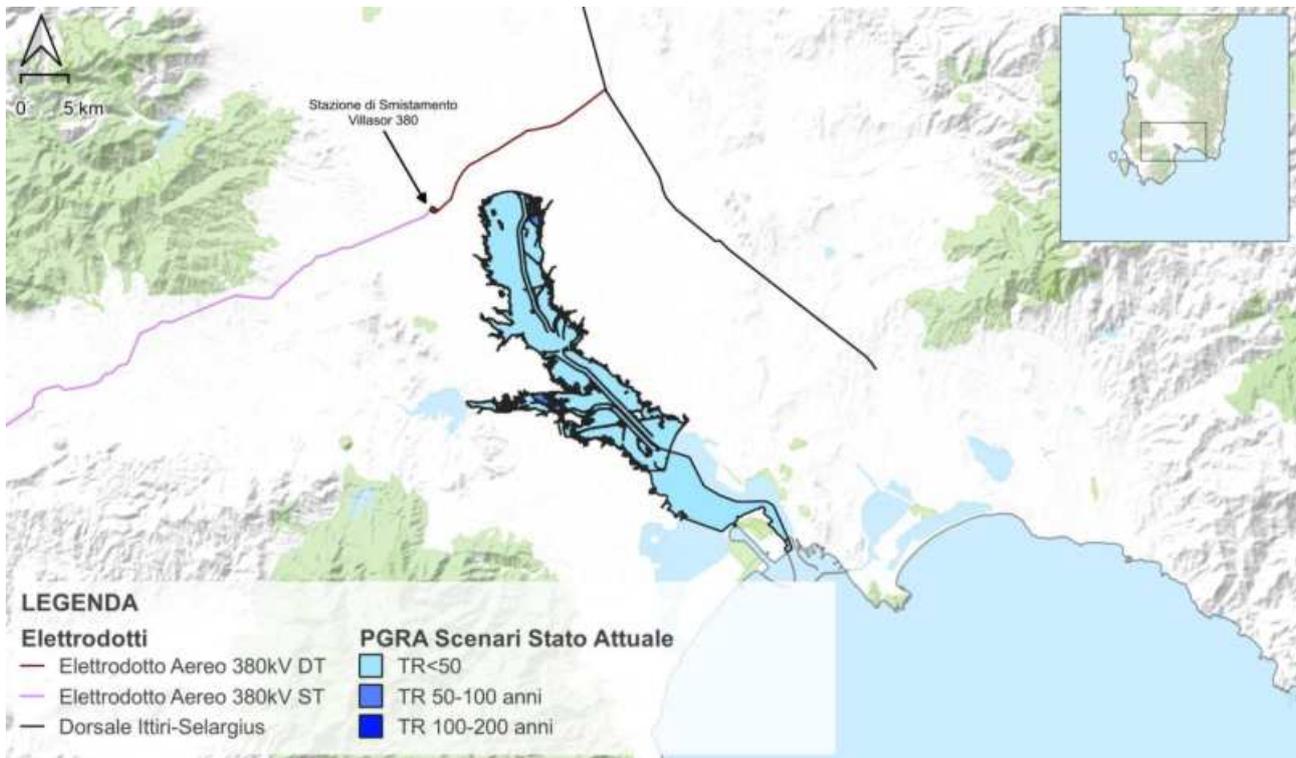


Figura 8.1 – Perimetrazioni derivate dagli “Scenari di intervento strategico e coordinato – Stato attuale”.

Elaborazione iLStudio.

L’intervento non interferisce con gli obiettivi del PGRA.

Per la predisposizione delle mappe di pericolosità nel secondo ciclo di pianificazione sono state prese in considerazione le seguenti APSFR (Areas of Potential Significant Flood Risk) (Regione, 2021):

- perimetrazioni individuate dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI);
- perimetrazioni individuate dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) su 57 aste principali del Distretto regionale della Sardegna considerate principali ai fini delle criticità idrogeologiche;
- aree interessate dall’evento “Cleopatra” del Novembre 2013;
- perimetrazioni derivate dagli studi comunali di assetto idrogeologico predisposti ai sensi dell’art. 8 c. 2 delle Norme di Attuazione del PAI;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
293 di 1053

- perimetrazioni derivate dagli “Scenari di intervento strategico e coordinato – Stato attuale”, predisposti ai sensi dell’art. 44 delle NA del PAI per 21 aste fluviali principali.

Per la predisposizione delle mappe del rischio di alluvione, invece, si è provveduto sia a recepire le aree a rischio idraulico individuate dalle varianti al PAI approvate, sia ad applicare la matrice del rischio alle aree a sola pericolosità idraulica individuate dagli studi ex art. 8 co. 2 delle NA del PAI.

Di seguito vengono mostrate le interferenze con le aree interessate dall’evento Cleopatra e le perimetrazioni derivate dagli “Scenari di intervento strategico e coordinato – Stato attuale”. Come mostrato nella Figura 8.1 e nella Figura 8.2, le opere in progetto non intersecano aree interessate dallo scenario dello Stato attuale, mentre ricadono in un’area dell’evento Cleopatra.

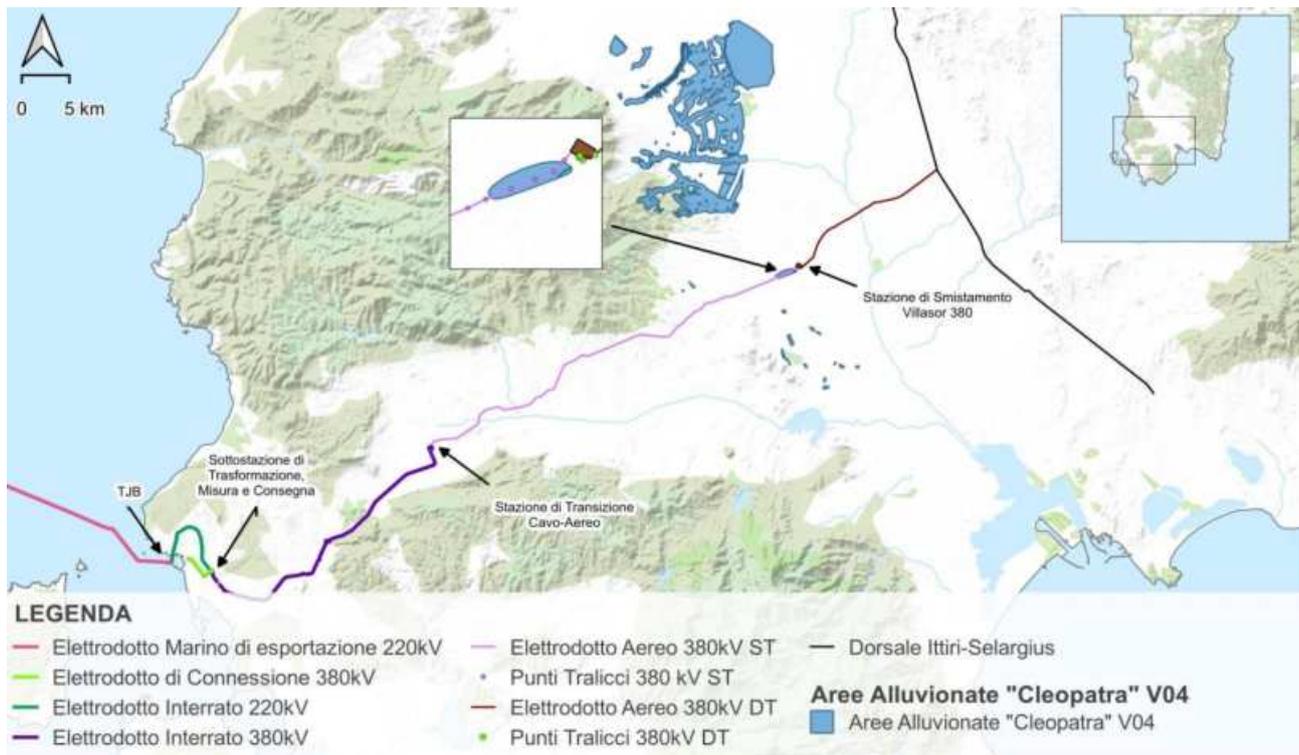


Figura 8.2 – Aree interessate dall’evento Cleopatra.

Elaborazione iLStudio.

Il Titolo V – Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) delle NTA del PAI disciplina le aree perimetrate dal PGRA.

Le 3 classi di pericolosità idraulica sono definite dall’art. 40 comma 2 del PAI, in particolare:

- P3, aree a pericolosità elevata, con elevata probabilità di accadimento, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni;
- P2, aree a pericolosità media, con media probabilità di accadimento, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 50 anni e minore o uguale a 200 anni;
- P1, aree a pericolosità bassa, con bassa probabilità di accadimento, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 200 anni e minore o uguale a 500 anni.

L’art. 41 definisce le norme per le aree di pericolosità PAI/PGRA, in particolare i commi 1, 2 e 3 riportano:

“1. Nelle aree P3 si applicano le norme tecniche di attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) relative alle aree di pericolosità idraulica Hi4, con particolare riferimento all’articolo 27.

2. Nelle aree P2 si applicano le norme tecniche di attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) relative



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
294 di 1053

alle aree di pericolosità idraulica Hi3 e Hi2, con particolare riferimento agli articoli 28 e 29, in considerazione del tempo di ritorno associato alla singola area, desumibile dagli elaborati del PAI, del Piano stralcio delle fasce fluviali (PSFF) e degli studi di compatibilità idraulica redatti dai Comuni ai sensi del precedente articolo 8 e già approvati dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino.

3. Nelle aree P1 si applicano le norme tecniche di attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) relative alle aree di pericolosità idraulica Hi1, con particolare riferimento all'articolo 30, fatto salvo quanto specificato all'articolo 30 bis delle medesime norme."

Per quanto concerne le aree a rischio alluvione, le opere in progetto intersecano aree con pericolosità P1, P2, P3, ricadenti nei sub-bacini Sulcis, Tirso e Flumendosa (Figura 8.3, Figura 8.4, Figura 8.5, Figura 8.6).

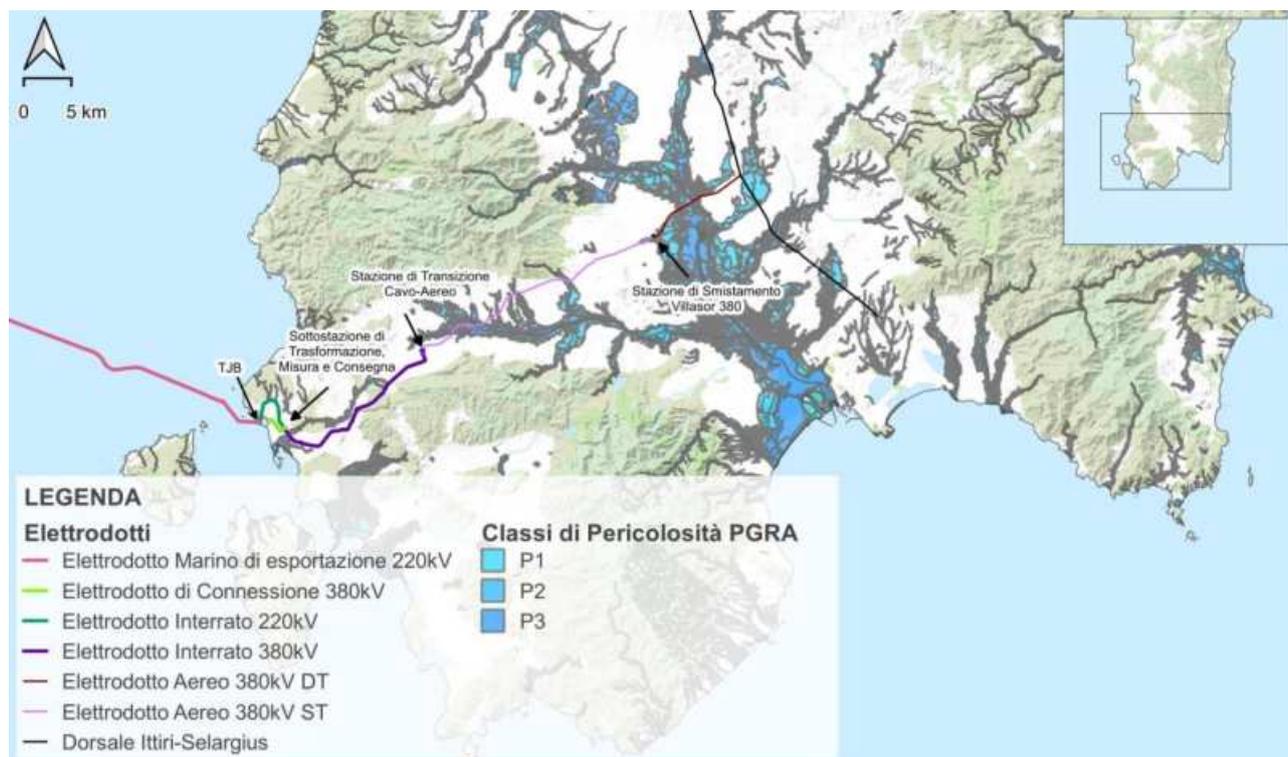


Figura 8.3 – Intersezione opere in progetto con aree PGRA.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
295 di 1053

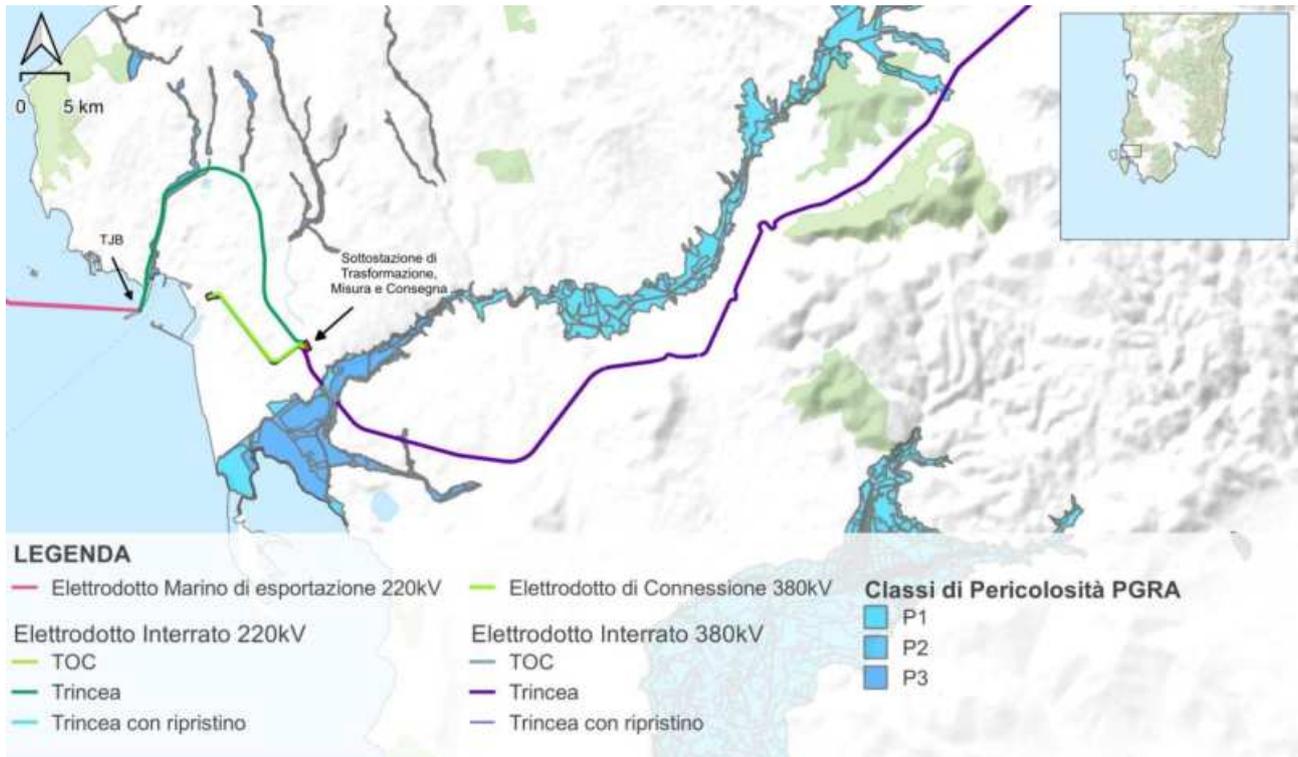


Figura 8.4 – Intersezione elettrodotto interrato con aree PGRA.

Elaborazione iLStudio

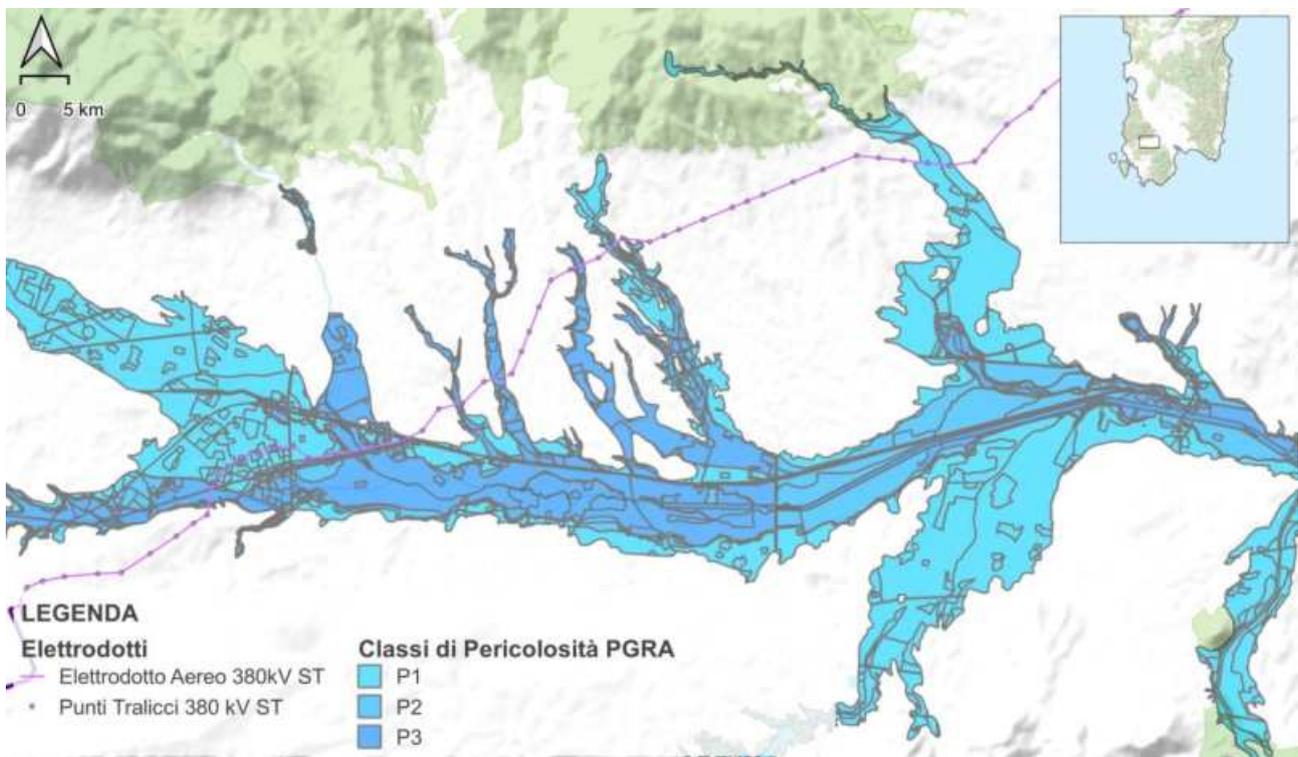


Figura 8.5 – Intersezione elettrodotti aerei con aree PGRA.

Elaborazione iLStudio



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
296 di 1053

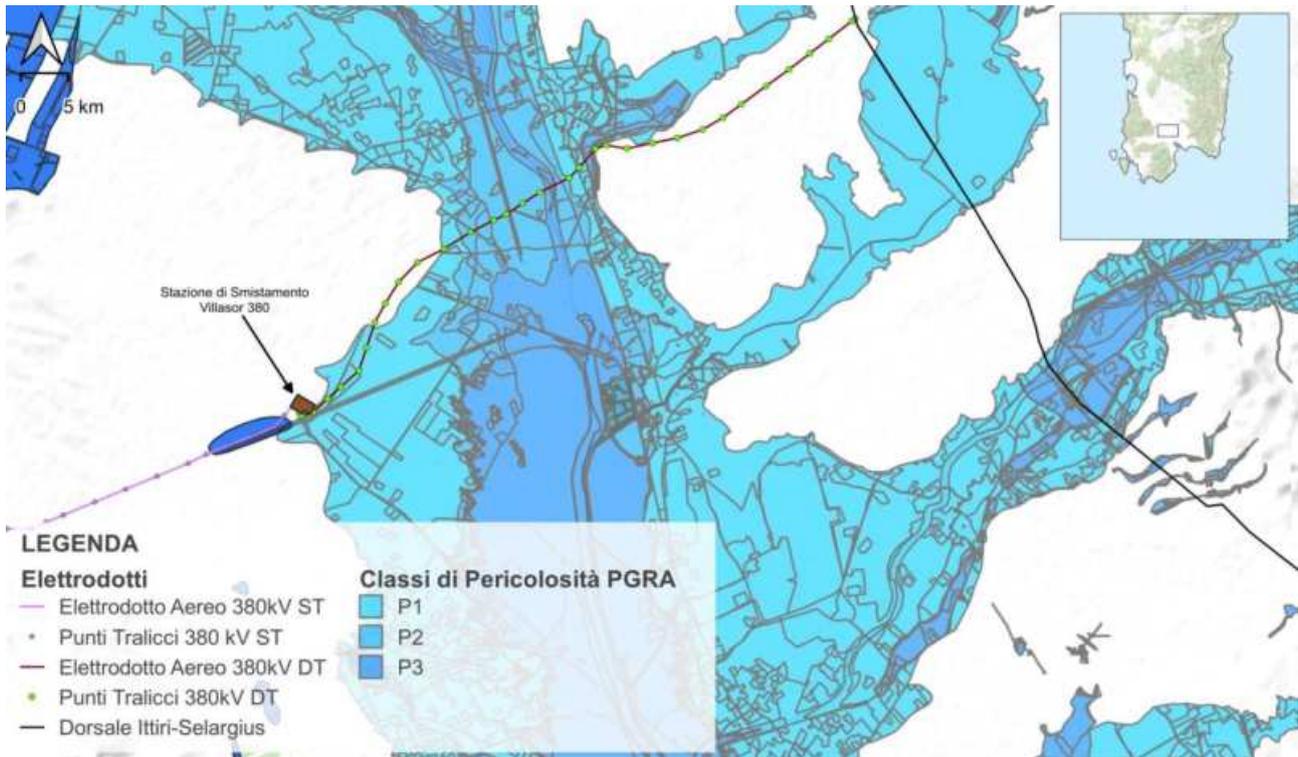


Figura 8.6 – Intersezione elettrodotti aerei con aree PGRA.

Elaborazione iLStudio

Per quanto riguarda le aree le aree P3, l'art. 27 comma 3 lettere g e h riportano quanto segue in merito ad interventi consentiti in materia di infrastrutture a rete e puntuali:

“g) le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili; nel caso di condotte e di cavidotti, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme a condizione che, con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che gli scavi siano effettuati a profondità limitata ed a sezione ristretta [...]

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 a condizione che, con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che gli scavi siano effettuati a profondità limitata ed a sezione ristretta [...]”

Per quanto concerne le aree P2, gli artt. 28 e 29 riportano che in tali aree sono consentiti i medesimi interventi riportati nell'art. 27.

Per le aree P1, l'art. 30 riporta che la disciplina sull'uso del territorio compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi e ai piani di settore.

Pertanto, visto quanto riportato dalle NTA, la realizzazione delle opere in progetto nelle aree P1, P2, P3, non è in contrasto con la normativa vigente, inoltre verrà fornita la relazione asseverata del tecnico incaricato.

8.1.1.2. Configurazione con elettrodotto aereo

Anche nella seconda configurazione, l'intervento non interferisce con gli obiettivi del PGRA.

Di seguito vengono mostrate le interferenze con le aree interessate dall'evento Cleopatra e le perimetrazioni derivate dagli “Scenari di intervento strategico e coordinato – Stato attuale”. Come mostrato nella Figura 8.7



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
297 di 1053

e nella Figura 8.8, le opere in progetto non intersecano aree interessate dallo scenario dello Stato attuale, mentre ricadono in un'area dell'evento Cleopatra.

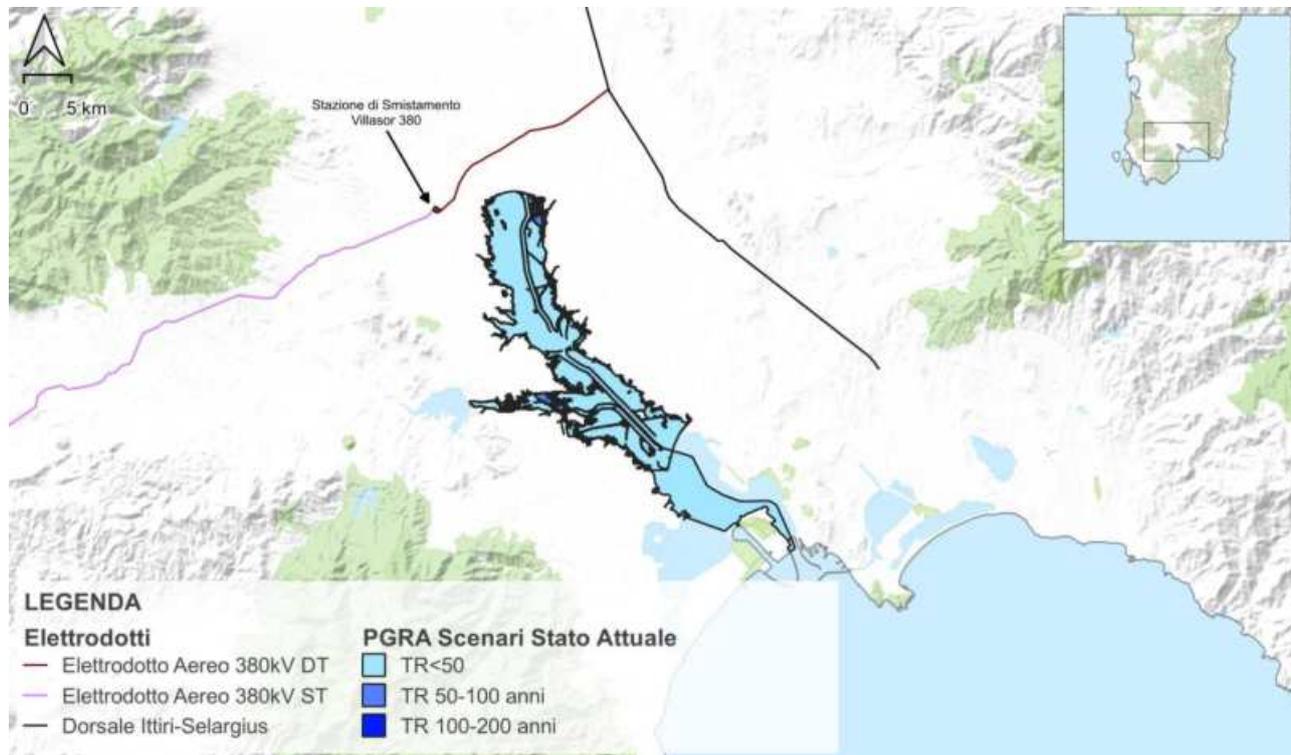


Figura 8.7 – Perimetrazioni derivate dagli “Scenari di intervento strategico e coordinato – Stato attuale”.

Elaborazione iLStudio.

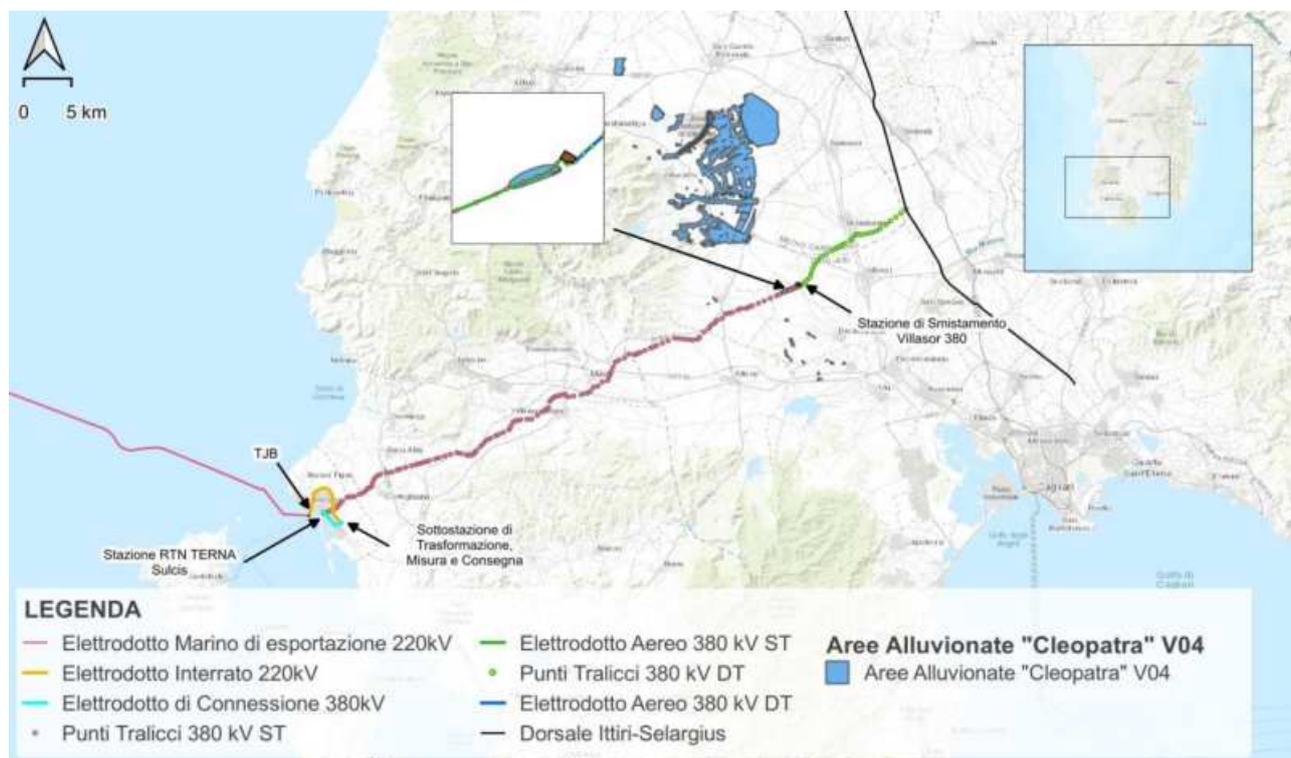


Figura 8.8 – Aree interessate dall'evento Cleopatra.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
298 di 1053

Per quanto concerne le aree a rischio alluvione, le opere in progetto intersecano aree con pericolosità P1, P2, P3, ricadenti nei sub-bacini Sulcis, Tirso e Flumendosa (Figura 8.9, Figura 8.10, Figura 8.11, Figura 8.12).

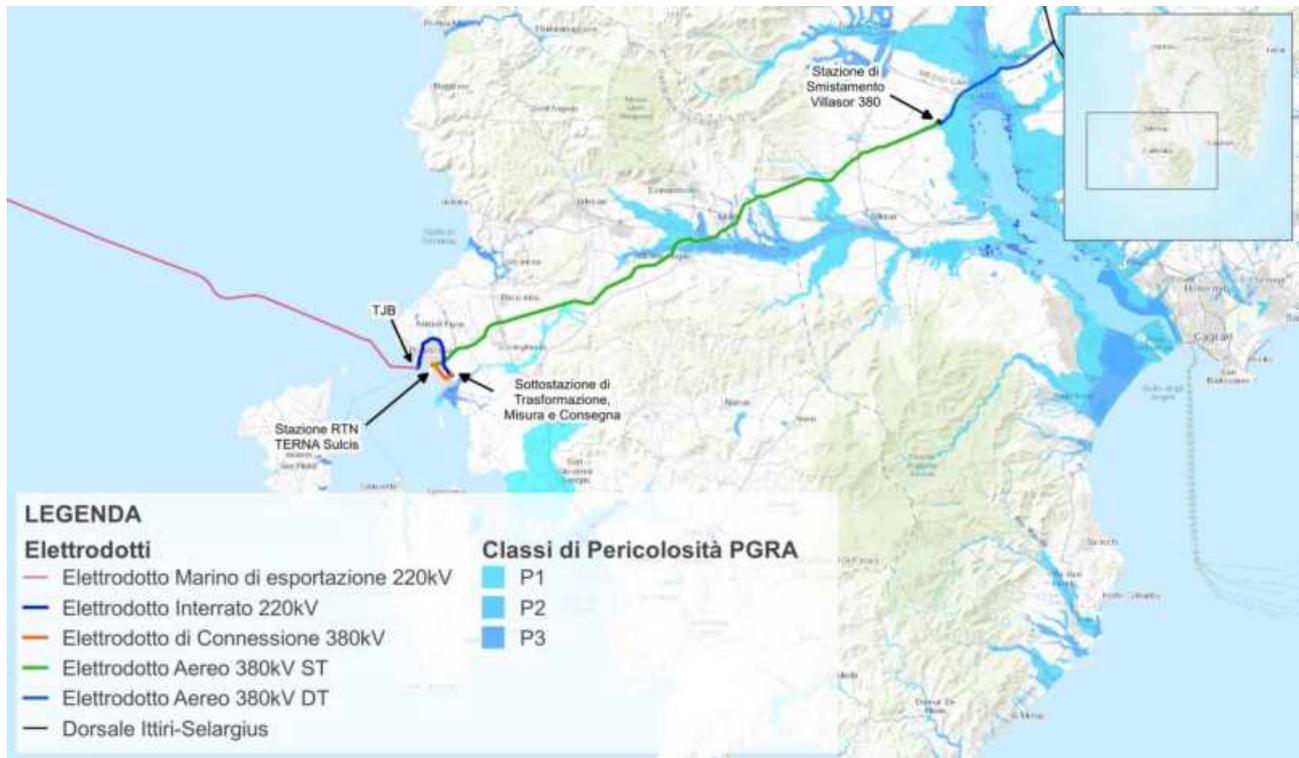


Figura 8.9 – Intersezione opere in progetto con aree PGRA.

Elaborazione iLStudio.



Figura 8.10 – Intersezione elettrodotti aerei con aree PGRA.

Elaborazione iLStudio



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
299 di 1053

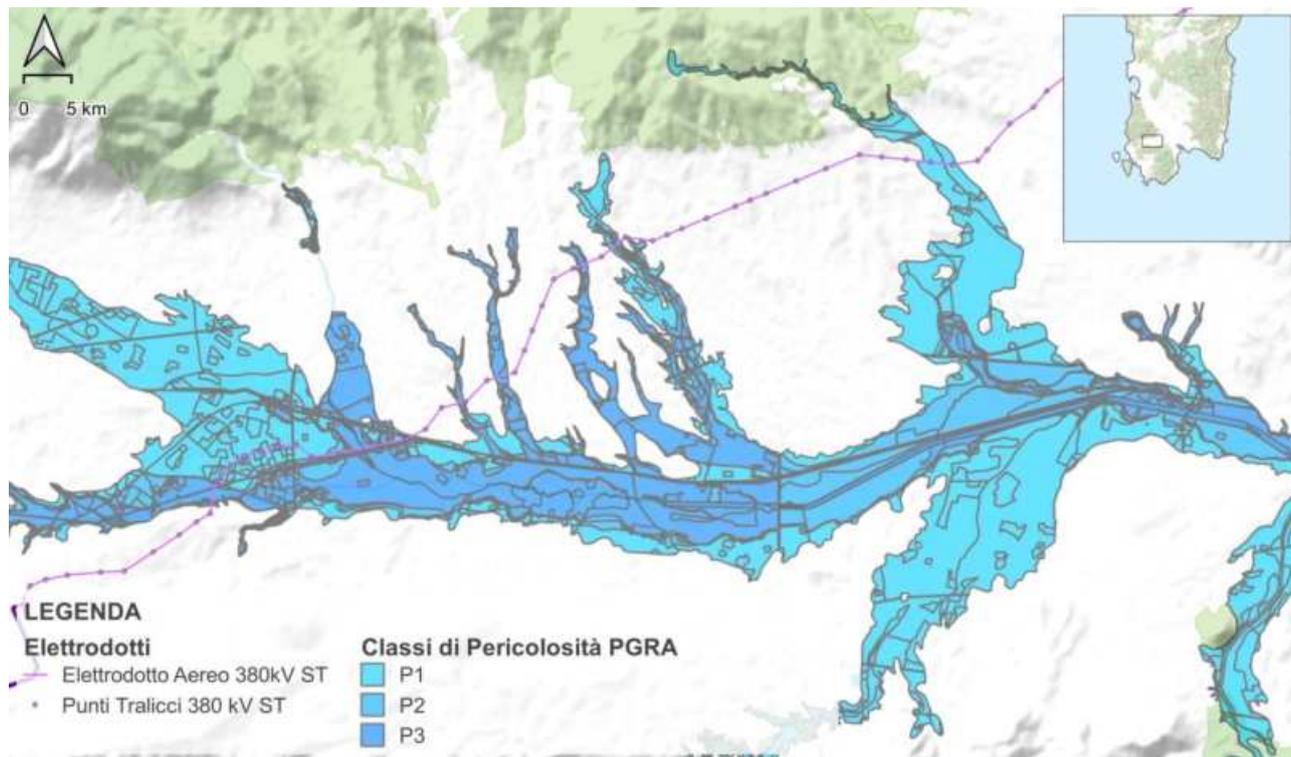


Figura 8.11 – Intersezione elettrodotti aerei con aree PGRA.

Elaborazione iLStudio

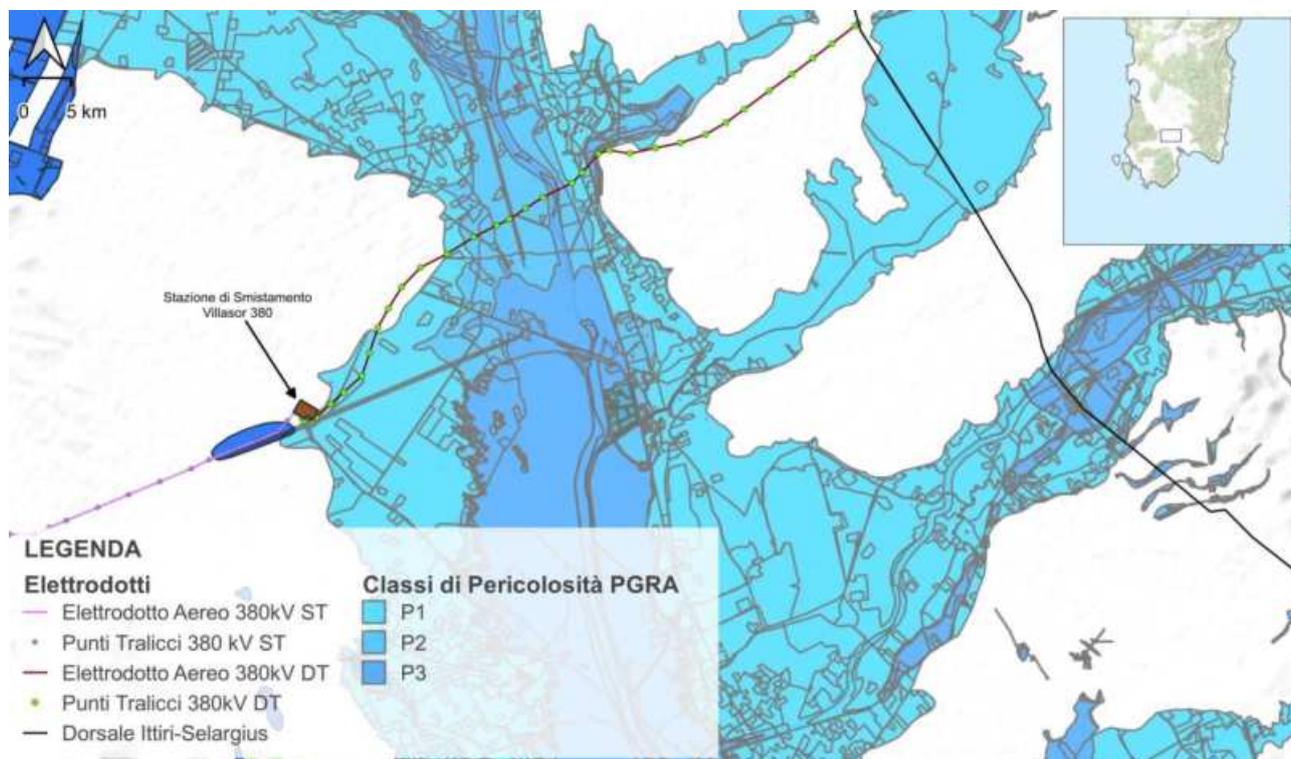


Figura 8.12 – Intersezione elettrodotti aerei con aree PGRA.

Elaborazione iLStudio

Visto quanto riportato precedentemente, la realizzazione delle opere in progetto nelle aree P1, P2, P3, non è in contrasto con la normativa vigente, inoltre verrà fornita la relazione asseverata del tecnico incaricato.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
300 di 1053

8.1.2. Piano stralcio di Assetto Idrogeologico

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

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

Il PAI è stato approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10/07/2006 con tutti i suoi elaborati descrittivi e cartografici, con successive integrazioni derivanti principalmente da studi di compatibilità geologica-geotecnica e idraulica di maggior dettaglio.

Con decreto del Presidente della Regione n. 121 del 10/11/2015 pubblicato sul BURAS n. 58 del 19/12/2015, in conformità alla Deliberazione di Giunta Regionale n. 43/2 del 01/09/2015, sono state approvate le modifiche agli articoli 21, 22 e 30 delle N.A. del PAI, l'introduzione dell'articolo 30-bis e l'integrazione alle stesse N.A. del PAI del Titolo V recante "Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione del rischio di alluvioni (PGRA)".

8.1.2.1. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo

Dalla consultazione del Geoportale della Sardegna, si riportano di seguito le perimetrazioni della pericolosità idraulica e della pericolosità da frana nel caso della configurazione con l'elettrodotto ibrido cavo/aereo (Figura 8.13, Figura 8.14, Figura 8.15, Figura 8.16, Figura 8.17, Figura 8.18).

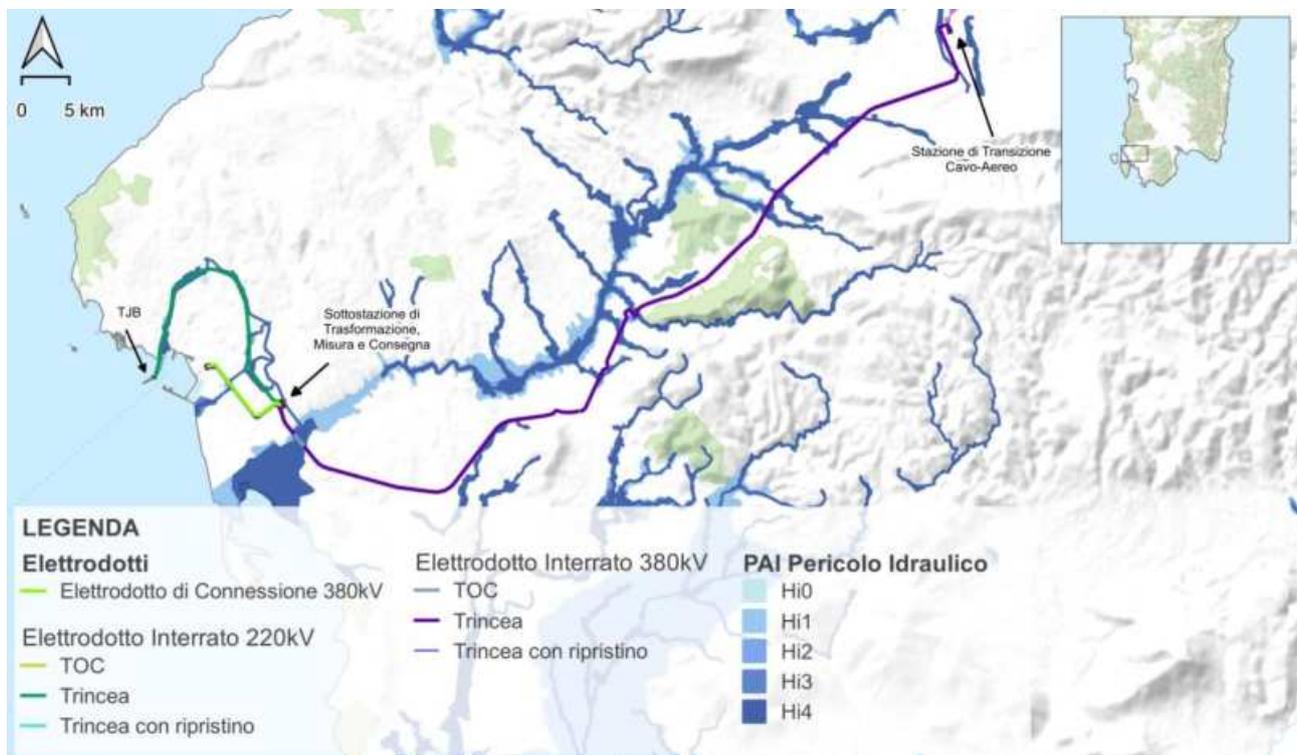


Figura 8.13 – Ubicazione opere a terra rispetto le perimetrazioni a pericolosità idraulica individuate dal PAI.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
301 di 1053

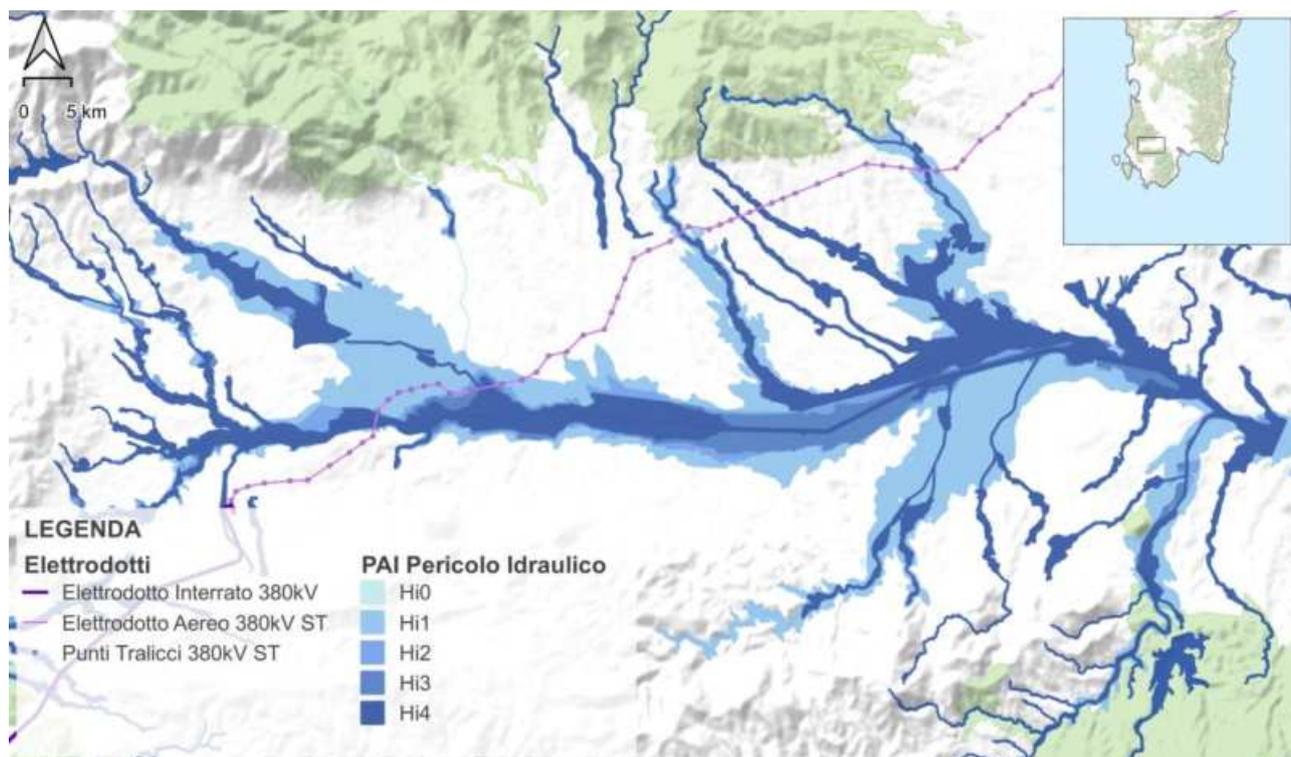


Figura 8.14 – Ubicazione opere a terra rispetto le perimetrazioni a pericolosità idraulica individuate dal PAI.

Elaborazione iLStudio.

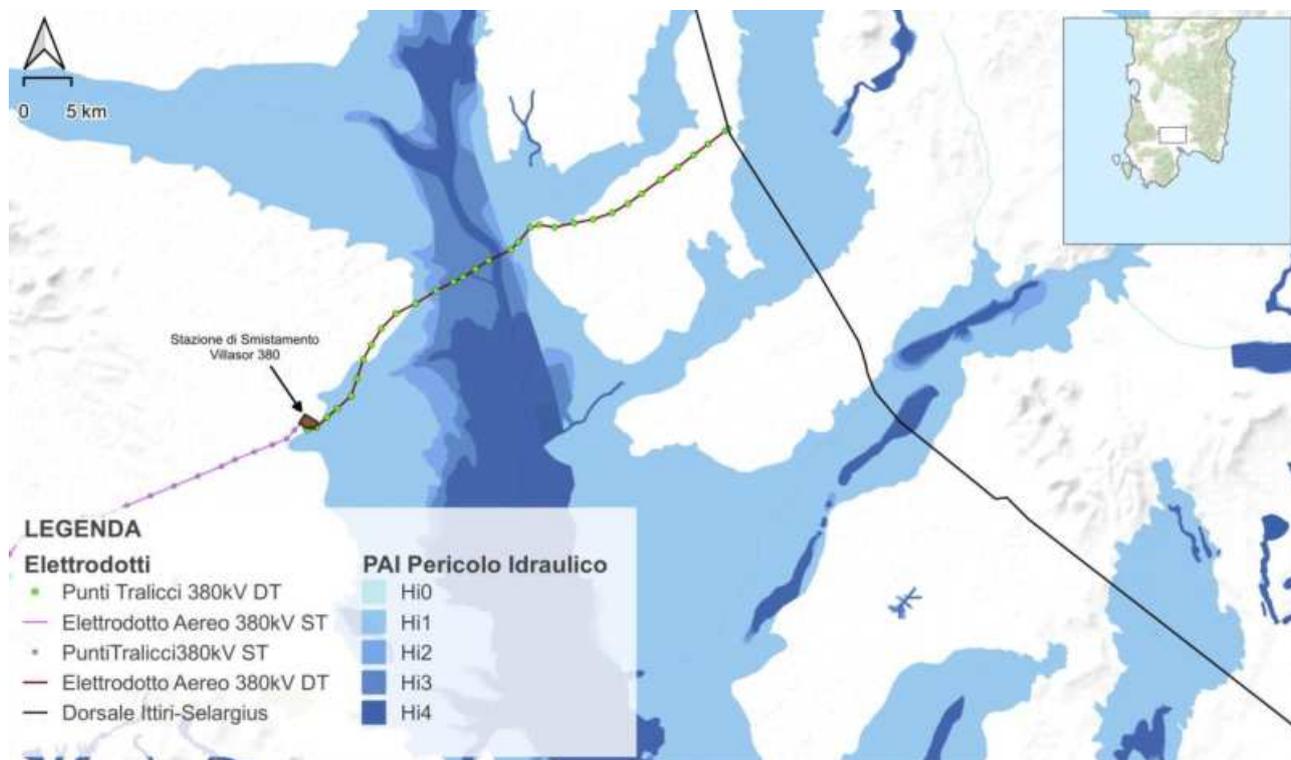


Figura 8.15 – Ubicazione opere a terra rispetto le perimetrazioni a pericolosità idraulica individuate dal PAI.

Elaborazione iLStudio.

L'elettrodotto interrato e quello aereo intercettano aree perimetrate e definite dal Piano come Hi1, Hi2, Hi3 e Hi4. Le aree Hi1 sono "aree a pericolosità idraulica moderata", le Hi2 "aree di pericolosità idraulica media", le



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 302 di 1053

Hi3 “aree di pericolosità idraulica elevata” ed infine le Hi4 “aree a pericolosità idraulica molto elevata” (Figura 8.13, Figura 8.14, Figura 8.15).

Tali opere (nelle zone Hi4), ai sensi dell’art. 27 co. 3) lettere g) e h) di seguito trascritte, sono comunque realizzabili.

[...] g. le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili; 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 un mt, che per le situazioni di parallelismo non ricadano in alveo e area golenale 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 [...];

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 a condizione che, con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che gli scavi siano effettuati a profondità limitata ed a sezione ristretta [...].”

Per quanto riguarda invece i sostegni della linea aerea, sempre in area Hi4, si riporta quanto prescritto dal comma 4 lettera g dell’art. 27:

“4. Nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata resta comunque sempre vietato:

[...] g) nuovi impianti tecnologici fuori terra ad eccezione dei ripetitori e dei tralicci per il trasporto dell’energia elettrica e di quelli espressamente consentiti dalle presenti norme; nel caso in cui le linee aeree per il trasporto dell’energia determinino l’attraversamento di un corso d’acqua, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all’articolo 24 delle presenti norme a condizione che con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che i sostegni sono posizionati il più distante possibile dall’alveo e dalle golene, che il sistema sostegno-fondazione risulti adeguatamente dimensionato e verificato anche rispetto a tutte le possibili azioni di tipo idrostatico e dinamico indotte dalla corrente e che le linee aeree garantiscano un adeguato franco sulla piena 200 anni con valore minimo pari a 1,5 metri [...].”

Per quanto riguarda le aree Hi3, a pericolosità elevata, l’art. 28 riporta:

“1. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 24, nelle aree di pericolosità idraulica elevata sono consentiti tutti gli interventi, le opere e le attività ammessi nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata, alle medesime condizioni stabilite nell’articolo 27.”

Per la pericolosità idraulica media Hi2, l’art. 29 dispone:

“1. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 24, nelle aree di pericolosità idraulica media sono consentiti tutti gli interventi, le opere e le attività ammessi nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata ed elevata, alle medesime condizioni stabilite negli articoli 27 e 28.”

Infine, l’art. 30 considera l’area a pericolosità idraulica moderata e stabilisce:

“1. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 24, nelle aree di pericolosità idraulica moderata compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti disciplinare l’uso del territorio e delle risorse naturali, ed in particolare le opere sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione, le nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, salvo in ogni caso l’impiego di tipologie e tecniche



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
303 di 1053

costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi.”

Il progetto si presenta conforme alle prescrizioni delle NTA e fornirà la relazione asseverata del tecnico incaricato come indicato sempre dalle NTA.

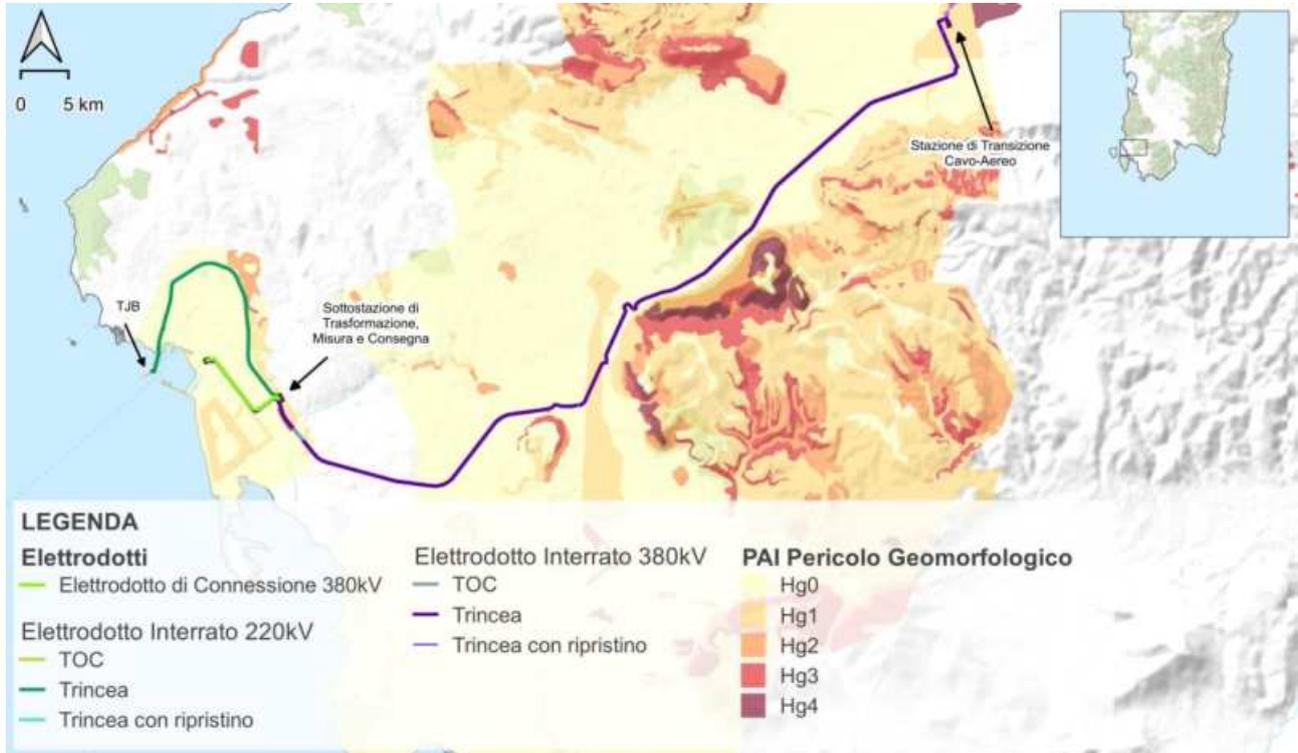


Figura 8.16 – Ubicazione opere a terra rispetto le perimetrazioni a pericolosità frana individuate dal PAI.

Elaborazione iLStudio.

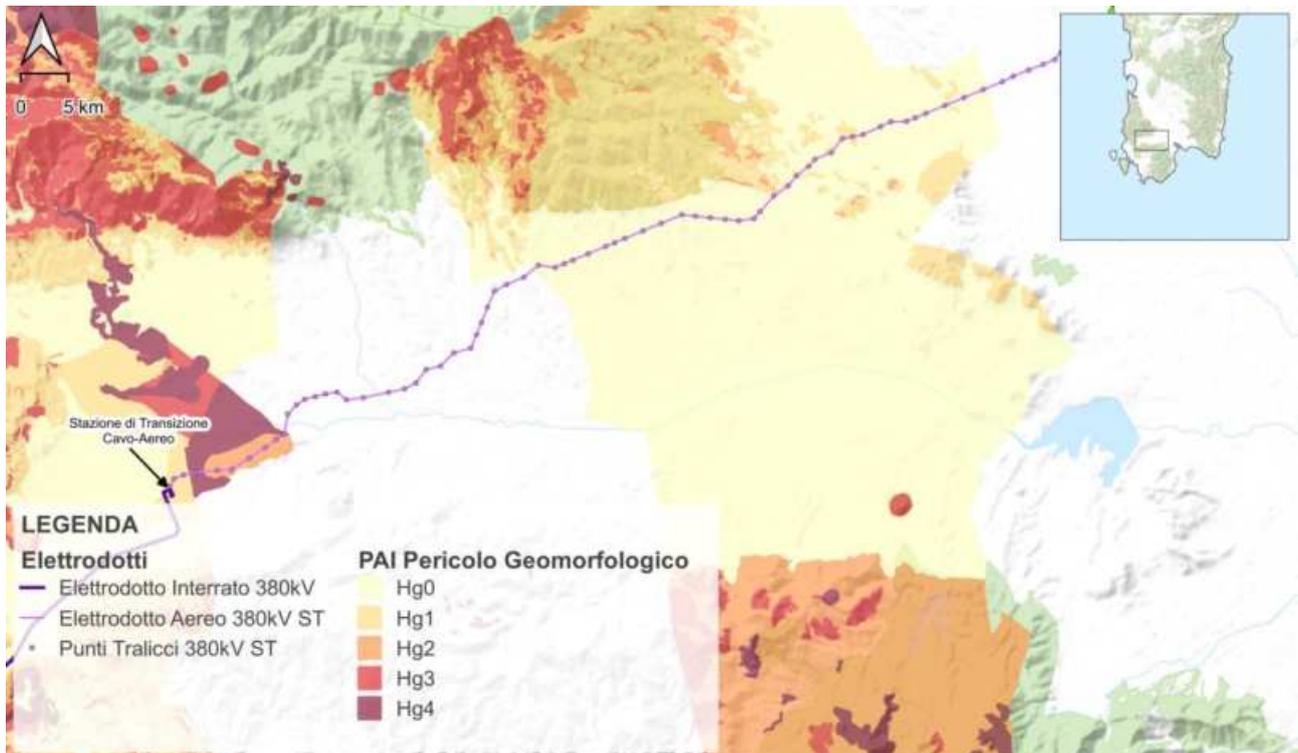


Figura 8.17 – Ubicazione opere a terra rispetto le perimetrazioni a pericolosità frana individuate dal PAI.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
304 di 1053

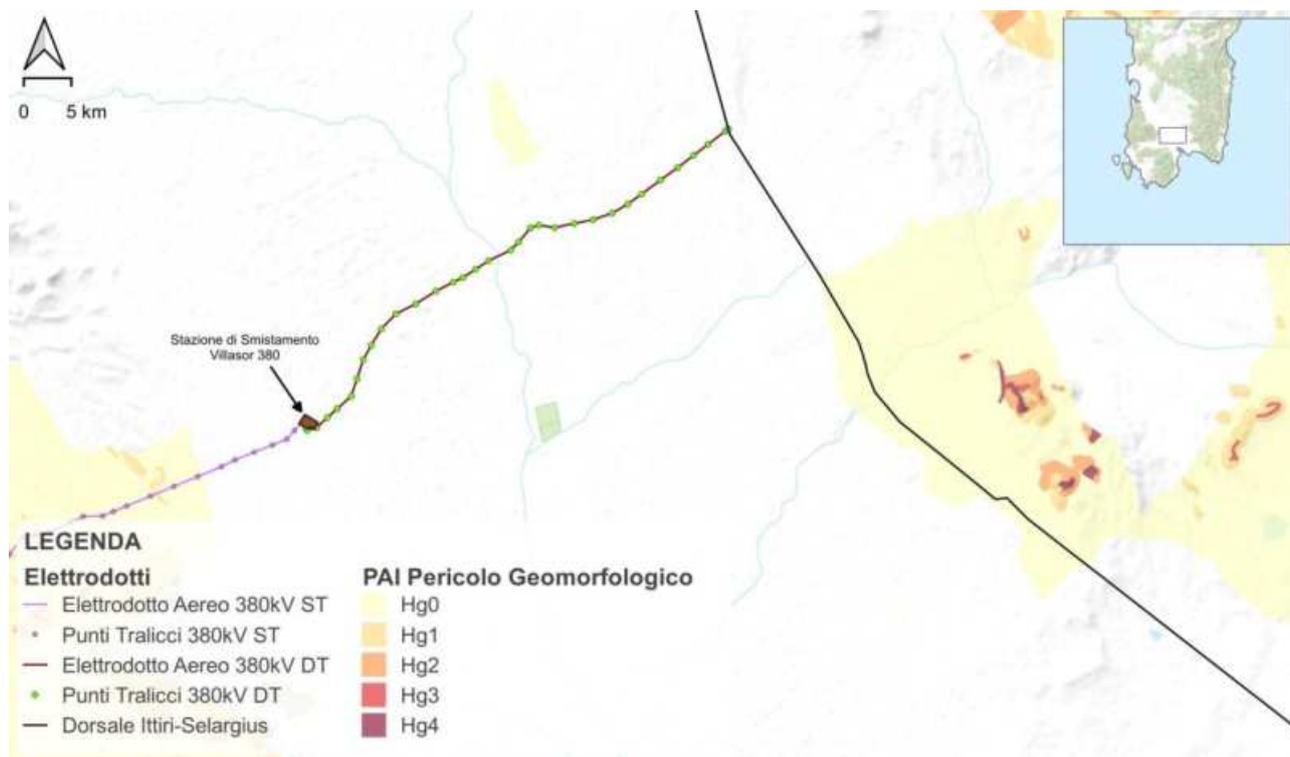


Figura 8.18 – Ubicazione opere a terra rispetto le perimetrazioni a pericolosità frana individuate dal PAI.

Elaborazione iLStudio.

Per quanto riguarda la pericolosità da frana (Figura 8.16, Figura 8.17, Figura 8.18), l'elettrodotto interrato attraversa aree caratterizzate da pericolosità frana bassa o nulla (Hg0) e pericolosità frana moderata (Hg1), quello aereo, invece, attraversa aree caratterizzate da pericolosità da frana bassa o nulla (Hg0), aree con pericolosità moderata (Hg1), aree con pericolosità media (Hg2) e aree con pericolosità elevata (Hg4).

Relativamente all'area interessata dall'intervento con rischio di pericolosità elevata (Hg4) derivante da eventi di tipologia sinkhole, si dovrà far riferimento all'articolo 31, comma 8 delle NTA del PAI che prevede:

“Nelle sole situazioni in cui il pericolo di frana scaturisce da fenomeni gravitativi denominati SINKHOLE (crollo/subsidenza indotti da cavità sotterranee naturali, carsiche o di dissoluzione; o antropiche, estrattive) è consentita nelle aree pericolose la realizzazione di nuove costruzioni, ristrutturazioni, restauro conservativo del patrimonio edilizio, pubblico e privato e delle infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico, previo studio dettagliato dell'area da effettuarsi, a cura del proponente l'intervento, con l'estensione e le modalità previste nel protocollo tecnico “tipo” approvato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino. Gli interventi da realizzarsi nell'area, salvo quelli specificatamente vietati dalle N.A., potranno effettuarsi solo a seguito dell'approvazione, da parte del Segretario generale dello studio di cui sopra e della realizzazione delle opere di salvaguardia eventualmente necessarie. In ogni caso l'area rimarrà sottoposta al vincolo di pericolosità che potrà essere declassato successivamente, con opportuna variante al PAI, solo a seguito di studi ed eventuali lavori di salvaguardia già effettuati su congrue estensioni contigue di territorio.”

Tali indagini, che saranno eseguite in fase esecutiva del progetto, sono previste dall'Allegato A alla delibera del Comitato Istituzionale n. 9 del 30/06/2008 “Protocollo Tecnico “Tipo” di cui all'art. 31 co. 8 delle N.A. P.A.I. - Indicazioni per le Indagini e Studi da Effettuare nelle Zone Mappate a Pericolosità di Frana per Fenomeni di Sinkhole”, redatto dal Servizio di Genio Civile di Cagliari, pubblicato nel Bollettino Ufficiale della Regione Autonoma della Sardegna n.27 del 26/08/2008.

Per quanto riguarda le aree Hg4, non derivanti da eventi di tipologia sinkhole, si farà riferimento all'art. 31 comma 3 lett. i, che consente i seguenti interventi in materia di infrastrutture a rete o puntuale pubbliche o di



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
305 di 1053

interesse pubblico:

“[...] Le nuove reti urbane ed extraurbane 113 riferibili a servizi pubblici essenziali sono consentite a condizione che con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che per la loro realizzazione sono previsti scavi da effettuare esclusivamente lungo strade esistenti e per una profondità di scavo limitata; sono, altresì, consentite nuove linee aeree riferibili a servizi pubblici essenziali a condizione che con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che i sistemi sostegno-fondazione risultino adeguatamente dimensionati e verificati rispetto a tutte le possibili azioni che possano comprometterne la loro stabilità e che gli scavi e le opere per il loro posizionamento non determinino peggioramento del dissesto ante intervento.”

Nell'art. 33 delle prescrizioni delle NTA per quanto riguarda la pericolosità media della frana viene disposto:

“1. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 25, nelle aree di pericolosità media da frana sono consentiti tutti gli interventi, le opere e le attività ammessi nelle aree di pericolosità molto elevata ed elevata da frana, alle medesime condizioni stabilite negli articoli 31 e 32. [...]”

3. In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità media da frana sono inoltre consentiti esclusivamente:

a. gli ampliamenti, le ristrutturazioni e le nuove realizzazioni di infrastrutture riferibili a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili o non delocalizzabili, a condizione che non esistano alternative tecnicamente ed economicamente sostenibili, che tali interventi siano coerenti con i piani di protezione civile, e che ove necessario siano realizzate preventivamente o contestualmente opere di mitigazione dei rischi specifici;

5. Lo studio di compatibilità geologica e geotecnica di cui all'articolo 25: b. è richiesto per gli interventi di cui al comma 3, lettere a, b., c;”

Le aree di pericolosità moderata da frana (Hg1) vengono affrontate nelle prescrizioni dell'art. 34:

“1. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 25, nelle aree di pericolosità moderata da frana compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, ed in particolare le opere sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione, le nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, salvo in ogni caso l'impiego di tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi.”

Il proponente prenderà atto delle prescrizioni delle NTA del PAI e provvederà alla produzione dello studio di compatibilità geologica e geotecnica in fase di progettazione esecutiva.

Le NTA del PAI Sardegna, all'art. 30ter *“Identificazione e disciplina delle aree di pericolosità quale misura di prima salvaguardia”*, prevedono:

“Per i singoli tratti dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico dell'intero territorio regionale di cui all'articolo 30 quater, per i quali non siano state ancora determinate le aree di pericolosità idraulica, con esclusione dei tratti le cui aree di esondazione sono state determinate con il solo criterio geomorfologico di cui all'articolo 30 bis, quale misura di prima salvaguardia finalizzata alla tutela della pubblica incolumità, è istituita una fascia su entrambi i lati a partire dall'asse, di profondità L variabile in funzione dell'ordine gerarchico del singolo tratto”:



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
306 di 1053

Tabella 8.2 – Fascia di rispetto in funzione dell'ordine gerarchico del corso d'acqua.

Ordine gerarchico (numero di Horton-Strahler)	Profondità L (metri)
1	10
2	25
3	50
4	75
5	100
6	150
7	250
8	400

Tratti dell'elettrodotti interrati e dei tralicci dell'aereo ricadono in tali fasce (Figura 8.19, Figura 8.20).

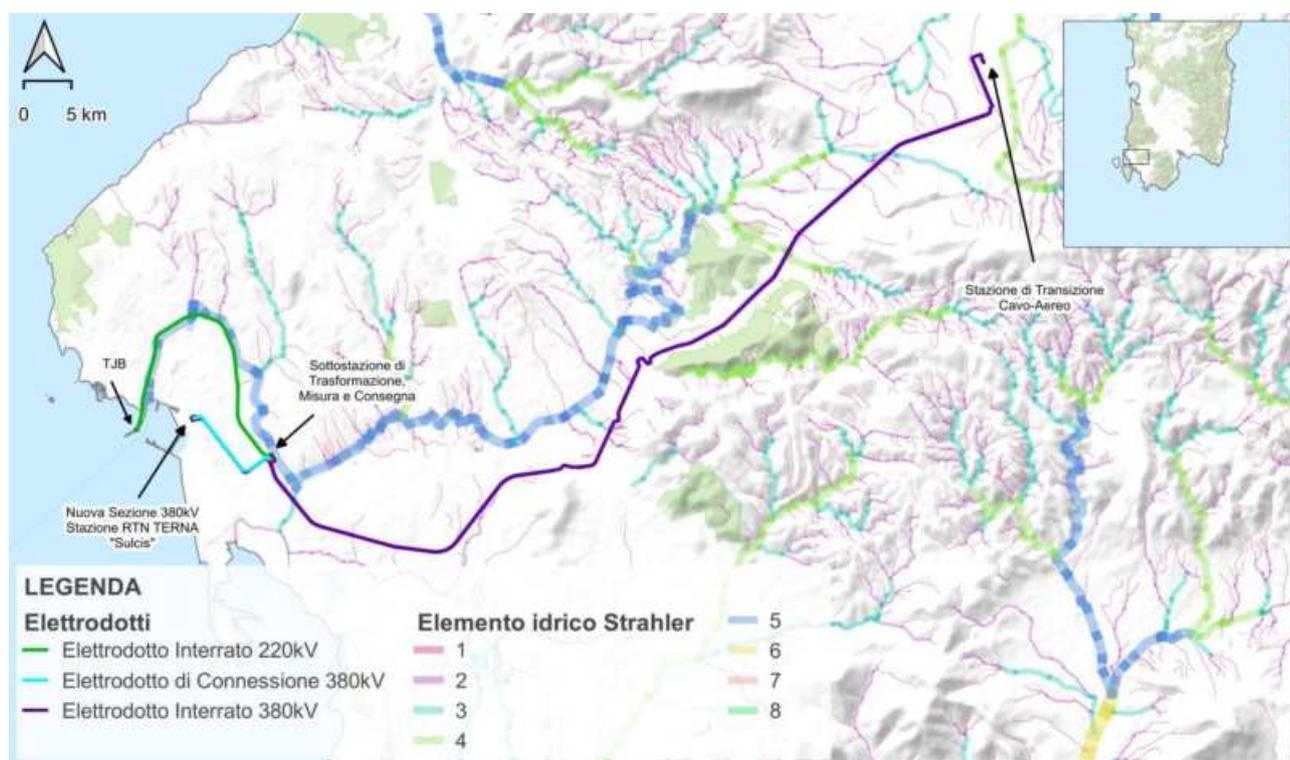


Figura 8.19 – Intersezione elettrodotti interrati con fasce di Horton-Strahler.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
307 di 1053

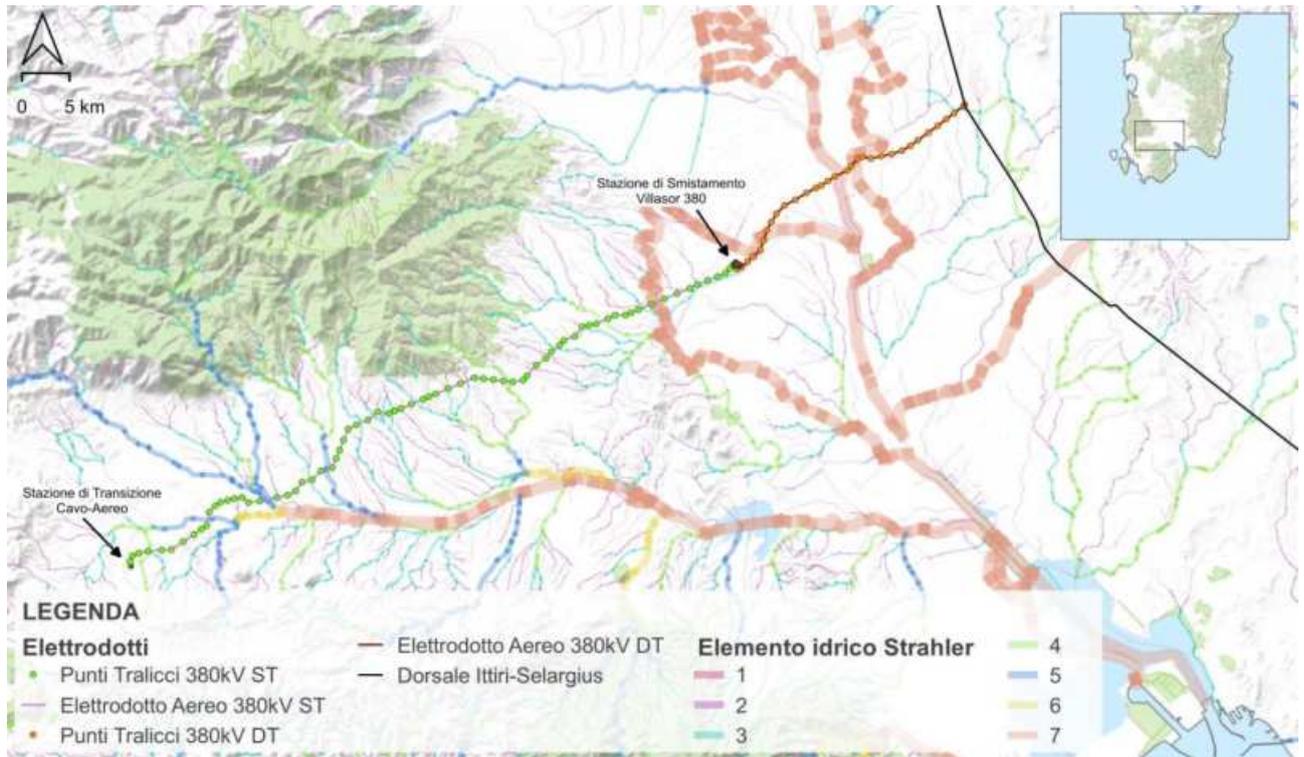


Figura 8.20 – Intersezione elettrodotti aerei con fasce di Horton-Strahler.

Elaborazione iLStudio.

Secondo l'art 30 ter, comma 2 e 3 del PAI:

“2. Per le opere e per gli interventi da realizzare all'interno della fascia di cui al comma 1, i Comuni, anche su istanza dei proponenti, sono tenuti ad effettuare apposito studio idrologico-idraulico volto a determinare le effettive aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1); tale studio, obbligatorio per i tratti di ordine maggiore di due, dovrà contemplare i corsi d'acqua interessati nella loro interezza o almeno i tronchi degli stessi idraulicamente significativi in relazione alle opere e agli interventi da realizzare¹⁰⁵.

3. Anche in assenza degli studi di cui al comma 2, nelle aree interne alla fascia di cui al comma 1, sono consentiti gli interventi previsti dall'articolo 27 e 27 bis delle NA.”

Secondo l'art. 27 comma 3 lettera g e h:

“g) le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili; nel caso di condotte e di cavidotti, non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme a condizione che, con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato venga dimostrato che gli scavi siano effettuati a profondità limitata ed a sezione ristretta, comunque compatibilmente con le situazioni locali di pericolosità idraulica e, preferibilmente, mediante uso di tecniche a basso impatto ambientale [...]

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 a condizione che, con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato, venga dimostrato che gli scavi siano effettuati a profondità limitata ed a sezione ristretta, comunque compatibilmente con le situazioni locali di pericolosità idraulica e, preferibilmente, mediante uso di tecniche a basso impatto ambientale [...]

Il proponente prenderà atto delle prescrizioni delle NTA del PAI e provvederà alla produzione dello studio di compatibilità geologica e geotecnica in fase di progettazione esecutiva.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
308 di 1053

8.1.2.2. Configurazione con elettrodotto aereo

Per la configurazione interamente aerea, di seguito si riportano di seguito le perimetrazioni della pericolosità idraulica e della pericolosità da frana (Figura 8.21, Figura 8.22, Figura 8.23, Figura 8.24).

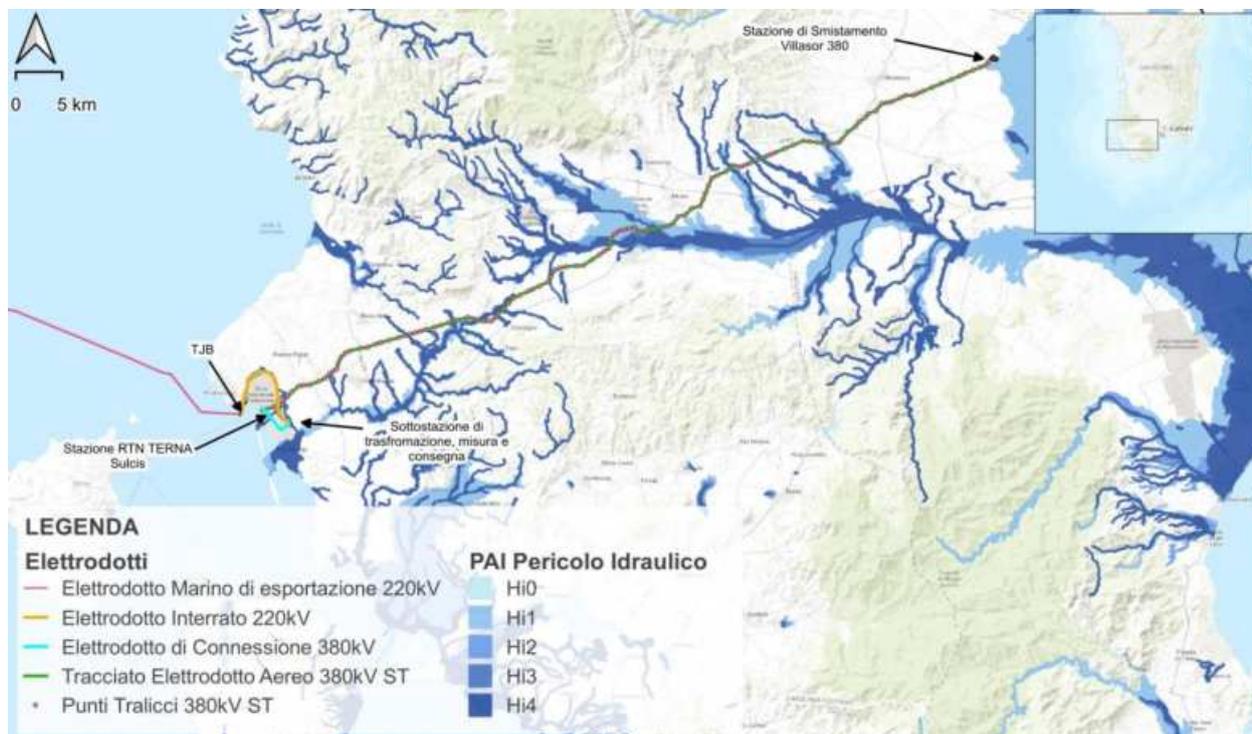


Figura 8.21 – Ubicazione opere a terra rispetto le perimetrazioni a pericolosità idraulica individuate dal PAI.

Elaborazione iLStudio.

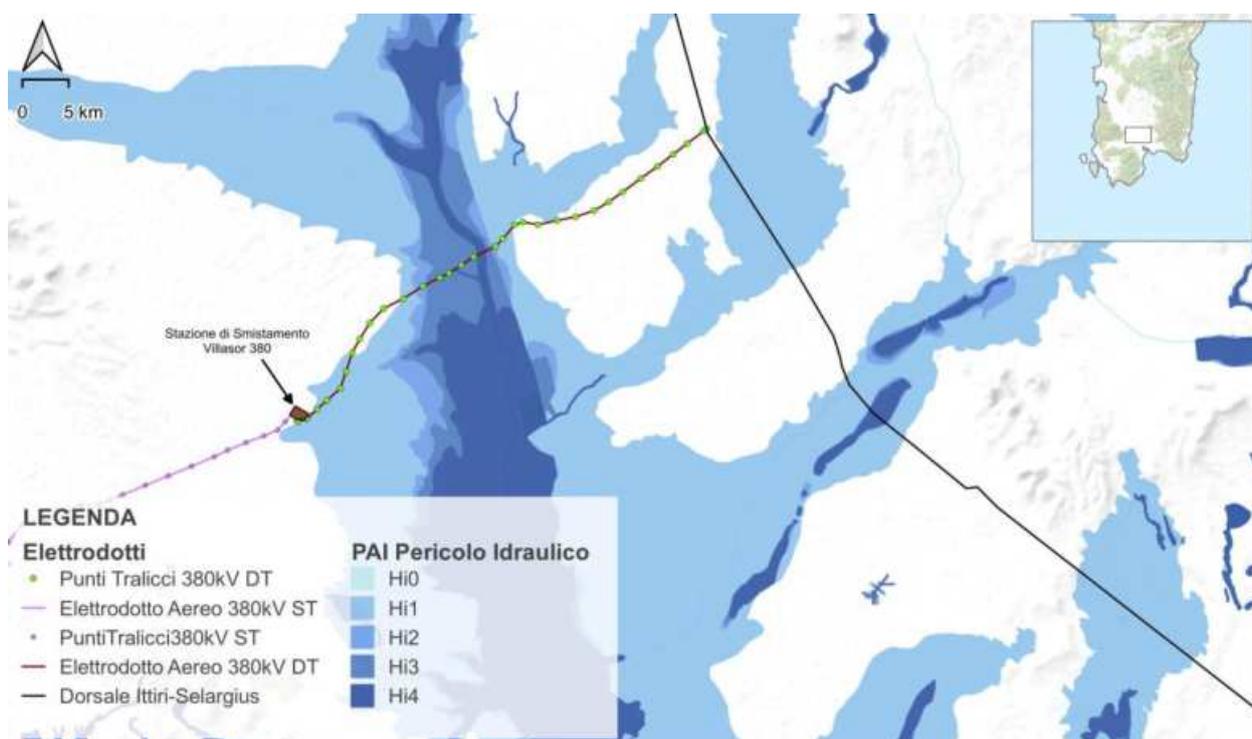


Figura 8.22 – Ubicazione opere a terra rispetto le perimetrazioni a pericolosità idraulica individuate dal PAI.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
309 di 1053

L'elettrodotto aereo intercetta aree perimetrare e definite dal Piano come Hi1, Hi2, Hi3 e Hi4. Le aree Hi1 sono "aree a pericolosità idraulica moderata", le Hi2 "aree di pericolosità idraulica media", le Hi3 "aree di pericolosità idraulica elevata" ed infine le Hi4 "aree a pericolosità idraulica molto elevata".

Il progetto si presenta conforme alle prescrizioni delle NTA e fornirà la relazione asseverata del tecnico incaricato come indicato sempre dalle NTA.

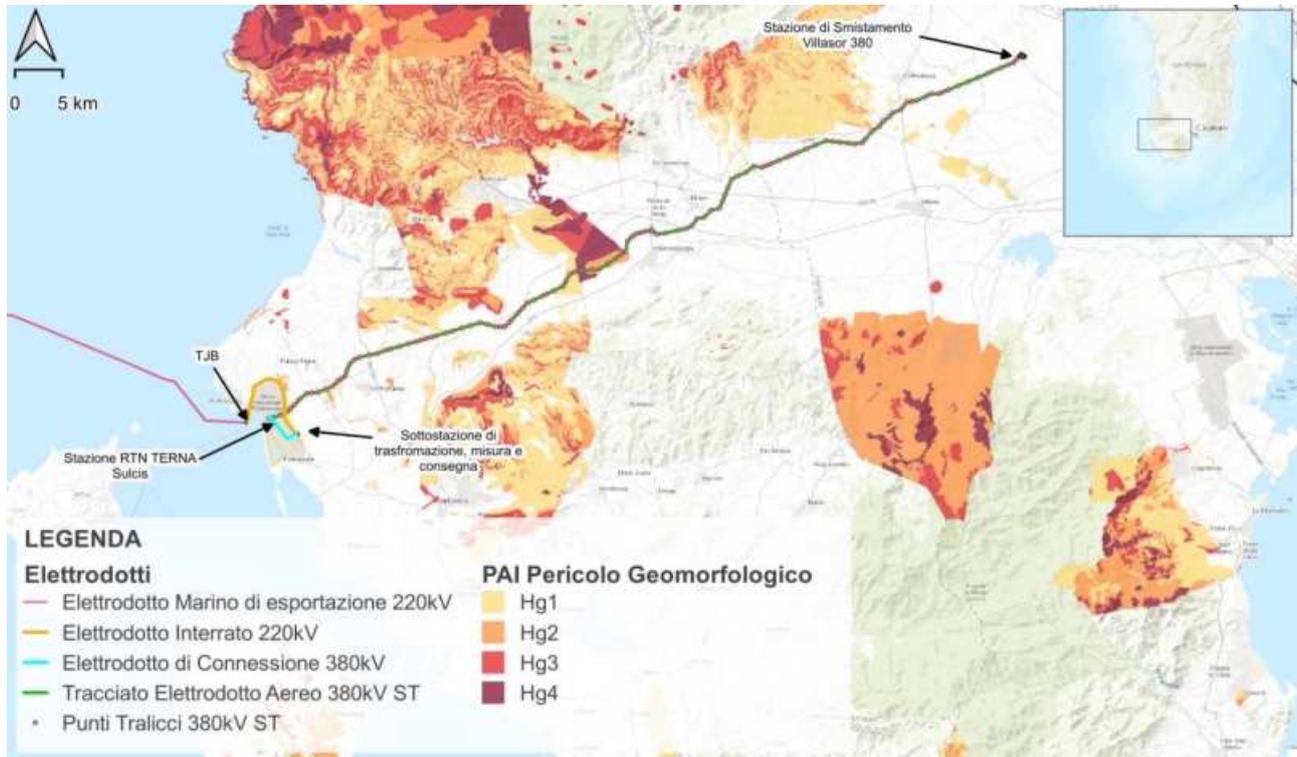


Figura 8.23 – Ubicazione opere a terra rispetto le perimetrazioni a pericolosità frana individuate dal PAI.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
310 di 1053

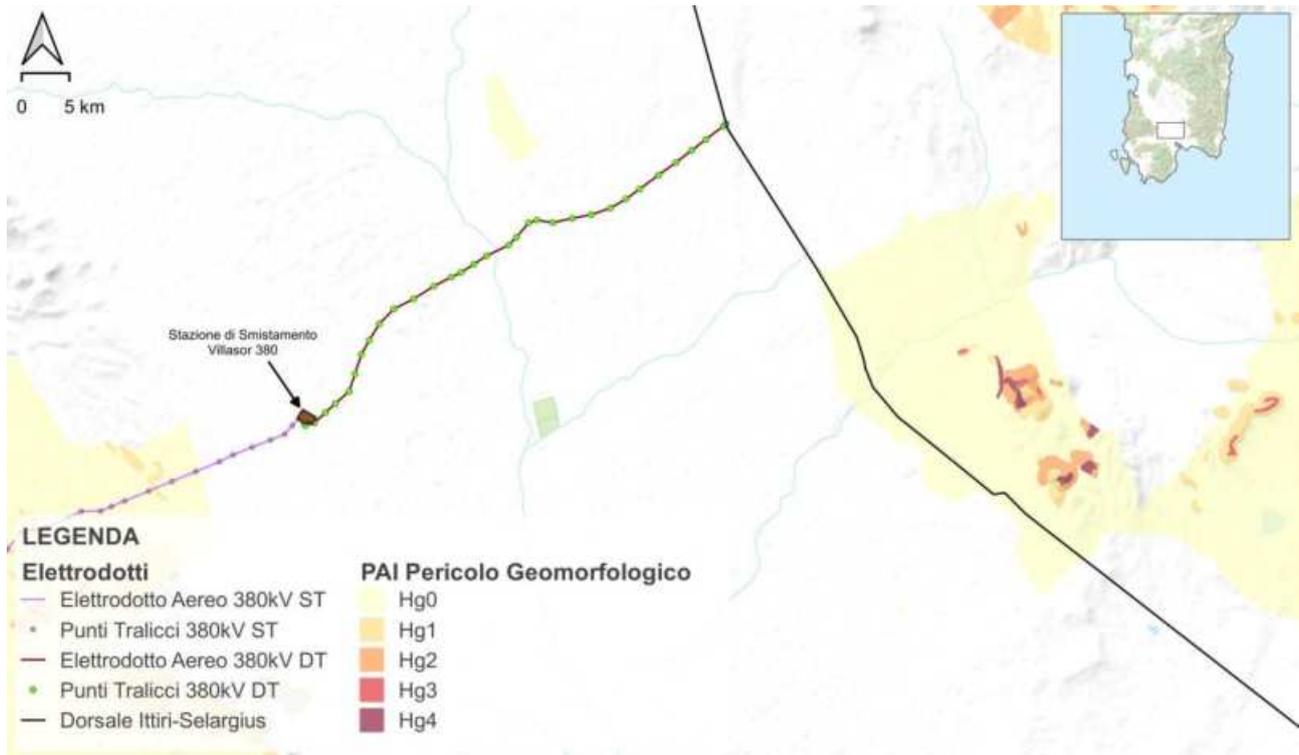


Figura 8.24 – Ubicazione opere a terra rispetto le perimetrazioni a pericolosità frana individuate dal PAI.

Elaborazione iLStudio.

Per quanto riguarda la pericolosità da frana, l'elettrodotto aereo attraversa aree caratterizzate da pericolosità da frana bassa o nulla (Hg0), aree con pericolosità moderata (Hg1), aree con pericolosità media (Hg2) e aree con pericolosità elevata (Hg4).

Relativamente all'area interessata dall'intervento con rischio di pericolosità elevata (Hg4) derivante da eventi di tipologia sinkhole si dovrà far riferimento all'articolo 31, comma 8 delle NTA del PAI.

Il proponente prenderà atto delle prescrizioni delle NTA del PAI e provvederà alla produzione dello studio di compatibilità geologica e geotecnica in fase di progettazione esecutiva.

Per quanto concerne le fasce di rispetto Horton-Strahler, in Figura 8.25 è riportata la loro intersezione con i tralicci dell'elettrodotto aereo.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
311 di 1053

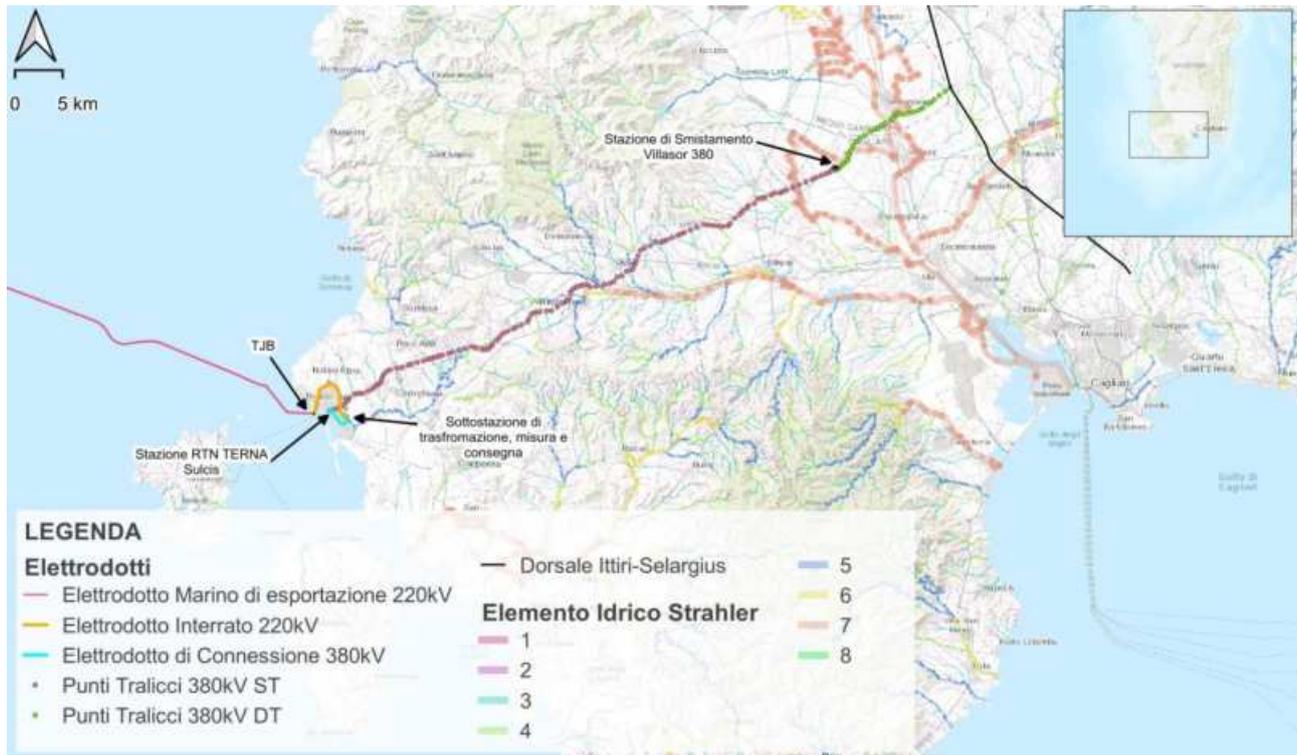


Figura 8.25 – Intersezione elettrodotti aerei con fasce di Horton-Strahler.

Elaborazione iLStudio.

Il proponente prenderà atto delle prescrizioni delle NTA del PAI e provvederà alla produzione dello studio di compatibilità geologica e geotecnica in fase di progettazione esecutiva.

8.1.3. Aree vincolate ai sensi del R.D.L. 3267/1923

Il Vincolo Idrogeologico venne istituito e regolamentato con il R.D. n. 3267/1923 e con il R.D. n. 1126/1926 e s.m.i. Lo scopo principale del vincolo idrogeologico è quello di preservare l'ambiente fisico: non è preclusivo della possibilità di trasformazione o di nuova utilizzazione del territorio, ma mira alla tutela di interessi pubblici e alla prevenzione del danno. Il R.D. n. 3267/1923 vincola, per scopi idrogeologici, i terreni di qualsiasi natura e destinazione che possono subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque. Un secondo vincolo è posto sui boschi, che, per loro speciale ubicazione, difendono terreni o fabbricati da eventi estremi quali valanghe, sorrenamento e movimenti franosi.

8.1.3.1. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo

Per quanto riguarda la configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo, come mostrato in Figura 8.26, l'elettrodotto interrato attraversa marginalmente aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. 3267/1923 mentre quello aereo attraversa con i tralicci aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. 3267/1923. Le suddette interferenze saranno gestite secondo quanto previsto dalle "Prescrizioni di massima e di polizia forestale per i boschi e terreni sottoposti a vincolo idrogeologico" Approvate con Decreto dell'Assessore della difesa dell'ambiente del 31 marzo 2021, n. 3022/3. L'art. 55 delle prescrizioni indica la trasformazione dei boschi a coltura agraria ed in altre qualità di coltura e dei terreni saldi in terreni soggetti a periodica lavorazione.



Ichnusa wind power srl

ilStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
312 di 1053

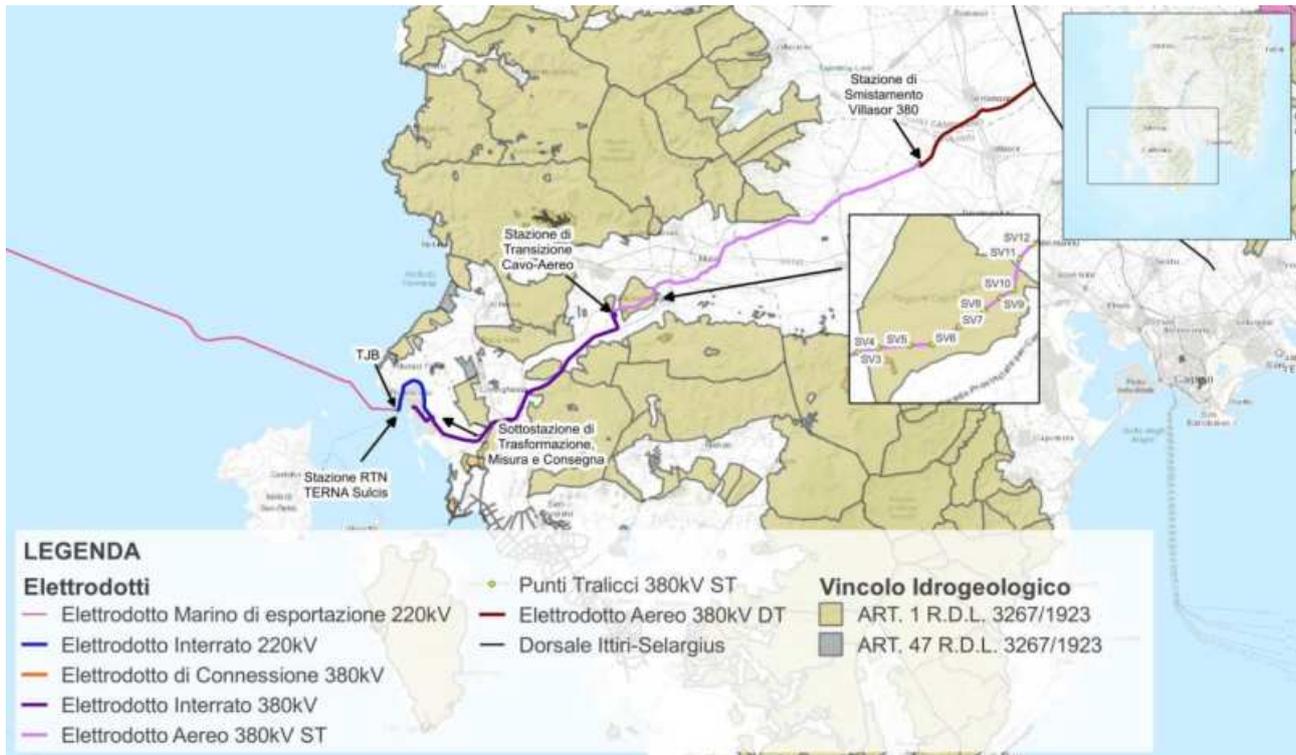


Figura 8.26 – Ubicazione del progetto rispetto alle aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. 3267/1923.

Elaborazione ilStudio.

Di seguito riporta:

"Sono riconducibili agli interventi di trasformazione permanente previsti dall'articolo 7 del R.D.L.3267/23 e ai sensi della definizione di cui all'art. 3 le tipologie di lavori ed opere appresso elencate: [...]"

tutte le trasformazioni di bosco e/o di terreno saldo, nudo e/o cespugliato in aree di sedime per la realizzazione di fabbricati e/o opere edilizie a qualsiasi uso destinati, come parcheggi, marciapiedi, lastricati prefabbricati fissati o non con malta cementizia, piscine, piattaforme in calcestruzzo per la posa in opera di tralicci e/o strutture prefabbricate in genere, apertura ex novo di strade anche in terra battuta (viabilità principale di cui all'art. 3, comma 1 punto 1.38 escluse le piste forestali e linee di esbosco); apertura ex novo di fasce parafuoco primarie e secondarie (sono escluse le fasce parafuoco terziarie soggette a comunicazione con relazione ai sensi del successivo art. 58 comma 2); [...]"

3. Le tipologie di lavori e opere non espressamente previsti al comma precedente purché costituiscano di fatto una trasformazione permanente del terreno sono esaminate e qualificate caso per caso dal S.T.I.R.

4. La esecuzione dei lavori e delle opere di cui sopra è subordinata all'autorizzazione rilasciata dal S.T.I.R. competente per territorio, secondo la procedura prevista dall'articolo 21 del R.D. 1126/1926.

5. Il S.T.I.R., può imporre, caso per caso, prescrizioni e modalità di lavorazione del terreno, nonché la esecuzione di opere idonee alla regimazione delle acque e ad assicurare la stabilità del terreno, al fine di prevenire i danni di cui all'art.1 del R.D.L. 3267/1923 qualora quelle contenute nelle presenti prescrizioni siano ritenute insufficienti.

6. Qualora, per la scarsa profondità del suolo, per l'eccessiva pendenza del terreno, o per altri fattori imprevisti e imprevedibili, le modalità di lavorazione e le prescrizioni imposte dal S.T.I.R. si manifestino insufficienti a prevenire i danni di cui all'art.1 del R.D.L. 3267/1923 il S.T.I.R. con provvedimento motivato, determina la sospensione dei lavori ed impone ulteriori prescrizioni integrative.

7. Le prescrizioni integrative sono notificate al titolare dell'autorizzazione con le modalità previste dall'art. 21



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
313 di 1053

comma 3 del R.D.1126/1926.

8. Nel caso di realizzazione di particolari e rilevanti opere di trasformazione, a garanzia della corretta osservanza delle prescrizioni imposte nel provvedimento di autorizzazione, il S.T.I.R., può imporre una congrua fideiussione a favore dello stesso S.T.I.R. secondo quanto previsto dall'art. 25 R.D.L. 3267/1923; la fideiussione sarà liberata a lavori ultimati.”

In riferimento alla proposta presentata nello SIA cod.C0421YR03RELSIA00, i tralicci ubicati in aree a vincolo idrogeologico erano i seguenti 15-16-17 ST, dal 26 a 34 ST, dal 52 al 58 ST e 92 ST. Nella configurazione ibrida cavo/aereo qui presentata, il numero dei sostegni in aree a vincolo idrogeologico si riduce a 7: da SV4 a SV10.

8.1.3.2. Configurazione con elettrodotto aereo

Per quanto riguarda la configurazione interamente aerea, come mostrato in Figura 8.27, l'elettrodotto aereo attraversa aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L 3267/1923. Le suddette interferenze saranno gestite secondo quanto previsto dalle “Prescrizioni di massima e di polizia forestale per i boschi e terreni sottoposti a vincolo idrogeologico” Approvate con Decreto dell'Assessore della difesa dell'ambiente del 31 marzo 2021, n. 3022/3.

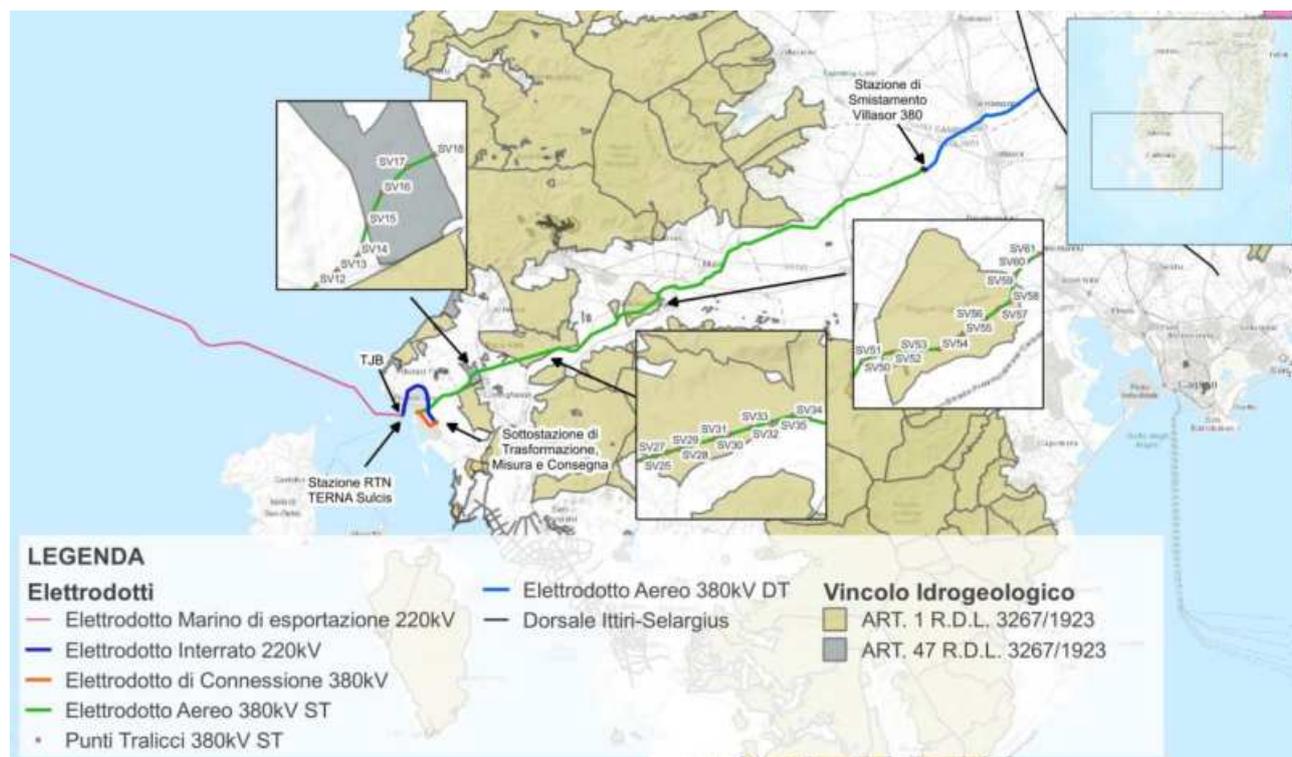


Figura 8.27 – Ubicazione del progetto rispetto alle aree soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. 3267/1923.

Elaborazione iLStudio.

In riferimento alla proposta presentata nello SIA cod.C0421YR03RELSIA00, i tralicci ubicati in aree a vincolo idrogeologico erano i seguenti 15-16-17 ST, dal 26 a 34 ST, dal 52 al 58 ST e 92 ST. Nella configurazione con elettrodotto aereo qui descritta solo il sostegno corrispondente al 92 ST non ricade più in suddette aree. Tutti gli altri sostegni continuano ad essere collocati in aree a vincolo idrogeologico.

8.1.4. Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)

In conformità alla legge 18 maggio 1989 n. 183, art. 17, comma 6, è stato redatto il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale concernente i settori funzionali individuati dal



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
314 di 1053

comma 3. Nello specifico il PSFF individua le fasce fluviali con tempo di ritorno pari a 2, 50, 100, 200 e 500 anni.

Tale Piano ha valore di Piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo attraverso il quale vengono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso relative alle fasce fluviali.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PFSS) approfondisce ed integra il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), costituendo lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali che rende possibile il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali, il tutto attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive).

Il Servizio del Suolo dell'Assessorato dei Lavori Pubblici ha definito le Linee Guida per la redazione del Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali approvate con Delibera di Giunta Regionale n. 48/11 del 30/12/2003.

Gli obiettivi del PSFF sono i seguenti:

- garantire la sicurezza al territorio sardo da eventuali eventi di tipo idrogeologico, tutelando così le attività umane, i beni economici ed il patrimonio ambientale e culturale da eventuali danni;
- ostacolare eventuali interventi ed attività che hanno lo scopo di impedire un adeguato assetto idrogeologico dei bacini facenti parte del piano;
- costituire condizioni di base per avviare azioni di riqualificazione degli ambienti fluviali e di riqualificazione naturalistica o strutturale dei versanti in dissesto;
- creare un sistema attraverso il quale ridurre o eliminare eventuali situazioni di pericolo e rischio;
- definire una base informativa concernente le politiche e le iniziative regionali in materia di delocalizzazioni e di verifiche tecniche da effettuare sul rischio specifico esistente a carico di infrastrutture, impianti o insediamenti.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali contiene le perimetrazioni delle aree caratterizzate da pericolosità idraulica mappate nell'ambito del Piano medesimo e aggiornate alla data del 17.12.2015. La banca dati si basa sulle perimetrazioni del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, approvato definitivamente con Deliberazione n. 2 del 17/12/2015 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino ai sensi della L.R. n. 28 del 09/11/2015, e pubblicata nel BURAS n. 58 del 19/12/2015.

8.1.4.1. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo

Come mostrato in Figura 8.28, Figura 8.29, Figura 8.30, Figura 8.31, l'elettrodotto interrato interseca fasce fluviali C, mentre i tralicci degli elettrodotti aerei ricadono in fasce B100, B200 e C, le quali risultano equivalenti rispettivamente alle classi di pericolosità Hi3, Hi2 e Hi1, pertanto verranno applicare le stesse prescrizioni previste dalle NTA del PAI.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
315 di 1053

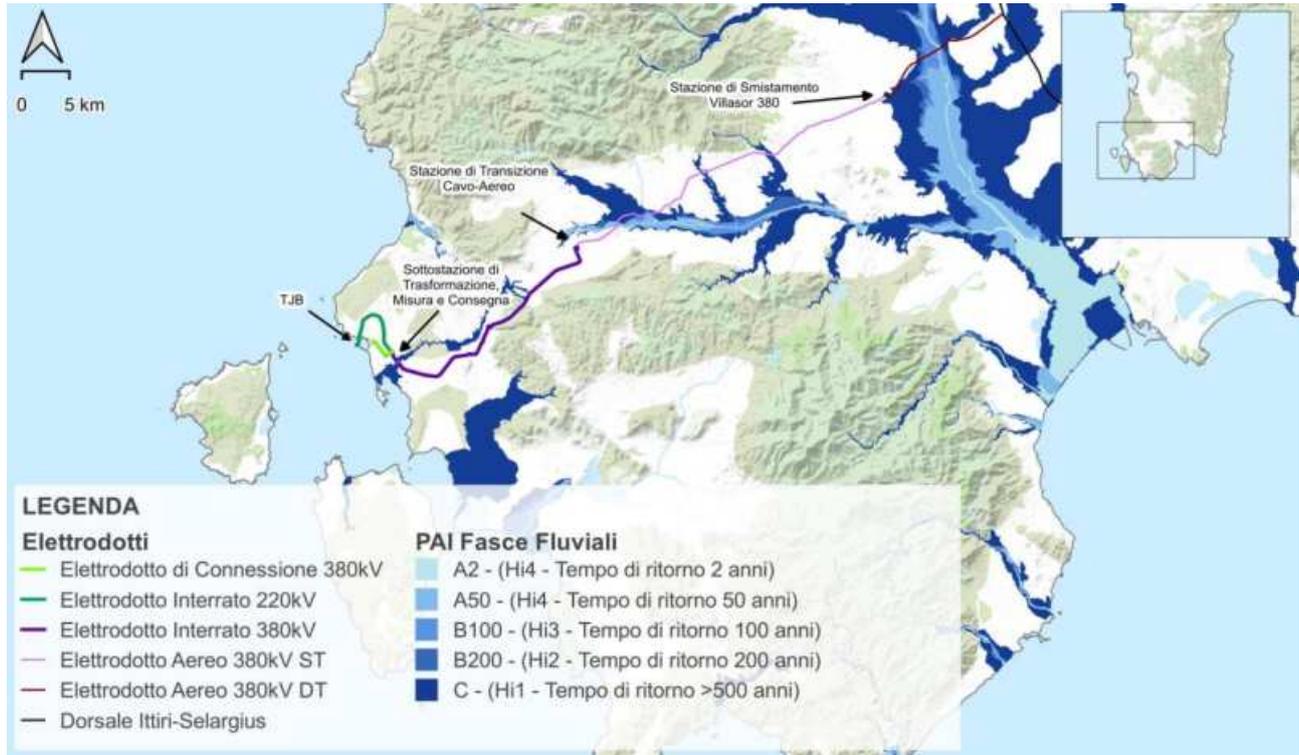


Figura 8.28 – Ubicazione del progetto rispetto alle perimetrazioni PSFF.
Elaborazione iLStudio.

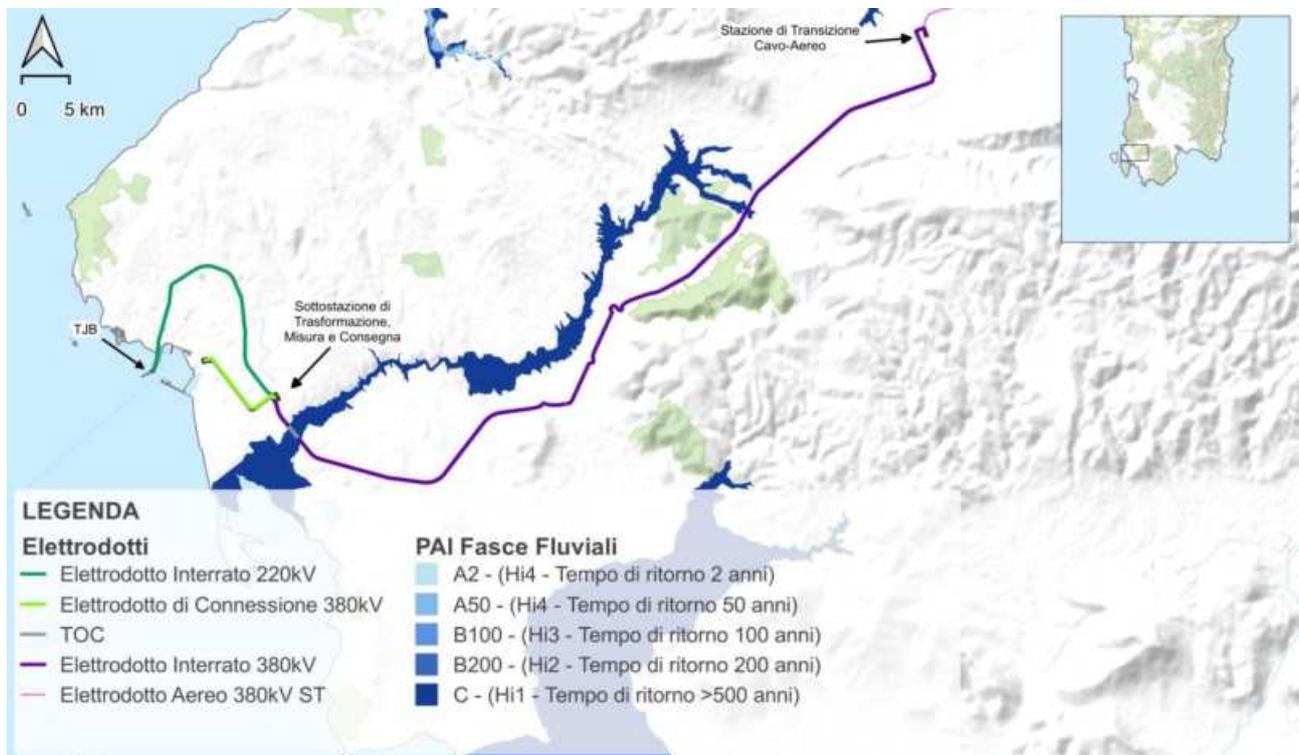


Figura 8.29 – Ubicazione elettrodotti interrati rispetto alle perimetrazioni PSFF.
Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
316 di 1053

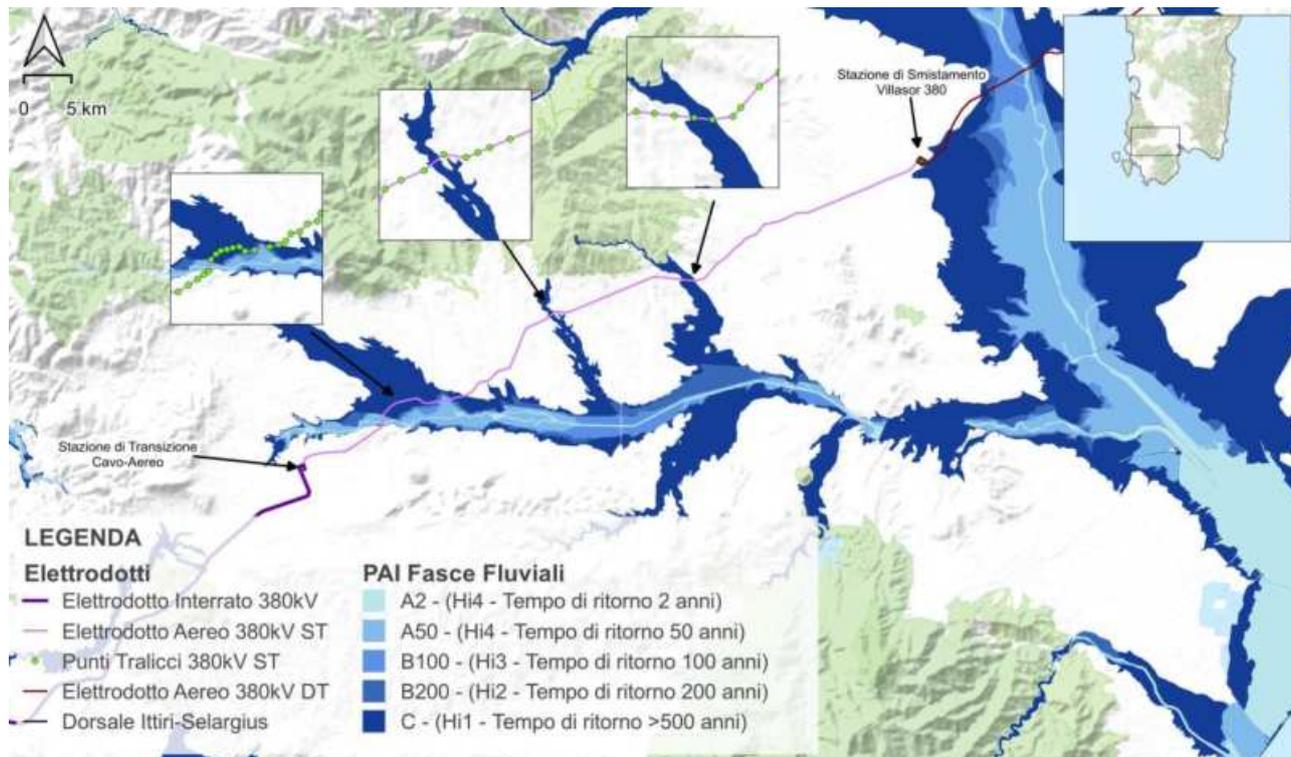


Figura 8.30 – Ubicazione elettrodotto aereo ST rispetto alle perimetrazioni PSFF.

Elaborazione iLStudio.

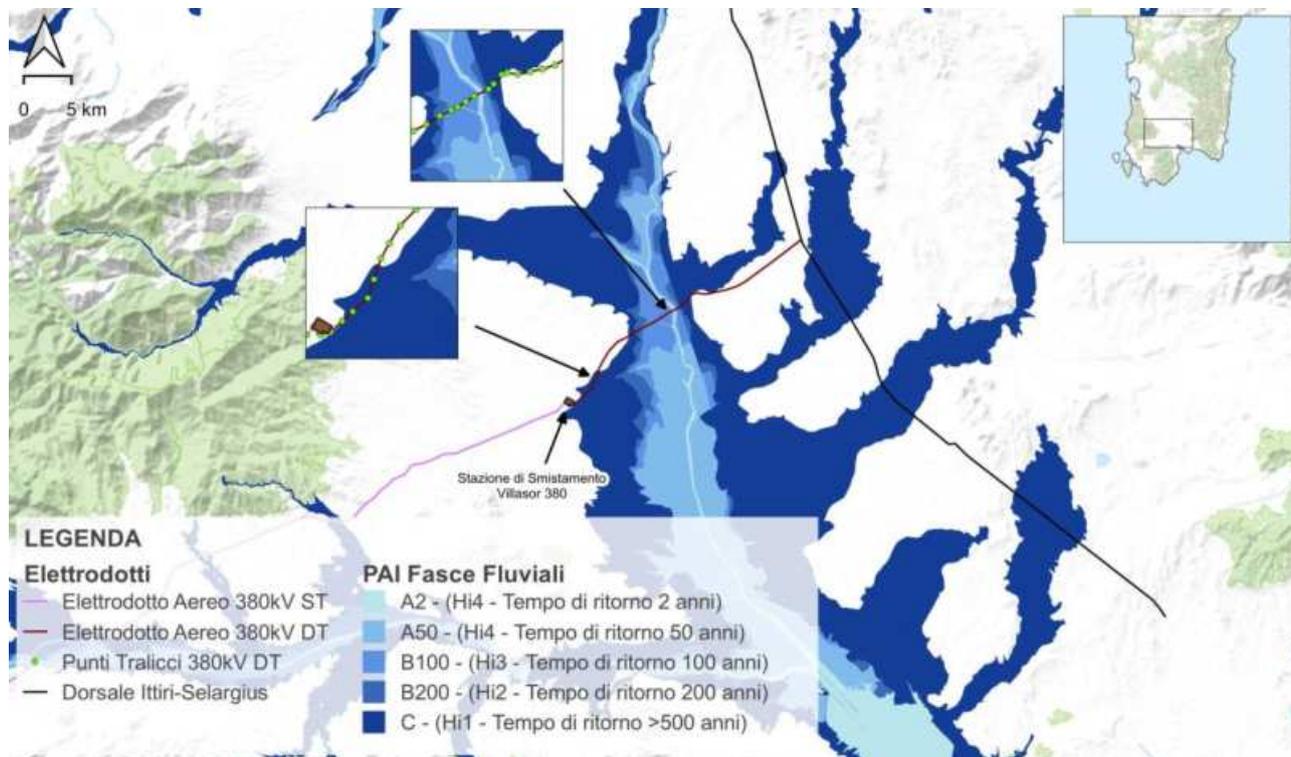


Figura 8.31 – Ubicazione elettrodotto aereo DT rispetto alle perimetrazioni PSFF.

Elaborazione iLStudio.

8.1.4.2. Configurazione con elettrodotto aereo

Come mostrato in Figura 8.32 e Figura 8.33 i trallici degli elettrodotti aerei ricadono in fasce B100, B200 e C,



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
317 di 1053

le quali risultano equivalenti rispettivamente alle classi di pericolosità Hi3, Hi2 e Hi1, pertanto verranno applicare le stesse prescrizioni previste dalle NTA del PAI.

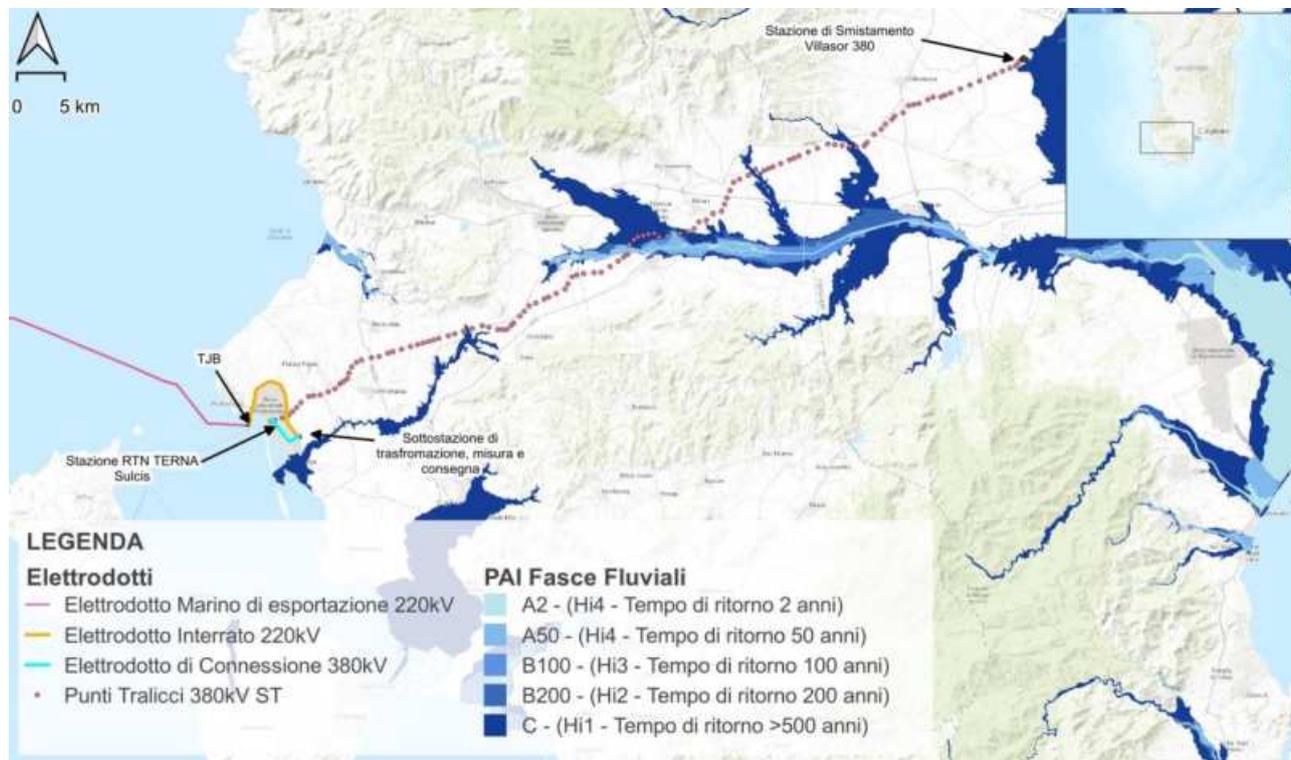


Figura 8.32 – Ubicazione elettrodotto aereo ST rispetto alle perimetrazioni PSFF.

Elaborazione iLStudio.

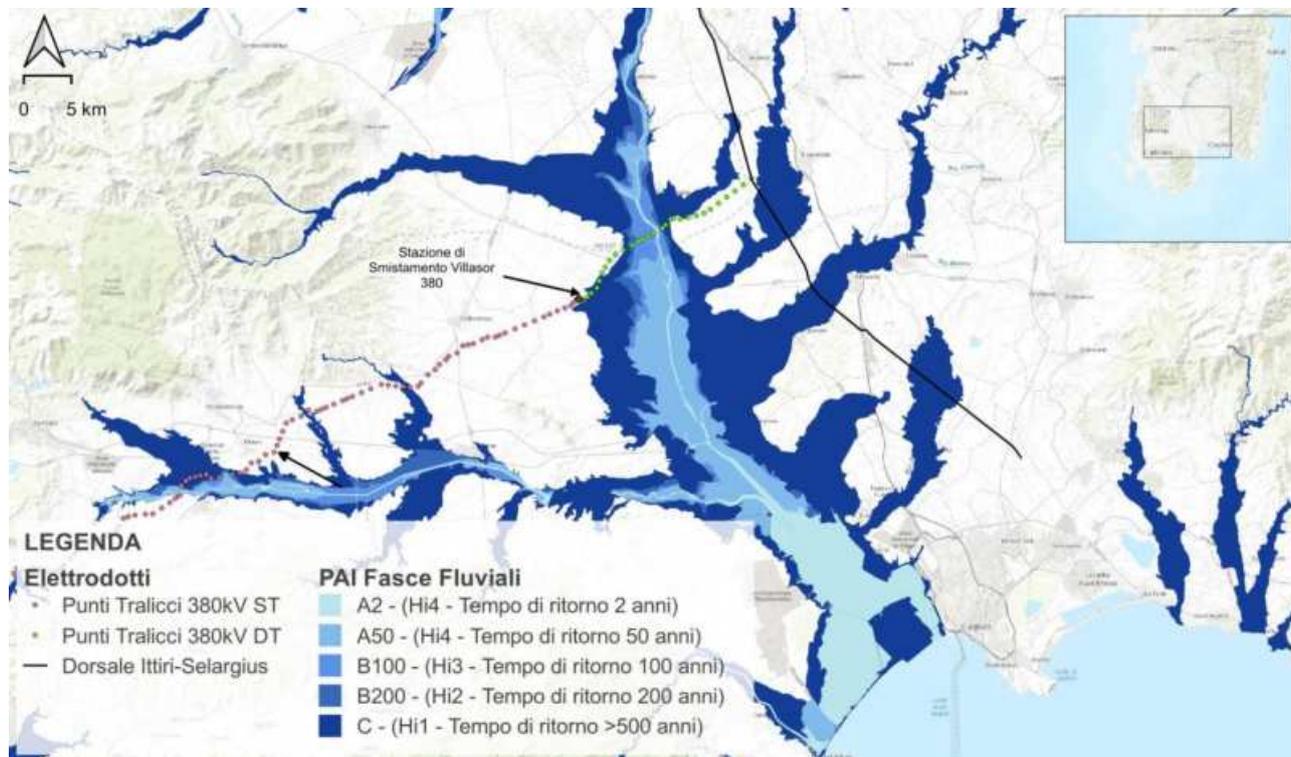


Figura 8.33 – Ubicazione elettrodotto aereo DT rispetto alle perimetrazioni PSFF.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
318 di 1053

8.2. Aree tutelate

8.2.1. Rete Natura 2000

La Rete Natura 2000 è lo strumento adottato dall'Unione Europea per tutelare la biodiversità fondata ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" per preservare gli habitat naturali e le specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario.

Si tratta di una rete distribuita su tutto il territorio unionale composta da una serie di Siti di Interesse Comunitario (SIC), identificati dagli Stati Membri secondo quanto previsto dalla Direttiva Habitat e indicati successivamente come Zone Speciali di Conservazione (ZSC), e Zone di Protezione Speciale (ZPS) istituite ai sensi della Direttiva 2009/147/CEE "Uccelli" per la conservazione degli uccelli selvatici.

Le aree che compongono la Rete Natura 2000 non costituiscono riserve rigidamente protette dove le attività umane sono a priori escluse. La Direttiva Habitat, infatti, intende garantire la protezione della natura tenendo anche "conto delle esigenze economiche, sociali e culturali, nonché delle particolarità regionali e locali" (Energetica, 2022).

La Rete Natura 2000 in Sardegna è costituita da 128 siti, di cui 31 ZPS (siti di tipo "A"), 89 ZSC (siti di tipo "B"), 8 SIC in attesa dei Decreti Ministeriali di approvazione delle misure di conservazione. Tra le 31 ZPS 10 siti sono di tipo "C", ossia aree per le quali i SIC/ZSC coincidono completamente con le ZPS (Sardegna, 2023).

I siti Rete Natura 2000 più prossimi all'impianto sono riportati su cartografia per una più comoda individuazione (per dettagli si veda l'elaborato grafico "Ubicazione parco eolico su perimetrazione aree SIC, ZPS e ZSC" cod. C0421VT00PLAN2K00).

8.2.1.1. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo

Come si può facilmente intuire osservando la Figura 8.34, l'ubicazione delle turbine, il percorso del cavidotto di collegamento offshore, il percorso di collegamento interrato e quello aereo non interessano aree appartenenti alla Rete Natura 2000. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione specialistica "Valutazione di incidenza ambientale" cod. C0421YR04VALINC01.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
319 di 1053



Figura 8.34 – Inquadramento area d’intervento su mappatura Rete Natura 2000.

Elaborazione iLStudio.

8.2.1.2. Configurazione con elettrodotto aereo

Come si può facilmente intuire osservando la Figura 8.35, l’ubicazione delle turbine, il percorso del cavo di collegamento offshore, il percorso aereo non interessano aree appartenenti alla Rete Natura 2000. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione specialistica “Valutazione di incidenza ambientale” cod. C0421YR04VALINC01.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
320 di 1053



Figura 8.35 – Inquadramento area d'intervento su mappatura Rete Natura 2000.

Elaborazione iLStudio.

8.2.2. Important Bird Areas

Le Important Bird Areas o IBA, sono delle aree che rivestono un ruolo chiave per la conservazione di popolazioni di uccelli selvatici, la cui identificazione è parte di un progetto di carattere internazionale, curato da BirdLife International. Per essere riconosciuto come IBA, un sito deve possedere almeno una delle seguenti caratteristiche:

- ospitare un numero significativo di individui di una o più specie minacciate a livello globale;
- fare parte di una tipologia di aree che sia importante ai fini della conservazione di particolari specie (come le zone umide o i pascoli aridi o le scogliere dove nidificano gli uccelli marini);
- essere una zona in cui si concentra un numero particolarmente alto di uccelli in migrazione.

L'individuazione di aree IBA deriva da criteri scientifici, standardizzati e applicati a livello internazionale. Le IBA non sono rilevanti soltanto per la tutela degli uccelli ma insieme alla Rete Natura 2000 si rendono indicatori della biodiversità, di conseguenza tutelando le IBA, indirettamente vengono tutelate anche altre specie animali e vegetali essendo le aree IBA definite sulla base della fauna ornitica. A livello mondiale ci sono circa 11000 siti in ben 200 Paesi, in Italia vengono classificati 172 siti grazie al lavoro della "Lipu" (associazione per la conservazione della natura, la tutela della biodiversità, la promozione della cultura ecologica in Italia) (LIPU, 2014).

8.2.2.1. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo

Nell'area interessata dal progetto sono state individuate aree IBA in prossimità delle coste prospicienti le isole di San Pietro e di Sant'Antioco e l'area IBA "Stagni del Golfo di Palmas" (Figura 8.36) (per dettagli si veda l'elaborato grafico "Ubicazione parco eolico su perimetrazione aree IBA e zone RAMSAR" cod. C0421VT00PERIBA00). Il layout di progetto non interseca direttamente tali zone.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
321 di 1053

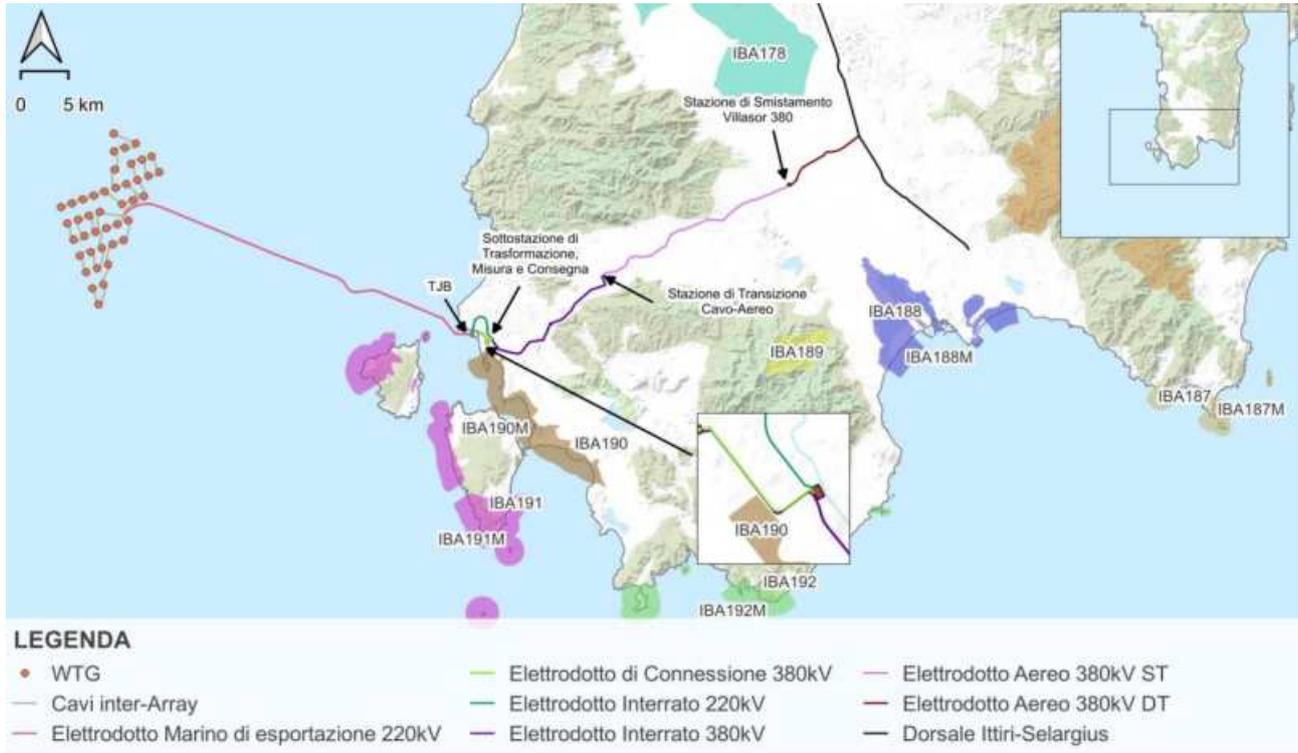


Figura 8.36 – Inquadramento area di intervento su mappatura IBA.

Elaborazione iLStudio.

8.2.2.2. Configurazione con elettrodotto aereo

Nell'area interessata dal progetto sono state individuate aree IBA in prossimità delle coste prospicienti le isole di San Pietro e di Sant'Antioco e l'area IBA "Stagni del Golfo di Palmas" (Figura 8.37) (per dettagli si veda l'elaborato grafico "Ubicazione parco eolico su perimetrazione aree IBA e zone RAMSAR" cod. C0421VT00PERIBA00). Il layout di progetto non interseca direttamente tali zone.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
322 di 1053

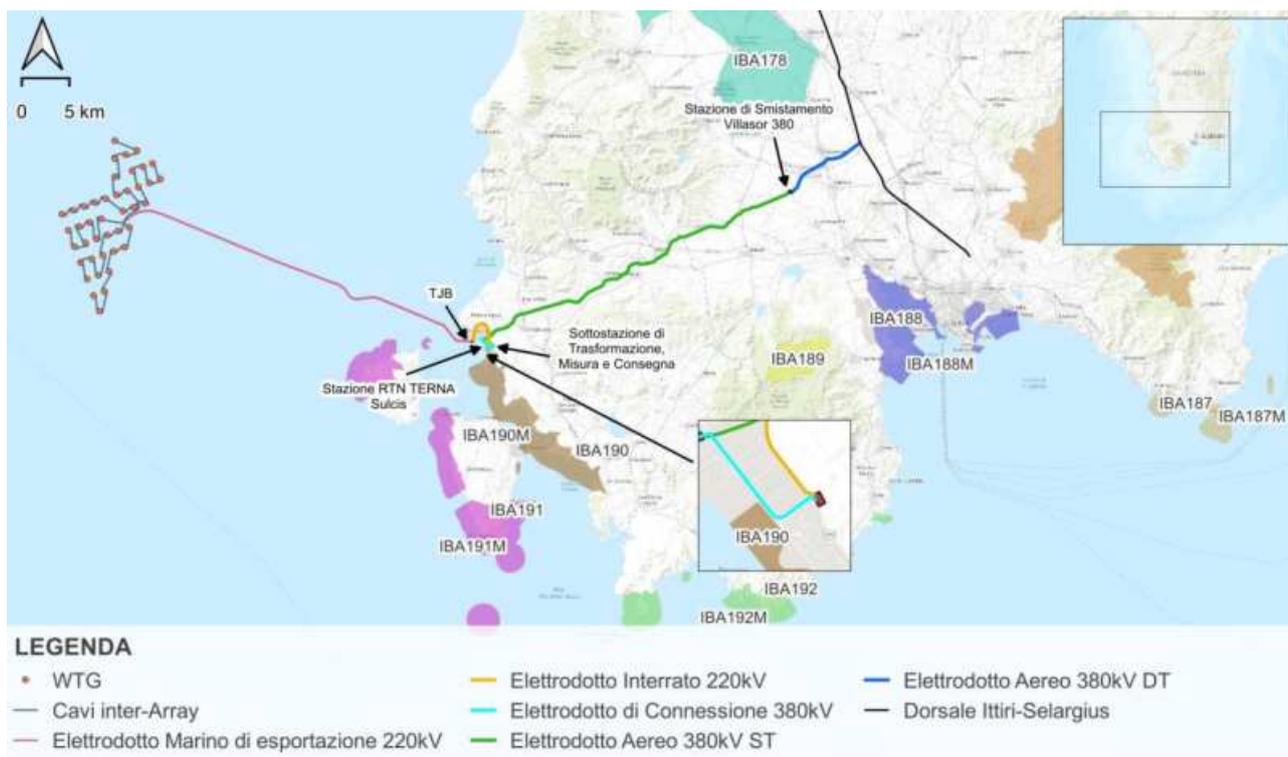


Figura 8.37 – Inquadramento area di intervento su mappatura IBA.

Elaborazione iLStudio.

8.2.3. Zone umide, zone riparie, foci dei fiumi

Le zone umide di importanza internazionale italiane comprendono aree di torbiere paludose, naturali o artificiali, permanenti o temporanee, con acqua che può essere statica o fluente, fresca o salmastra, e comprende le zone di acqua marina dove la profondità durante la bassa marea non supera i sei metri.

Oltre alle zone già citate vengono definite zone umide anche *le zone rivierasche, fluviali o marine, adiacenti alle zone umide, le isole o le distese di acqua marina con profondità superiore ai sei metri, durante la bassa marea, situate entro i confini delle zone umide, in particolare quando tali zone, isole o distese d'acqua, hanno importanza come habitat degli uccelli acquatici, ecologicamente dipendenti dalle zone umide.*

Le zone umide di importanza internazionale, sono state oggetto della Convenzione di Ramsar, in particolare quali habitat degli uccelli acquatici. La Convenzione è stata firmata a Ramsar, in Iran, il 2 febbraio 1971. L'obiettivo di questa convenzione è l'individuazione, la delimitazione, lo studio delle caratteristiche delle varie zone umide ed in particolar modo dell'avifauna, con la finalità di tutelarle tramite programmi che permettono la conservazione degli habitat, della flora e della fauna.

Le Parti che hanno sottoscritto l'accordo, si impegnano a conseguire i seguenti obiettivi:

- designare le zone umide del proprio territorio da inserire nell'elenco internazionale;
- elaborare e mettere in pratica programmi che favoriscano l'utilizzo razionale delle zone umide in ciascun territorio delle Parti;
- creare delle riserve naturali nelle zone umide, indipendentemente dal fatto che queste siano o meno inserite nell'elenco;
- incoraggiare le ricerche, gli scambi di dati e le pubblicazioni relativi alle zone umide, alla loro flora e fauna;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
323 di 1053

- aumentare, con una gestione idonea ed appropriata il numero degli uccelli acquatici, nonché delle popolazioni di altre specie quali invertebrati, pesci, flora ed altre specie;
- promuovere le Conferenze delle Parti;
- valutare l'influenza delle attività antropiche nelle zone attigue alla zona umida, consentendo le attività eco-compatibili.

Tale accordo hanno sottoscritto 172 paesi con 2433 siti Ramsar designati per una superficie totale di quasi 255 milioni di ettari (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, s.d.).

In Italia le zone umide d'importanza internazionale identificate ed inserite nell'elenco della Convenzione sono 57, distribuite in 15 Regioni per una superficie totale di 73987 ettari. In Sardegna, le zone umide sono 9:

- Stagno di S'Ena Arrubia;
- Stagno di Molentargius;
- Stagno di Cagliari;
- Stagno di Cábras;
- Stagno di Corru S'Ittiri e Stagni di San Giovanni e Marceddi;
- Stagno di Pauli Maiori;
- Stagno di Sale e' Porcus;
- Stagno di Mistras;
- Foce del Rio Posada.

8.2.3.1. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo

L'area di intervento non ricade in nessuna delle zone umide della Regione Sardegna (Figura 8.38).

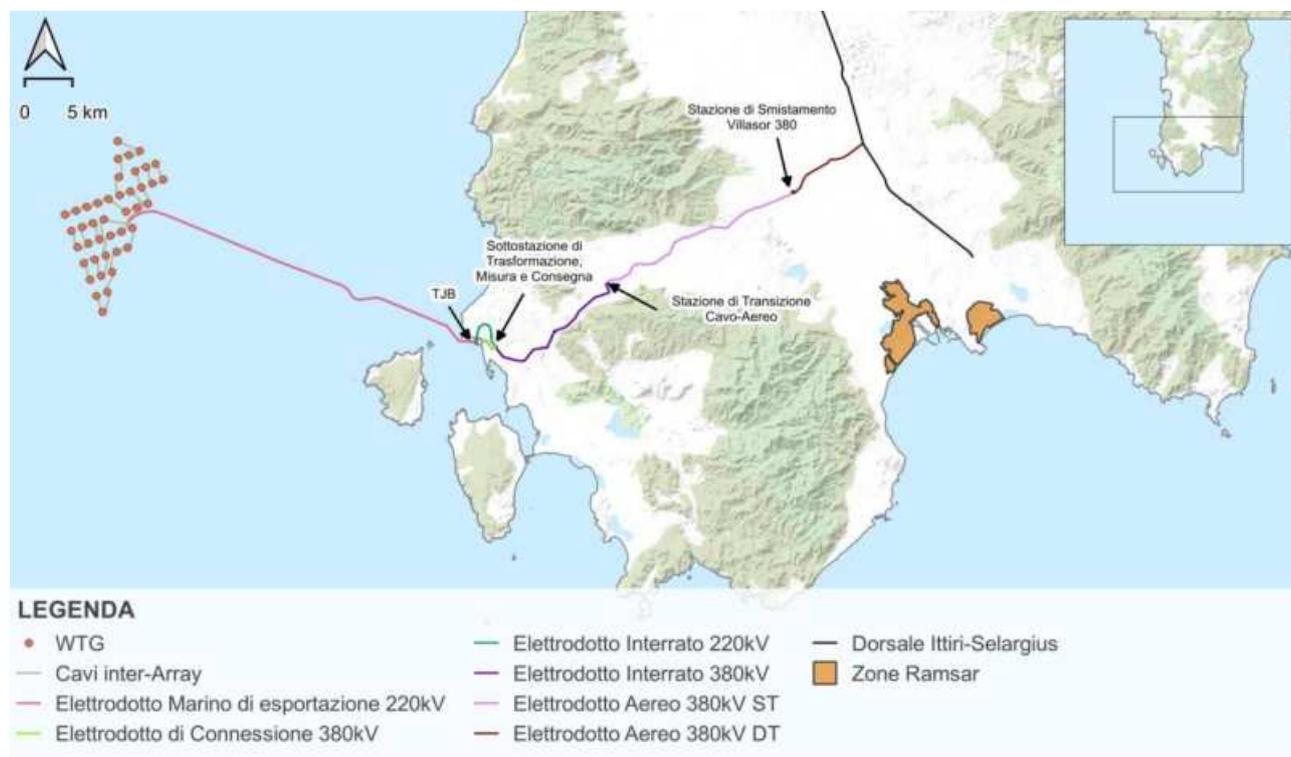


Figura 8.38 – Inquadramento area di intervento su mappatura Ramsar.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
324 di 1053

8.2.3.2. Configurazione con elettrodotto aereo

L'area di intervento non ricade in nessuna delle zone umide della Regione Sardegna (Figura 8.39).



Figura 8.39 – Inquadramento area di intervento su mappatura Ramsar.

Elaborazione iLStudio.

8.2.4. Zone costiere e ambiente marino

Il progetto del parco eolico offshore, oggetto di questo elaborato, è localizzato nelle acque nel mare di Sardegna sud-occidentale nel settore geografico ovest-nord-ovest delle coste di Portoscuso e dell'isola di San Pietro e interagisce sia con l'ambiente marino, per quanto riguarda la sua parte a mare, sia con le zone costiere, per quanto riguarda la sua parte a terra.

Il Codice dei beni culturali e del paesaggio (D. lgs. 22 gennaio 2004, n. 42) costituisce il principale riferimento normativo italiano avente lo scopo di tutelare, conservare e valorizzare il patrimonio culturale nazionale, di cui l'ambiente marino-costiero fa parte. La parte iniziale della componente a terra del progetto ricade all'interno della zona costiera, sul quale vigono i seguenti vincoli:

- territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, ai sensi dell'art. 142 del D.lgs. 42/04. (comma 1, lettera a);
- fascia costiera come definita dall'art. 26 delle Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del Piano Paesaggistico Regionale (PPR).

Secondo l'art. 20 delle NTA del PPR, nella fascia costiera sono consentiti interventi che non alterino l'andamento naturale del suolo, seguendone la morfologia e contenendo al minimo scavi e rilevati, e che non alterino l'equilibrio tra habitat naturale e presenza antropica. Sempre secondo l'articolo citato, in tutta la fascia costiera è consentita la messa in opera di infrastrutture puntuali o di rete, purché previste nei piani settoriali.

L'intervento previsto consiste nella posa di una prima coppia di elettrodotti interrati di tensione 220 kV, di una seconda coppia interrata a 380 kV, e di tralicci di elettrodotti aerei 220 kV; tali opere, essendo in parte interrate ed essendo opere infrastrutturali previste dai piani di settore (PEARS), sono in linea con quanto riportato dal



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:

C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:

Giugno 2024

Pagina

325 di 1053

PPR; inoltre, la messa in opera sarà svolta nel pieno rispetto dell'equilibrio morfologico e naturalistico dell'area.

Per quanto riguarda la sottostazione di trasformazione, misura e consegna ricadente sempre in tale zona, è identificata come infrastruttura puntuale e pertanto consentita dalle NTA del PPR.

Il D.lgs. 42/04 "Codice dei beni culturali e del paesaggio", detto anche Codice, ha il compito di tutelare e valorizzare il patrimonio culturale e paesaggistico del territorio italiano.

Il progetto in esame ricade in due vincoli del Codice:

- "i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna" con la sottostazione di trasformazione misure e consegna e l'elettrodotto interrato 380 kV;
- "territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia" parzialmente con la nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA "Sulcis"

Secondo il Codice è fatto divieto di effettuare interventi che alterino il valore paesaggistico dei beni riconosciuti dallo stesso; tuttavia è possibile presentare alle amministrazioni competenti il progetto degli interventi che si intendono intraprendere, con annessa la prescritta documentazione.

Le opere ricadenti nei vincoli del D.lgs. 42/04 rientrano nella richiesta dell'autorizzazione paesaggistica insieme alla stazione di transizione cavo/aereo, l'elettrodotto aereo e la stazione di smistamento "Villasor 380". Per quanto concerne il cavo interrato sarà posato al di sotto della piattaforma stradale, per evitare interferenze con corsi d'acqua si prediligerà la tecnica di Trivellazione Orizzontale Controllata. Pertanto, il progetto risulta in linea con la normativa di riferimento.

La fascia costiera, così come individuata dal PPR "è un bene paesaggistico d'insieme a valenza ambientale tutelato dal PPR, e costituisce una risorsa strategica fondamentale per lo sviluppo sostenibile del territorio regionale che necessita di pianificazione e gestione integrata. I territori della fascia costiera sono caratterizzati da un contesto territoriale i cui elementi costitutivi sono inscindibilmente interrelati e la preminenza dei valori ambientali è esposta a fattori di rischio che possono compromettere l'equilibrio dei rapporti tra habitat naturale e presenza antropica". Pertanto, come delimitato nel Piano Paesaggistico Regionale, la fascia costiera può essere definita come un territorio in cui vengono a determinarsi una serie di ecosistemi, a volte azonali e comuni ad altre aree, a volte invece esclusivi contraddistinti da specie endemiche. Sebbene la fascia costiera sia composta da elementi appartenenti a diverse categorie di beni, è da considerare nella sua totalità una risorsa paesaggistica e la gestione di tale ambiente richiede un approccio multisettoriale in seguito ai molteplici parametri naturali, antropici, amministrativi e tecnici che condizionano i processi evolutivi dei litorali.

Il profilo costiero italiano, fortemente diversificato nella sua morfologia, conta circa 7500 km tra coste alte e rocciose e litorali bassi e sabbiosi, a cui sono associati un elevato numero di ecosistemi e una ricca biodiversità. L'EEA¹⁵ riconosce che la fascia costiera europea sia un habitat altamente vulnerabile e minacciato, pertanto per tutelare, preservare e salvaguardare a livello nazionale e comunitario le zone costiere e l'ambiente marino, sono in vigore diversi riferimenti normativi che costituiscono il pilastro delle politiche di protezione ambientale del mare. Per identificare e ridurre le pressioni maggiormente impattanti sull'ambiente e tutelare l'incolumità dell'essere umano da rischi derivanti da eventi naturali o indotti dalle azioni antropiche in aree marino-costiere sono state redatte una serie di Direttive, quali la Direttiva Quadro sulle Acque (2000/60/CE), la Direttiva per la Gestione delle Acque di Balneazione (2006/7/CE) e la Direttiva Alluvioni (2007/60/CE).

La Direttiva quadro sulla Strategia per l'Ambiente marino (*Marine Strategy Framework Directive* – MSFD, 2008/56/CE) considera l'ambiente marino un patrimonio da proteggere e, dove possibile, ripristinare; in questo modo tende a promuovere l'integrazione delle esigenze ambientali nei pertinenti ambiti politici. Inoltre, tra i 17

¹⁵ EEA, 2010, *The European Environment – State and outlook 2010*, Report 1/2010



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 326 di 1053

Obiettivi presenti nell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, l'Obiettivo n. 14 *“La vita sott'acqua”* mira a *“Conservare e utilizzare in modo sostenibile gli oceani, i mari e le risorse marine”*; tra i traguardi si auspica di preservare almeno il 10% delle aree costiere e marine, in conformità al diritto nazionale e internazionale e basandosi sulle informazioni scientifiche disponibili più accurate (punto 14.5).

Nel 2009 è stato definito uno strumento essenziale e complementare alle normative sopra riportate, il *Protocollo sulla Gestione Integrata delle Zone Costiere del Mediterraneo* (Protocollo GIZC), introdotta nel contesto europeo dalla *“Raccomandazione relativa all'attuazione della gestione integrata delle zone costiere in Europa (2002/413/CE)”*. Con il Protocollo GIZC si prevede di introdurre principi e obiettivi per la protezione degli ecosistemi marini, la tutela dei paesaggi costieri e insulari, la difesa del patrimonio e lo sviluppo delle attività economiche.

Tenendo conto dunque dei vincoli e delle normative di riferimento nonché dei possibili impatti ed effetti che la realizzazione del parco eolico potrebbe generare sugli ecosistemi e le conformazioni geomorfologiche preesistenti, durante la fase progettuale si è prestata massima attenzione al fine di preservare gli ambienti ospitanti attraverso scelte progettuali utili alla salvaguardia degli stessi.

8.2.5. Zone Forestali

L'articolo n. 142 del *Codice dei beni culturali e del paesaggio* (D.lgs 22 gennaio 2004, n. 42), definisce nel comma 1, lettera g. le zone forestali *“i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227”*.

Con il D. lgs. 3 aprile 2018, n. 34 – *“Testo Unico in materia di foreste e filiere forestali”*, TUFF – viene approvata in Italia la nuova Legge Quadro nazionale in materia forestale.

A livello comunitario invece l'Agenda 2030 delle Nazioni Unite, all'interno dei suoi 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (*Sustainable Development Goals, SDGs*) ha fissato nell'Obiettivo n. 15 chiamato *“La vita sulla terra”* le seguenti azioni relative alle zone montuose e forestale:

- promuovere l'attuazione di una gestione sostenibile di tutti i tipi di foreste, fermare la deforestazione, promuovere il ripristino delle foreste degradate e aumentare notevolmente l'afforestazione e riforestazione a livello globale;
- combattere la desertificazione, ripristinare i terreni degradati ed il suolo, compresi i terreni colpiti da desertificazione, siccità e inondazioni, e sforzarsi di realizzare un mondo senza degrado del terreno;
- garantire la conservazione degli ecosistemi montani, compresa la loro biodiversità, al fine di migliorare la loro capacità di fornire prestazioni che sono essenziali per lo sviluppo sostenibile.

Il progetto del parco eolico offshore, oggetto di questa relazione, si colloca nell'area geografica identificata dalla Comunità Europea come *“Regione Mediterranea”*.

Le condizioni mutevoli dovute a problematiche come il cambiamento climatico, la diffusione di specie alloctone invasive, la scarsità di risorse idriche, incendi, tempeste ed altre calamità naturali e di natura antropica, fanno sì che molte volte questi ecosistemi possano essere messi gravemente a rischio.

La nuova Strategia per le foreste, adottata dalla Commissione Europea, punta a garantire foreste sane e resilienti che, nel pieno rispetto dei principi ecologici, contribuiscano alla biodiversità e a realizzare obiettivi come:

- aumento dell'assorbimento di CO₂;
- riduzione di incidenza ed entità di incendi ed altre pressioni legate al clima;
- conservazione della biodiversità dell'UE;
- adattamento e resilienza ai cambiamenti climatici e agli obiettivi di neutralità climatica;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:

C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:

Giugno 2024

Pagina

327 di 1053

- bioeconomia circolare, futuro e benessere delle aree rurali;
- sostegno delle funzioni sociali delle foreste.

Il Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR), redatto ai sensi del D.Lgs. 227/2001 e approvato con Delibera 53/9 del 27.12.2007, è uno strumento quadro di indirizzo, finalizzato alla pianificazione, programmazione e gestione del territorio forestale e agroforestale regionale, per il perseguimento degli obiettivi di tutela dell'ambiente e di sviluppo sostenibile dell'economia rurale della Sardegna. Il piano è stato redatto in conformità alle linee guida nazionali di programmazione forestale¹⁶; come tale è quindi inquadrato nei canoni delle linee di pianificazione codificate dalla legislazione europea, recepite e particolarizzate nelle norme nazionali.

Il piano diviene quindi una guida per la sostenibilità ecologica, economica e sociale in cui vengono affrontati i temi della difesa del suolo per la mitigazione dei processi di degrado e desertificazione, della tutela della biodiversità, del paesaggio agroforestale, della valorizzazione economica dei boschi, del miglioramento degli strumenti conoscitivi. Pertanto gli obiettivi preposti sono:

- protezione delle foreste;
- sviluppo economico del settore forestale;
- cura degli aspetti istituzionali in riferimento all'integrazione delle politiche ambientali, alla pianificazione partecipata fino al livello locale, alla diffusione delle informazioni;
- potenziamento degli strumenti conoscitivi, attività di ricerca ed educazione ambientale.

Il Piano forestale ha cartograficamente individuato 25 distretti, tutti ritagliati quasi esclusivamente sui limiti amministrativi comunali, ed entro i quali è riconosciuta una sintesi funzionale degli elementi fisico-strutturali, vegetazionali, naturalistici e storico-culturali del territorio affinché si facesse riferimento sul concetto di indivisibilità delle unità fisiografiche, espressione dei caratteri fisici, geomorfologici, pedologico-vegetazionali e paesaggistici.

Con il PFAR la Sardegna, tra le prime regioni italiane per estensione e ricchezza di patrimonio forestale, si è dotata di un importante strumento che disegna le strategie per la valorizzazione, tutela e incremento delle proprie risorse forestali, ponendo al centro dell'azione l'obiettivo della gestione sostenibile delle foreste.

8.2.5.1. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo

Nel caso della configurazione ibrida cavo/aereo, sia il percorso del cavo interrato e che quello aereo non attraversano nessuna area boscata indicata dal Piano Forestale Regionale (Figura 8.40).

¹⁶ Decreto Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio 16 Giugno 2005 "Linee guida di programmazione forestale"



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
328 di 1053

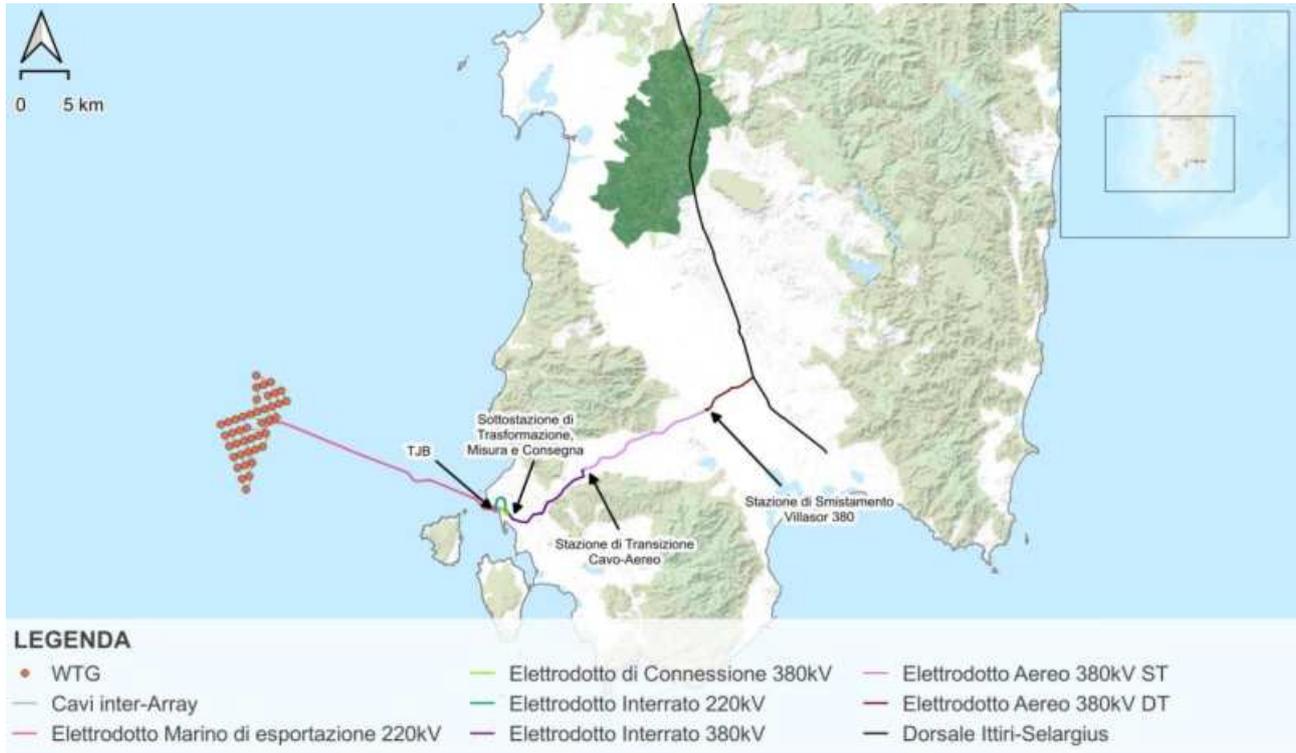


Figura 8.40 – Carta forestale della Regione Sardegna.

Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Sardegna.

8.2.5.2. Configurazione con elettrodotto aereo

Nel caso della configurazione interamente aerea, il percorso del tracciato aereo non attraversa nessuna area boscata indicata dal Piano Forestale Regionale (Figura 8.41).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
329 di 1053

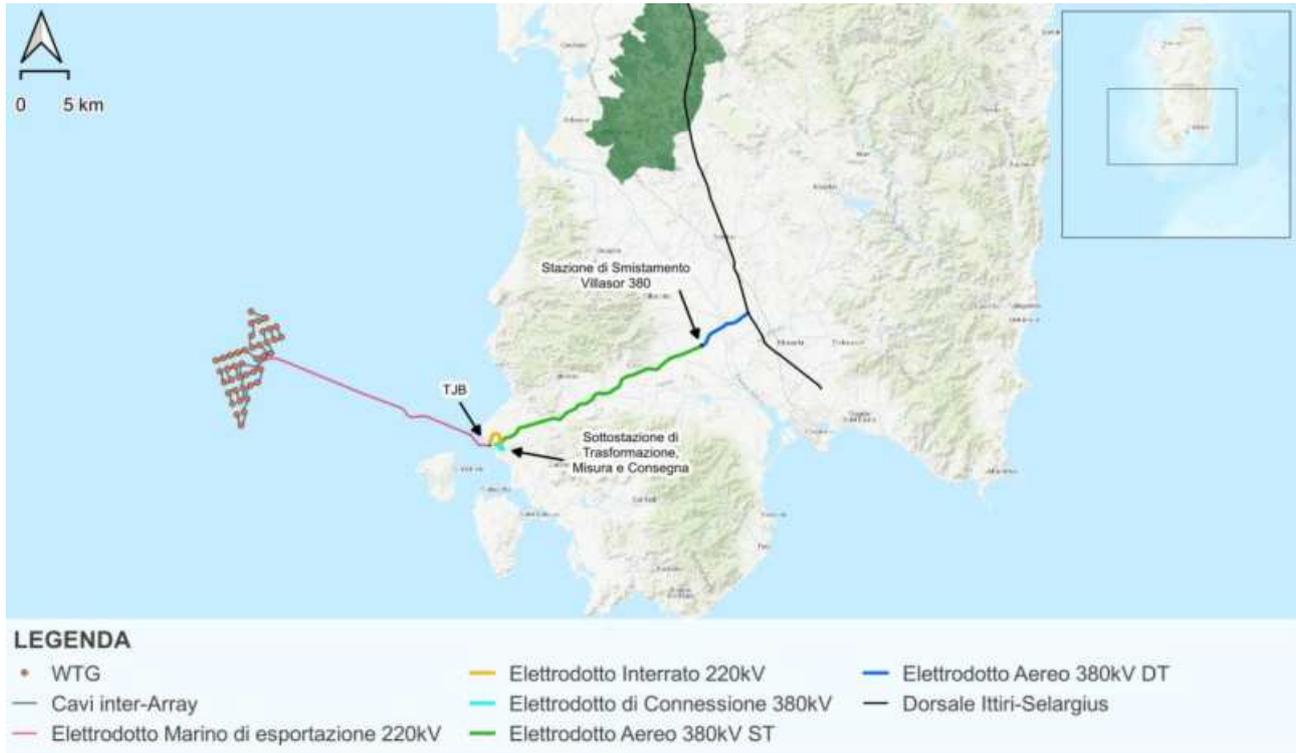


Figura 8.41 – Carta forestale della Regione Sardegna.

Elaborazione iLStudio su dati Geoportale Sardegna.

8.2.6. Zone di importanza paesaggistica, storica, culturale o archeologica

Dal punto di vista paesaggistico e culturale, l'area di progetto risulta particolarmente ricca per la presenza di beni identitari e paesaggistici, come individuati dagli elaborati testuali del PPR 2006 e dall'art. 143 del D.lgs. 42/2004 e riportati dal Repertorio del Mosaico dei beni paesaggistici e identitari (2017). I Comuni di maggior interesse sono Carbonia e Gonnese: mentre nel primo si può rinvenire una grande presenza dei c.d. medaus, ossia piccoli agglomerati insediativi tipici dell'area del Sulcis, il Comune di Gonnese si distingue per la numerosa presenza di nuraghi, consistenti in costruzioni megalitiche risalenti all'età preistorica.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
330 di 1053



Figura 8.42 – Tipica abitazione di medau.

Fonte: <https://comune.sangiovannisuergiu.ci.it>



Figura 8.43 – Esempio di Nuraghe della Sardegna.

Fonte: <https://www.sardegnaturismo.it>

Inoltre, spiccano per importanza il Porto Storico di Portovesme e la Tonnara Su Pranu. In particolare, il porto di Portovesme in età medioevale era chiamato Canneddas o Canelles ed era un piccolo porticciolo che fungeva da rifugio per i pescatori di tonni e pesci spada. Nel 1323, l'Infante Alfonso di Spagna, mentre si accingeva ad



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
331 di 1053

assediare Villa di Chiesa allora dominata dai pisani, decise di scaricare le provviste nel porto.

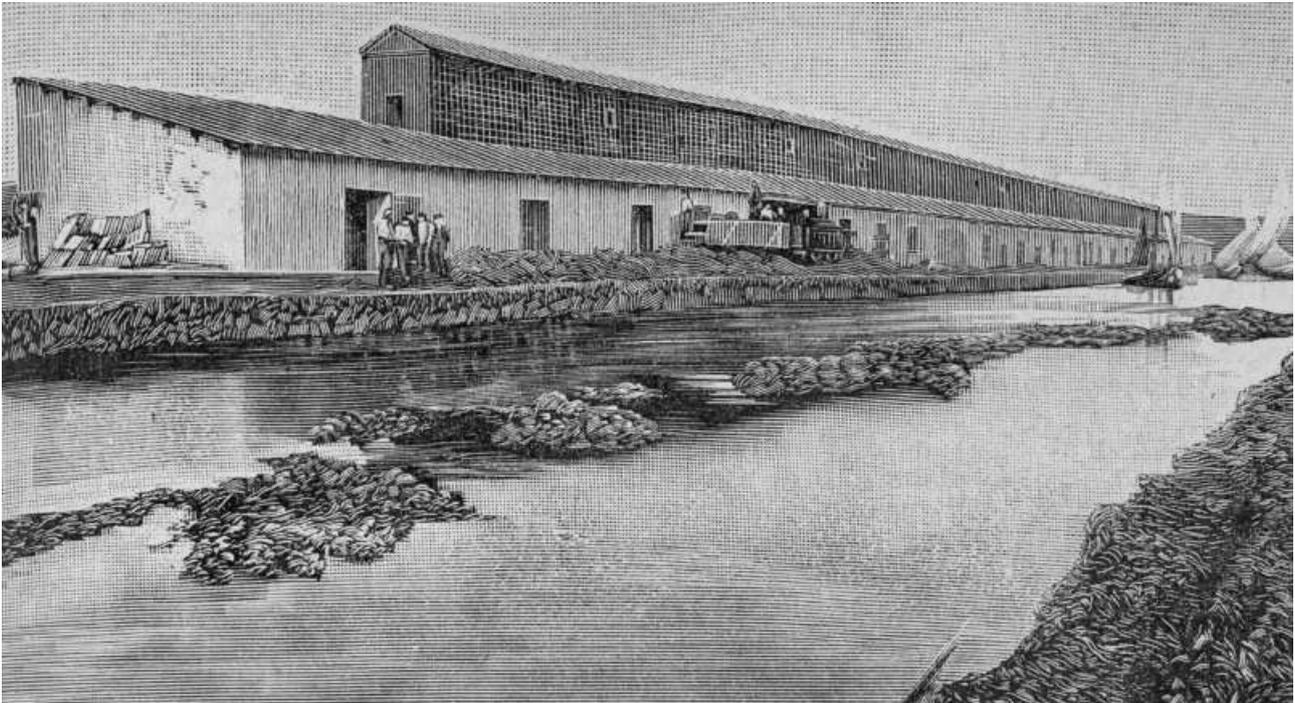


Figura 8.44 – Porto Vesme (Xilografia, 1901).

Fonte: <http://wikimedia.org>

Dal Settecento in poi, il borgo si espanse con tratte che raggiungevano l'Isola di San Pietro e, nella prima metà del XIX secolo, nell'area del Sulcis-Iglesiente numerose miniere vennero inaugurate per produrre piombo e zinco. Il risultato di questo cambiamento è consistito in un mutamento della destinazione del borgo, che, inizialmente rivolto ai pescatori, venne poi gestito dalla Regia Miniera della società di Monteponi e che portò anche all'attribuzione al porto del nome "Porto Vesme", in omaggio al conte Carlo Baudi di Vesme, ideatore del porto e presidente della società. Successivamente, con il secondo dopoguerra, ebbe inizio la crisi delle miniere sarde, oggi sostituite dal polo industriale di Portovesme.

La Tonnara Su Pranu (Figura 8.45), costruita nella seconda metà del Cinquecento, si presentava come una piccola città autonoma ed era munita di tutto quanto necessario per garantirne l'indipendenza dall'esterno. La cittadella era composta da un forno, un magazzino per la conservazione della farina, dei cereali, dell'olio e del vino, e da una chiesa. Vi erano, inoltre, delle officine per la realizzazione di chiodi e ferramenta e per la riparazione degli attrezzi da pesca e degli arnesi per la filatura delle funi.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
332 di 1053



Figura 8.45 – Tonnara Su Pranu.

Fonte: <http://wikimapia.org>

Con riguardo agli aspetti archeologici, sono state condotte apposite indagini *in situ*, sia onshore che offshore. Per l'area a terra, sono stati valutati il potenziale archeologico ed il rischio archeologico. In particolare, il potenziale archeologico di un'area consiste nell'indicazione della sua vocazione insediativa, che determina la maggiore o minore possibile presenza di depositi stratificati nel sottosuolo. Per rischio archeologico, invece, si intende la possibilità che l'opera a progetto, o gli interventi previsti, interferiscano totalmente o parzialmente con le stratigrafie archeologiche presenti, o presumibilmente presenti, in una data area.

I comparti con il potenziale archeologico più elevato, grado alto, ricadono nei territori comunali di Portoscuso, Carbonia e Iglesias, quelli che, in particolare, saranno interessati dal percorso dell'elettrodotto interrato. Le aree destinate all'installazione dei tralicci delle due linee aeree (Iglesias-Villasor e Villasor-Nuraminis) presentano un grado di potenziale medio, nei casi dei tralicci SV03, SV04, SV55, SV58, VIS17, VIS25 e VIS26, e di grado di potenziale archeologico basso per le restanti aree individuate per i 98 tralicci, per la Sottostazione di transizione e per la Sottostazione Villasor 380. In fase di costruzione, così come previsto dalla normativa vigente, sarà effettuata la sorveglianza archeologica continua di tutte le operazioni di scavo.

Per maggiori dettagli, si rinvia alla Relazione tecnica "Verifica Preventiva dell'Interesse Archeologico a terra" cod. C0421YR35ARCTPR01.

Nell'ambito delle indagini archeologiche subacquee effettuate nell'area del corridoio di posa dell'elettrodotto di connessione tra il campo eolico e la costa, sono stati rinvenuti due relitti di onerarie romane di età Tardo-repubblicana ubicati rispettivamente a 6,7 miglia e 130 metri di profondità e a 13 miglia e circa 186 metri di profondità da Capo Altano, lungo la costa di Portoscuso.

Tali ritrovamenti rappresentano una testimonianza delle attività di navigazione che, nel corso dell'antichità, hanno interessato le coste della Sardegna sud-occidentale, punto di passaggio e approdo dei percorsi che, nell'ambito del Mediterraneo centro-occidentale, collegavano le coste iberiche con l'isola e, quindi, con i territori peninsulari. Tale porzione dell'isola era interessata, infatti, da scambi commerciali provenienti dalle



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
333 di 1053

coste spagnole del centro-sud, che hanno caratterizzato soprattutto l'età romana. Dunque, le indagini svolte hanno reso possibile affermare che nel corridoio di posa dell'elettrodotto il rischio archeologico connesso con il progetto possa considerarsi generalmente basso, ad eccezione dei punti di ritrovamento dei due relitti, in corrispondenza della quale il rischio archeologico è da considerarsi esplicito. Le scelte progettuali prevedono un'area di rispetto di oltre 1 km di distanza rispetto ai punti di giacitura dei diversi target individuati nel corso delle indagini.

Per quanto attiene, infine, all'area di installazione del parco eolico, il rischio archeologico è da considerarsi basso.

Per maggiori dettagli, si rinvia alla Relazione tecnica "Verifica Preventiva dell'Interesse Archeologico a Mare" cod. C0421YR34ARCMR00.

8.2.7. Riserve e parchi naturali, zone classificate o protette dalla normativa nazionale

Le *Legge quadro sulle aree protette* (06/12/1991, n. 394), "in attuazione degli articoli 9 e 32 della Costituzione e nel rispetto degli accordi internazionali, detta principi fondamentali per l'istituzione e la gestione delle aree naturali protette, al fine di garantire e di promuovere, in forma coordinata, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale del Paese". Tale legge sottopone alcuni territori ad un regime speciale di tutela e di gestione, con le seguenti finalità (art. 1, comma 3):

- conservazione di specie animali o vegetali, di associazioni vegetali o forestali, di singolarità geologiche, di formazioni paleontologiche, di comunità biologiche, di biotopi, di valori scenici e panoramici, di processi naturali, di equilibri idraulici e idrogeologici, di equilibri ecologici;
- applicazione di metodi di gestione o di restauro ambientale idonei a realizzare un'integrazione tra uomo e ambiente naturale, anche mediante la salvaguardia dei valori antropologici, archeologici, storici e architettonici e delle attività agro-silvo-pastorali e tradizionali;
- promozione di attività di educazione, di formazione e di ricerca scientifica, anche interdisciplinare, nonché di attività ricreative compatibili;
- difesa e ricostituzione degli equilibri idraulici e idrogeologici.

I territori costituiscono quindi le aree naturali protette, classificate e definite come sotto riportato:

- i parchi nazionali, "le 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";
- i parchi naturali regionali, "le 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 naturali dei luoghi, dai valori paesaggistici ed artistici e dalle tradizioni culturali delle popolazioni locali";
- le riserve naturali, "le 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 biologiche o per la conservazione delle risorse genetiche. Le riserve naturali possono essere statali o regionali in base alla rilevanza degli interessi in esse rappresentati";
- le aree marine protette, "le aree protette come definite ai sensi del protocollo di Ginevra relativo alle aree del Mediterraneo particolarmente protette di cui alla L. 5 marzo 1985, n. 127 e quelle definite ai sensi della Legge 31 dicembre 1982, n. 979".

In Italia esistono 817 aree protette per un totale di oltre 3 milioni di ettari tutelati a terra, circa 2850 mila ettari a mare e 658 km di costa. I parchi nazionali sono 24 e coprono quasi 1.5 milioni di ettari a terra e 71000 a mare. Il MASE (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica) ha stilato *l'Elenco ufficiale delle aree*



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
334 di 1053

naturali protette – EUAP, in cui sono state raccolte tutte le aree naturali protette, marine e terrestri ufficialmente riconosciute e che rispondono ai criteri indicati. L'elenco è in continuo aggiornamento, attualmente è in vigore il 6° aggiornamento.

Le aree naturali protette della Sardegna comprendono 3 parchi nazionali, 4 parchi regionali, 6 aree marine protette e un'area naturale protetta nazionale (Santuario dei Mammiferi marini). Si riporta di seguito l'individuazione di riserve e parchi naturali prossime all'area di progetto in sovrapposizione alle componenti di quest'ultimo.

Le aree naturali protette che ricadono nella Provincia Sud Sardegna sono:

- il parco naturale regionale Molentargius – Saline;
- l'area naturale marina protetta Capo Carbonara;
- il parco naturale regionale di Gutturu Mannu;
- riserva di Monte Arcosu (prima oasi istituita dal WWF in Sardegna).

8.2.7.1. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo

Per quanto riguarda la configurazione ibrida cavo/aereo, dalla Figura 8.46 si evince che il progetto in esame non ricade in nessuna area naturale protetta né per quanto riguarda le sue componenti a mare né per quanto riguarda le componenti a terra.

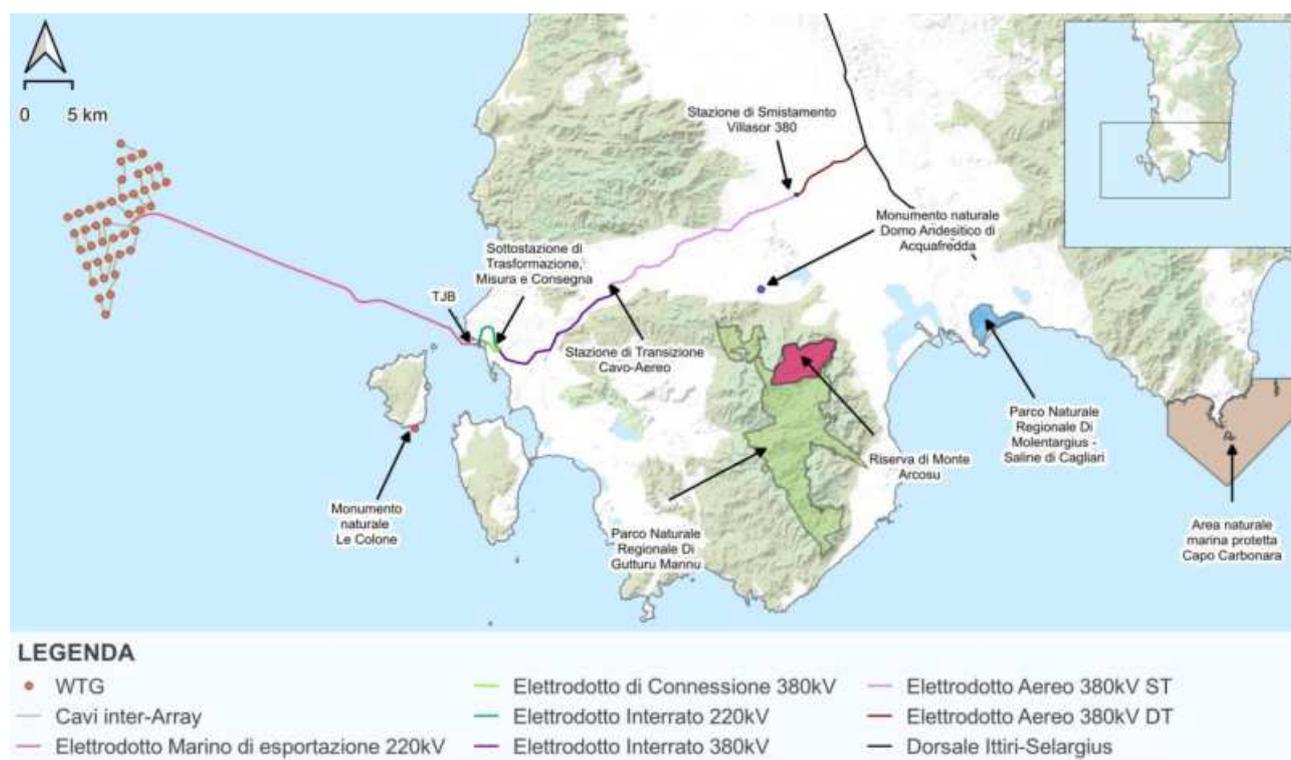


Figura 8.46 – Individuazione Parchi, Riserve e Aree Marine sovrapposte alle componenti di progetto.

Elaborazione iLStudio.

8.2.7.2. Configurazione con elettrodotto aereo

Per quanto riguarda la configurazione interamente aerea, dalla Figura 8.47 si evince che il progetto in esame non ricade in nessuna area naturale protetta né per quanto riguarda le sue componenti a mare né per quanto riguarda le componenti a terra.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
335 di 1053

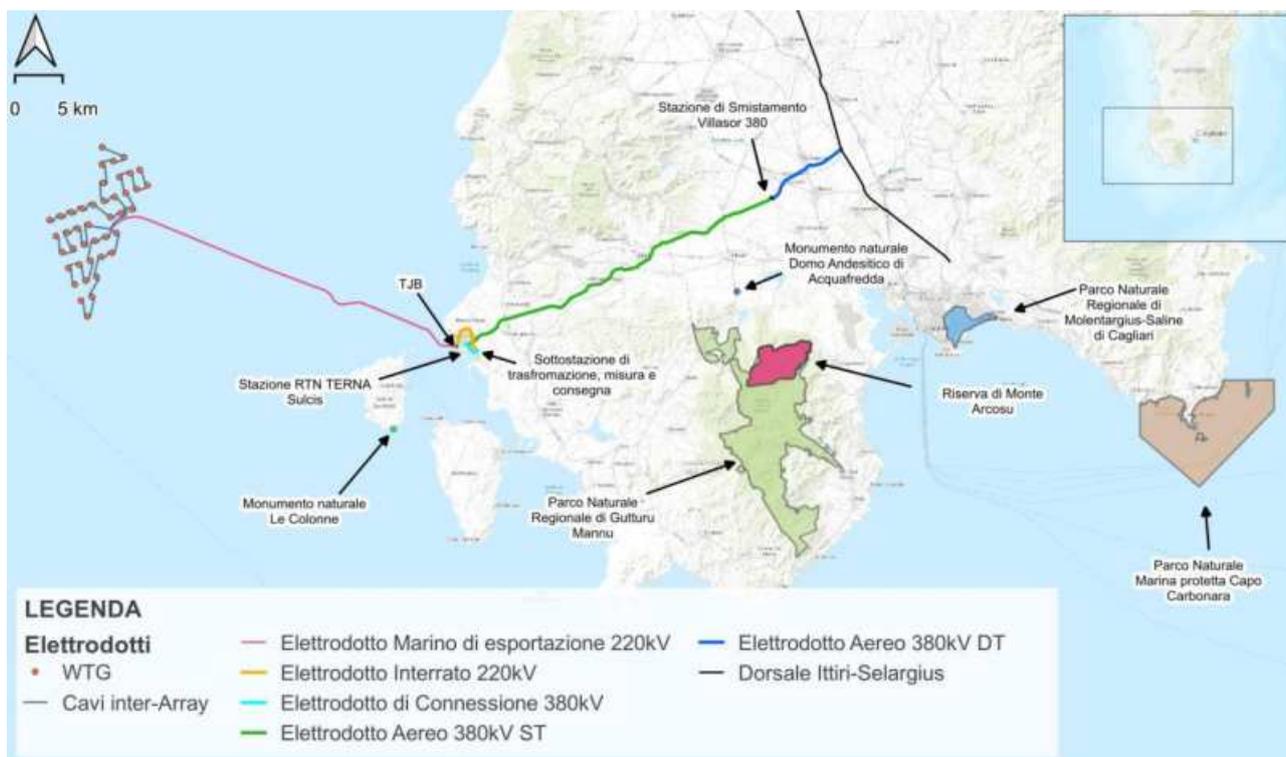


Figura 8.47 – Individuazione Parchi, Riserve e Aree Marine sovrapposte alle componenti di progetto.

Elaborazione iLStudio.

8.2.8. Progetto “Carta della Natura” Regione Sardegna

Nel progetto Carta della Natura, come previsto dall’art. 3 della Legge quadro sulle Aree Protette (L. 6 dicembre 1991, n. 394) con lo scopo di “*individuare lo stato dell’ambiente naturale in Italia, evidenziando valori naturali e profili di vulnerabilità territoriale*”, è stata elaborata una rappresentazione del territorio italiano sull’individuazione di Unità di Paesaggio, classificate con riferimento a tipologie rappresentative dei differenti paesaggi italiani (Amadei, et al., 2003).

La cartografia prodotta è definita Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi Italiani; ad ogni unità sono stati attribuiti valori di qualità ambientale (pregio) e di vulnerabilità territoriale.

Sono stati individuati 37 paesaggi italiani suddivisi in 7 macrocategorie:

- paesaggi di bassa pianura;
- paesaggi collinari;
- paesaggi collinari tabulari o blandamente ondulati;
- paesaggi depressi in aree montuose;
- paesaggi montuosi tabulari o blandamente ondulati;
- paesaggi montuosi;
- paesaggi caratterizzati da singolarità.

Questa cartografia è composta da due fasi:

- realizzazione della Carta degli habitat per 16 regioni con 290 tipi di habitat;
- valutazione ecologico-ambientale per stimare gli indici di Valore Ecologico, Sensibilità Ecologica, Pressione Antropica e Fragilità Ambientale;

con l’obiettivo di rappresentare unità ambientali omogenee a livello locale e regionale (Carta degli habitat, scala



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
336 di 1053

1:50000) e nazionale (Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi Italiani e Carta del Valore Naturalistico-Culturale d'Italia, scala 1:250000).

Tabella 8.3 – Sintesi della cartografia prodotta.

Fonte: (Amadei, et al., 2003).

Scala	Contenuti
1:250000	Carta delle unità fisiografiche dei paesaggi italiani. Sono cartografate unità territoriali che presentano un caratteristico assetto fisiografico e di copertura del suolo, oltre a una precisa connotazione geografica, dette unità di paesaggio.
1:50000	Carta degli Habitat Redatta seguendo il codice di nomenclatura del territorio nazionale. In degli habitat della Comunità Europea corso di realizzazione altri "CORINE Biotopes".

La Regione Sardegna e l'ISPRA, in seguito ad una convenzione, hanno redatto la Carta degli habitat in scala 1:50000.

Le unità fisiografiche intersecate delle opere in progetto sono le seguenti:

- PC – Pianura costiera;
- TV – Paesaggio collinare vulcanico con tavolati;
- PF – Pianura di fondovalle;
- CS – Paesaggio a colli isolati;
- PA – Pianura aperta.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
337 di 1053

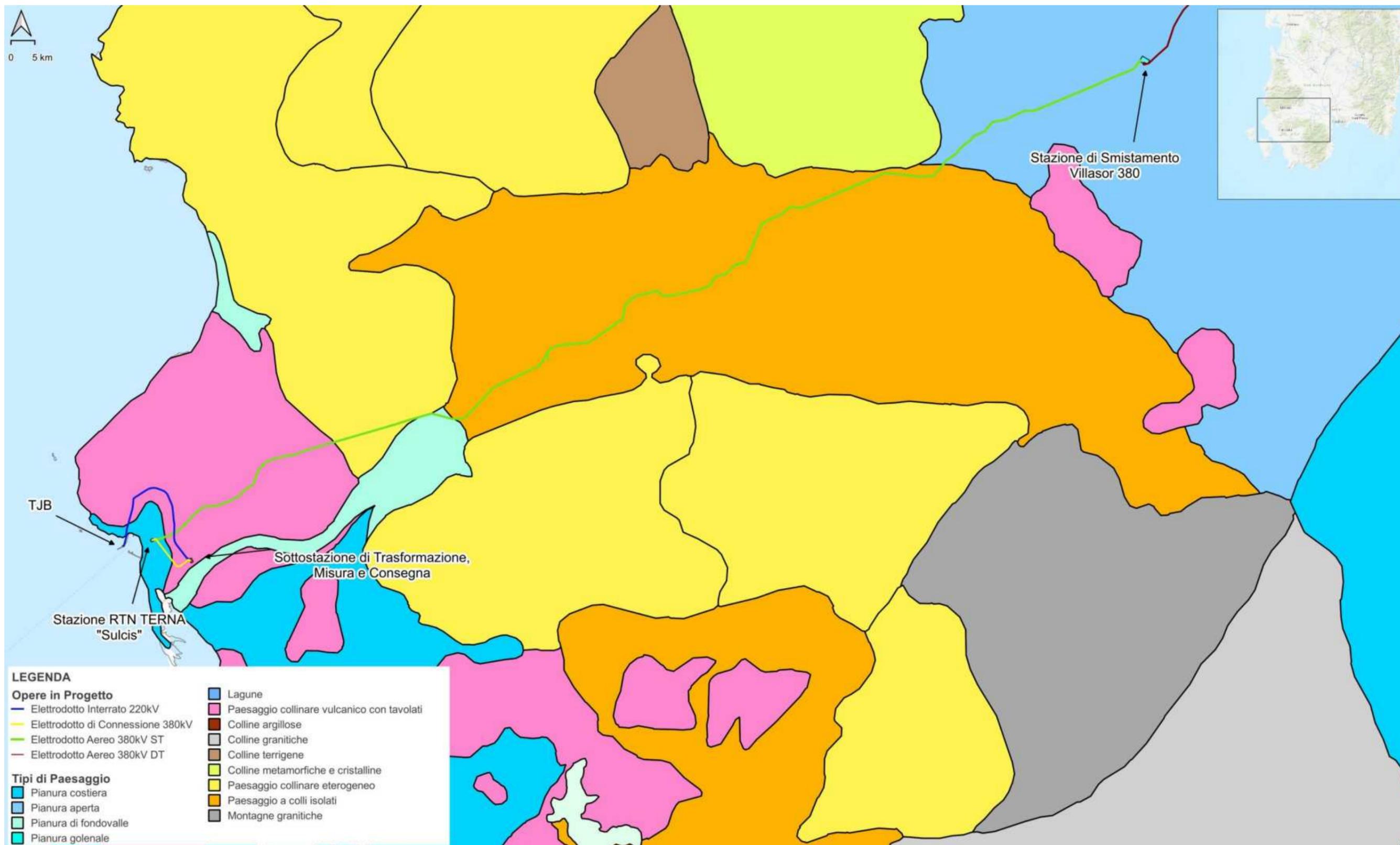


Figura 8.48 – Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi italiani – Vista 1 – Configurazione Elettrodotto Aereo.

Elaborazione iLStudio su dati provenienti da ISPRA e SNPA.



Ichnusa wind power srl

ilStudio.
Engineering & Consulting Studio

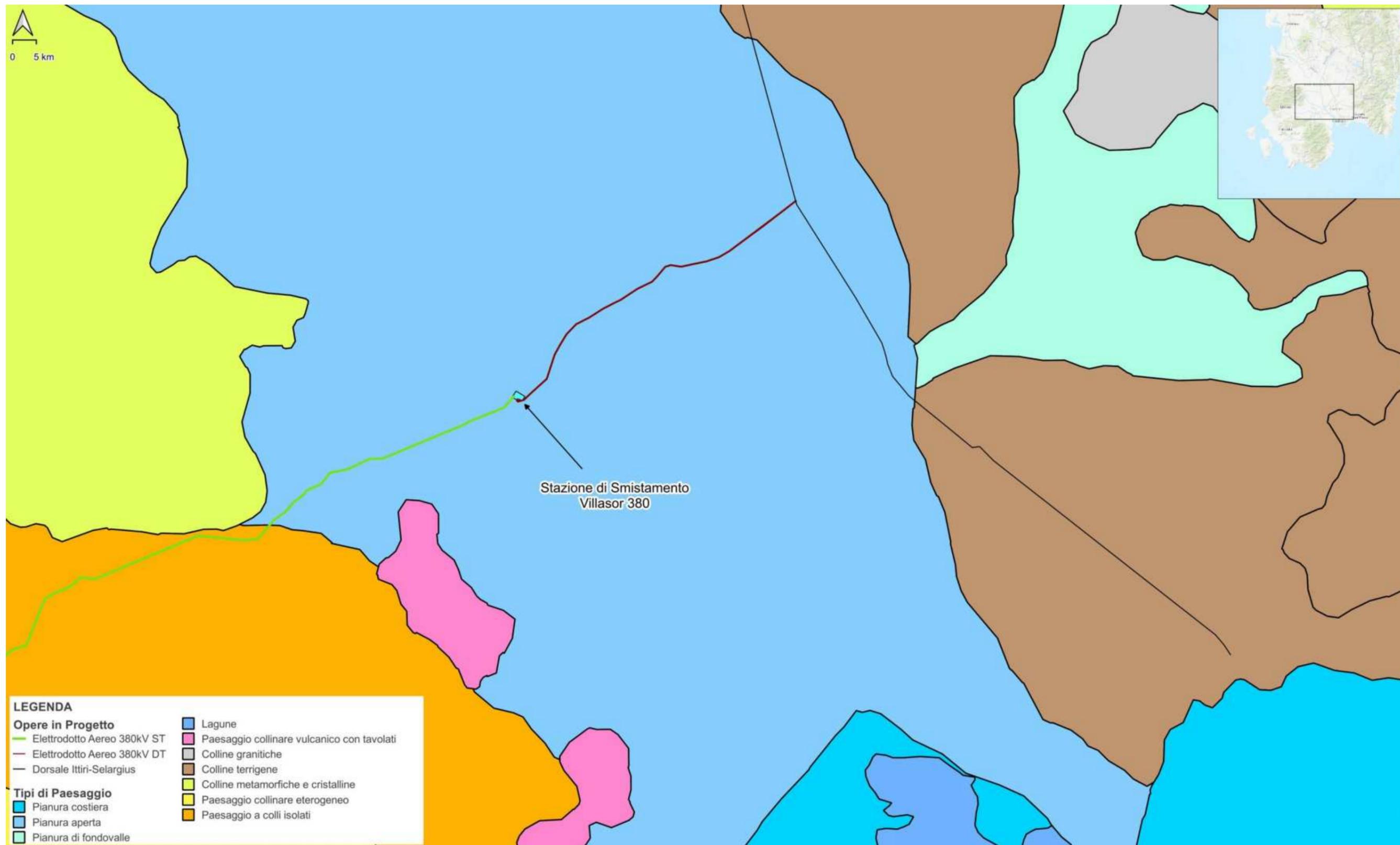


Figura 8.49 – Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi italiani – Vista 2 – Configurazione Elettrodotto Aereo.

Elaborazione ilStudio su dati provenienti da ISPRA e SNPA



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
339 di 1053

8.2.9. Carta degli Habitat

La Carta degli habitat è stata realizzata in seguito all'analisi degli habitat definiti nel Manuale "Gli habitat in Carta della Natura" e comparando il Manuale di interpretazione degli habitat di Natura 2000 con il Manuale Italiano di Interpretazione degli Habitat della Direttiva 92/43/CEE. L'habitat, pertanto, è stato definito da quanto riscontrato in campo oppure, in casi controversi, a ciò che n'era più affine.

Dall'analisi della cartografia si ritiene che:

- il 16% del territorio è occupato da colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi;
- il 12% da prati mediterranei subnitrofilo pascolati;
- il 10% da garighe e macchie mesomediterranee silici;
- l'8% da leccete sarde;
- il 5% da macchia bassa ad olivastro e lentisco.

A seguire sono presenti il matorral di querce sempreverdi, la Dehesa, le sugherete tirreniche, le piantagioni di conifere, il matorral ad olivastro e lentisco, i seminativi intensivi e continui, gli oliveti, le formazioni a olivastro e carrubo ed infine le città e i centri abitati.

8.2.9.1. Configurazione Ibrida Elettrodotto Aereo

Le opere in progetto intersecano i seguenti habitat:

OPERE IN PROGETTO	HABITAT
Elettrodotto Interrato 220 kV e elettrodotto di connessione 380 kV	86.3 – Siti Industriali Attivi
	32.3 – Garighe e macchie mesomediterranee silicicole
Sottostazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis"	32.13 – Matorral a ginepri
	32.3 – Garighe e macchie mesomediterranee silicicole
	86.41 – Cave
Nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA "Sulcis"	34.81 – Prati mediterranei subnitrofilo (incl. vegetazione mediterranea e submediterranea postcolturale)
	86.3 – Siti Industriali Attivi
	86.3 – Siti Industriali Attivi
	32.3 – Garighe e macchie mesomediterranee silicicole
	53.1 – Canneti a <i>Phragmites australis</i> e altre elofite
	82.3 – Colture estensive
	83.21 – Vigneti
Elettrodotto interrato 380 kV	83.322 – Piantagioni di eucalipti
	86.41 – Cave
	82.1 – Colture intensive
	83.31 – Piantagioni di conifere
	86.1 – Città, centri abitati
	45.21 – Sugherete
	82.1 – Colture intensive
Stazioni di transizione Cavo-aereo	82.1 – Colture intensive
	32.211 – Macchia bassa a olivastro e lentisco
Elettrodotto aereo 380 kV ST	82.3 – Colture estensive
	82.21 – Vigneti



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
340 di 1053

OPERE IN PROGETTO

HABITAT

	83.322 – Piantagioni di eucalipti
Stazione Di Smistamento "Villasor 380"	82.1 – Colture intensive
	82.1 – Colture intensive
Elettrodotto Aereo 380 kV DT	83.322 – Piantagioni di eucalipti
	82.3 – Colture estensive



Ichnusa wind power srl

ilStudio.
Engineering & Consulting Studio

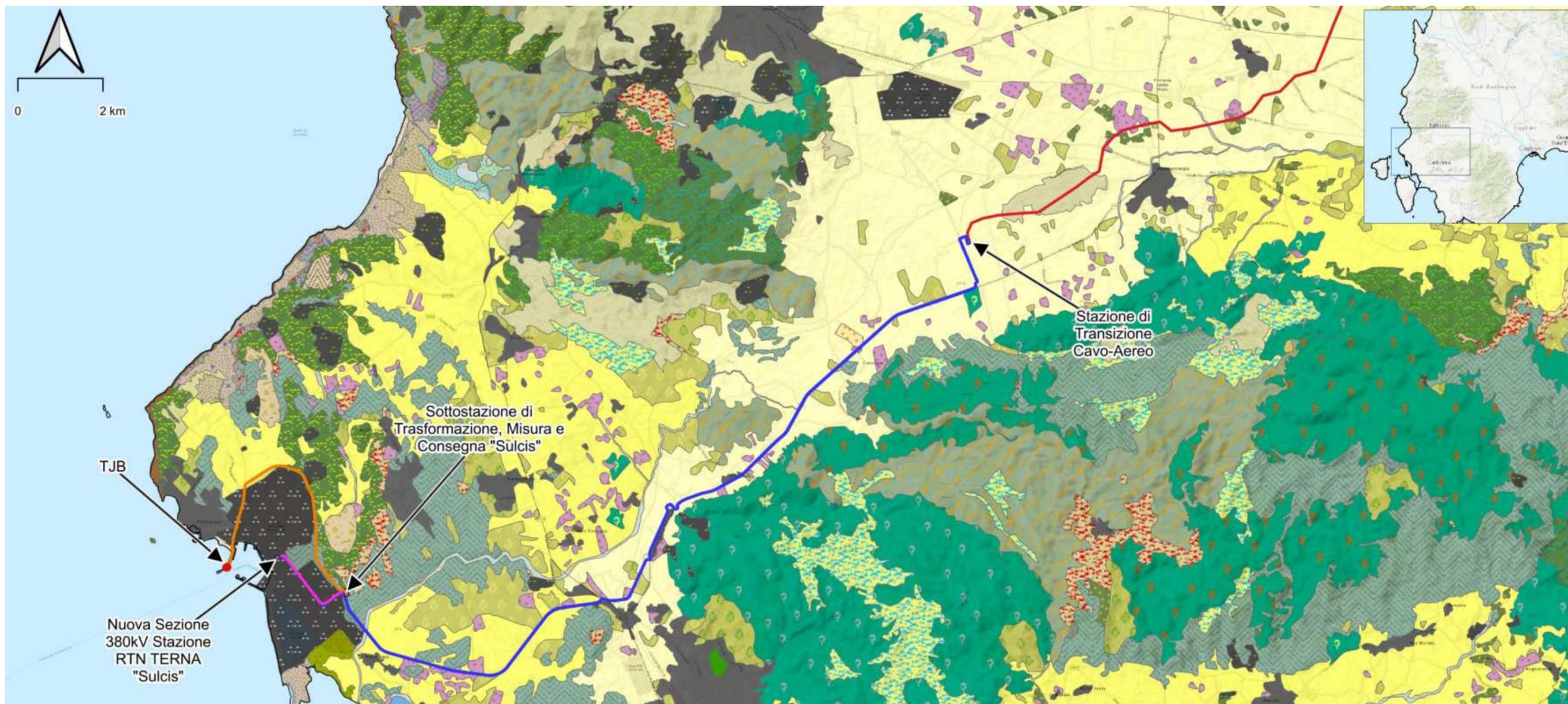
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
341 di 1053



LEGENDA

Opere in Progetto

- Elettrodotto Interrato 220kV
- Elettrodotto di Connessione 380kV
- Elettrodotto Interrato 380kV
- Stazione di Transizione Cavo-Aereo
- Elettrodotto Aereo 380kV

Carta degli Habitat

- 15.1-Ambienti Salmastri con Vegetazione Alofila Pioniera Annuale
- 15.5-Ambienti Salmastri Mediterranei con Vegetazione Alofila Perenne Erbacea
- 16.1-Spiagge
- 16.22-Dune Stabili con Vegetazione Erbacea
- 16.27-Dune Stabili a Ginepri

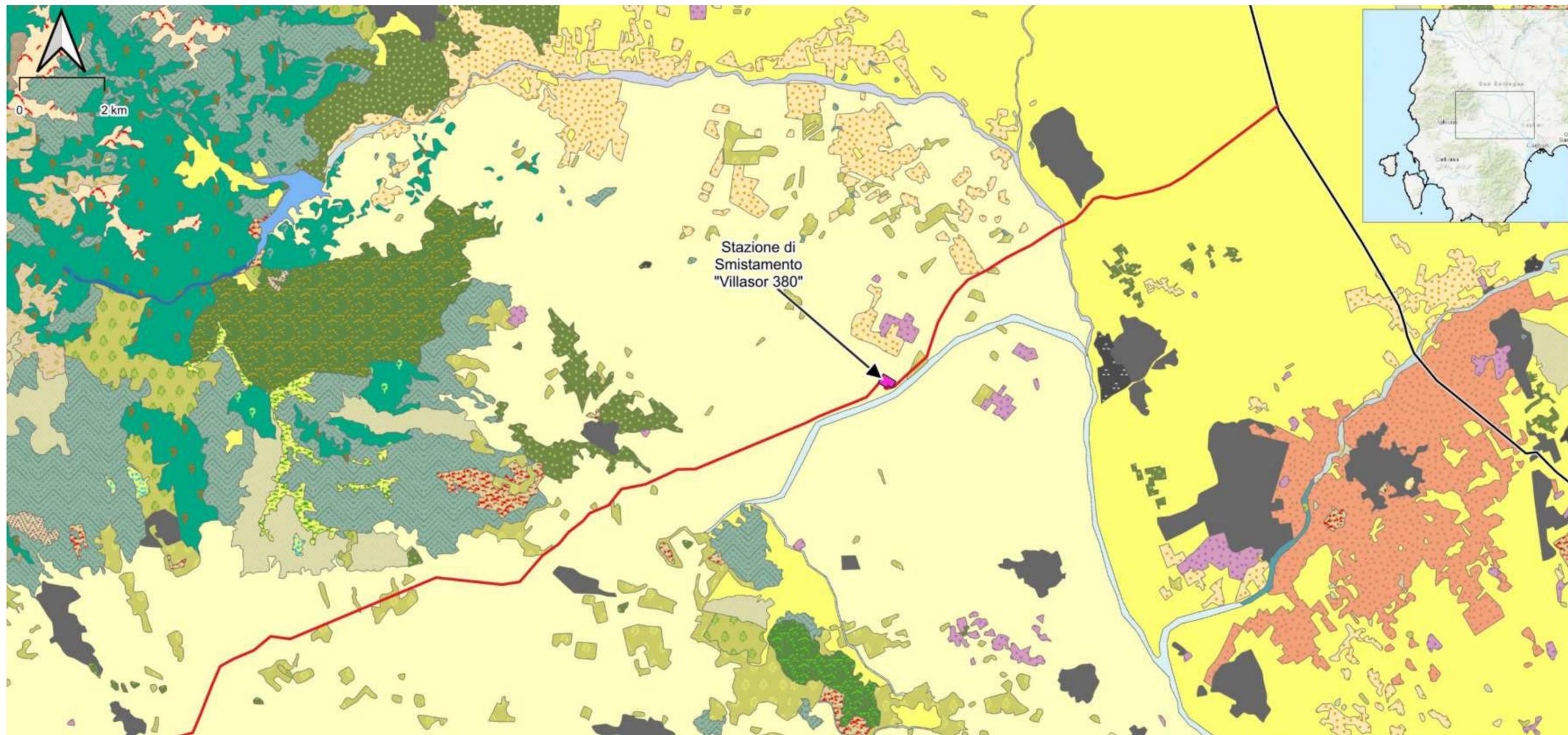
- 16.28-Dune Stabili con Macchia a Sclerofille
- 16.29-Dune Alberate
- 18.22-Scogliere e Rupi Marittime Mediterranee
- 19-Isolette Rocciose e Scogli
- 21-Lagune
- 22.1-Acque Dolci (Laghi, Stagni)
- 32.11-Matorral a Querce Sempreverdi
- 32.12-Matorral a Olivastro e Lentisco
- 32.13-Matorral a Ginepri
- 32.211-Macchia Bassa a Olivastro e Lentisco
- 32.215-Macchia a Cytisus laniger, Cytisus spinosus, Cytisus infestus
- 32.217-Garighe Costiere a Helichrysum
- 32.22-Macchia a Euphorbia dendroides

- 32.26-Ginestreti Termomediterranei
- 32.3-Garighe e Macchie Mesomediterranee Silicicole
- 32.4-Garighe e Macchie Mesomediterranee Calcicole
- 34.5-Praterie Aride Mediterranee
- 34.81-Prati Mediterranei Subnitrofilii (incl. Vegetazione Mediterranea e Submediterranea Postcolturale)
- 44.81-Boscaglie Ripariali a Tamerici, Oleandri e Agnocasti
- 45.1-Boschi e Boscaglie a Olivastro e Carrubo
- 45.21-Sugherete
- 45.317-Leccete Sarde
- 53.1-Canneti a Phragmites australis e Altre Elofite
- 62.11-Rupi Carbonatiche Mediterranee
- 82.1-Colture Intensive

- 82.3-Colture Estensive
- 83.11-Oliveti
- 83.15-Frutteti
- 83.21-Vigneti
- 83.31-Piantagioni di Conifere
- 83.322-Piantagioni di Eucalipti
- 85.1-Grandi Parchi
- 86.1-Città, Centri Abitati
- 86.3-Siti Industriali Attivi
- 86.41-Cave
- 89-Lagune e Canali Artificiali

Figura 8.50 – Carta degli habitat. Vista 1 – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.

Elaborazione ilStudio.



LEGENDA

Opere in Progetto

— Elettrodotto Aereo 380kV

Carta degli Habitat

- 15.1-Ambienti Salmastri con Vegetazione Alofila Pioniera Annuale
- 21-Lagune
- 22.1-Acque Dolci (Laghi, Stagni)
- 24.225-Greti dei Torrenti Mediterranei
- 31.75-Brughiere Oromediterranee a Arbusti Spinosi della Sardegna e dell'Appennino Settentrionale
- 32.11-Matorral a Querce Sempreverdi
- 32.12-Matorral a Olivastro e Lentisco

- 32.14-Matorral a Pini
- 32.211-Macchia Bassa a Olivastro e Lentisco
- 32.22-Macchia a Euphorbia dendroides
- 32.3-Garighe e Macchie Mesomediterranee Silicicole
- 32.4-Garighe e Macchie Mesomediterranee Calcicole
- 34.5-Praterie Aride Mediterranee
- 34.81-Prati Mediterranei Subnitrofilii (incl. Vegetazione Mediterranea e Submediterranea Postcolturale)
- 35.3-Praterie Mediterranee a Terofite Acidofile
- 44.63-Boschi Ripariali a Fraxinus angustifolia
- 44.81-Boscaglie Ripariali a Tamerici, Oleandri e Agnocasti

- 45.1-Boschi e Boscaglie a Olivastro e Carrubo
- 45.21-Sugherete
- 45.317-Leccete Sarde
- 53.1-Canneti a Phragmites australis e Altre Elofite
- 53.6-Canneti Mediterranei
- 62.11-Rupi Carbonatiche Mediterranee
- 62.24-Rupi Silicatiche Montane della Sardegna
- 82.1-Colture Intensive
- 82.3-Colture Estensive
- 83.11-Oliveti
- 83.15-Frutteti

- 83.16-Agrumeti
- 83.21-Vigneti
- 83.31-Piantagioni di Conifere
- 83.322-Piantagioni di Eucalipti
- 86.1-Città, Centri Abitati
- 86.3-Siti Industriali Attivi
- 86.41-Cave
- 86.6-Siti Archeologici e Ruederi
- 89-Lagune e Canali Artificiali

Figura 8.51 – Carta degli habitat. Vista 2 – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.

Elaborazione iLStudio



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
343 di 1053

Carta del Valore Ecologico

Il Valore Ecologico è considerato come l'unione di 4 componenti, quali la rarità, la biodiversità, gli aspetti strutturali e gli aspetti istituzionali, che determinano la priorità di conservazione di un habitat. Assume una connotazione di pregio naturale.

Le opere a terra ricadenti in località Portovesme interessano un territorio che, per la sua vocazione industriale, non è valutato in termini di Valore ecologico, Sensibilità ecologica, Pressione antropica e fragilità ambientale. La restante parte delle opere insistono invece su aree caratterizzate perlopiù da valore ecologico basso e molto basso (con eccezione di alcune aree dal Valore Ecologico molto alto identificate nell'habitat 32.13 – Matorral a ginepri e alto per l'habitat 45.21 - Sugherete).

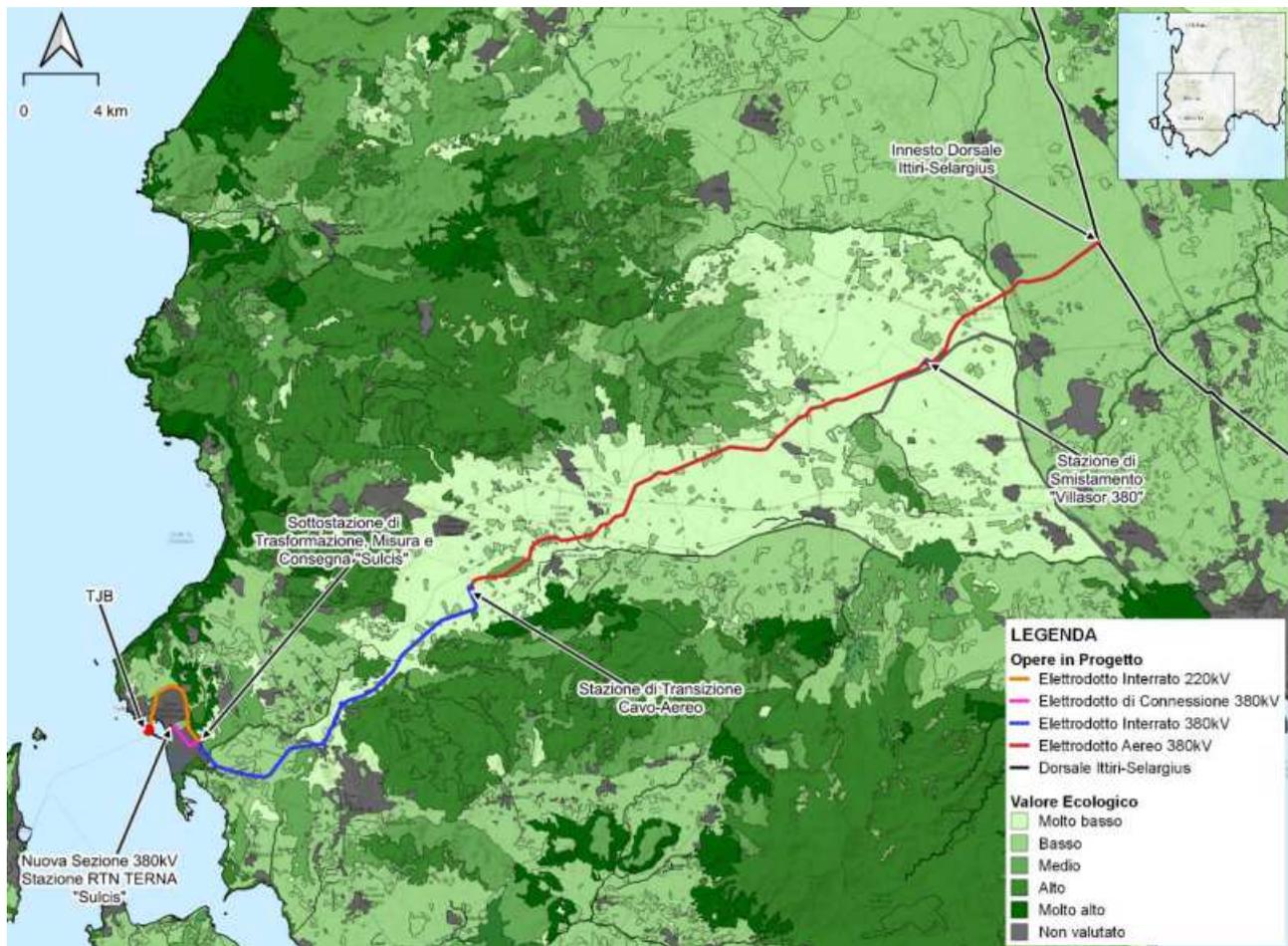


Figura 8.52 – Indici complessivi di valutazione – Valore Ecologico – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.

Elaborazione iLStudio.

Carta della Sensibilità Ecologica

La Sensibilità Ecologica indica l'attitudine di un habitat a subire un danno o la perdita di biodiversità o di integrità. Gli elementi che determinano la Sensibilità sono gli aspetti strutturali, compositivi e istituzionali dell'habitat e l'isolamento.

Si rileva che le opere a terra ricadenti in località Portovesme interessano un territorio che, per la sua vocazione industriale, non è valutato in termini di Valore ecologico, Sensibilità ecologica, Pressione antropica e fragilità ambientale. La restante parte delle opere insistono invece su aree caratterizzate perlopiù da sensibilità ecologica bassa e molto bassa (con eccezione di alcune aree dalla sensibilità ecologica media identificate nell'habitat 32.13 – Matorral a ginepri, nell'habitat 45.21 – Sugherete e in 32.211 – Macchia bassa a olivastro



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
344 di 1053

e lentisco).

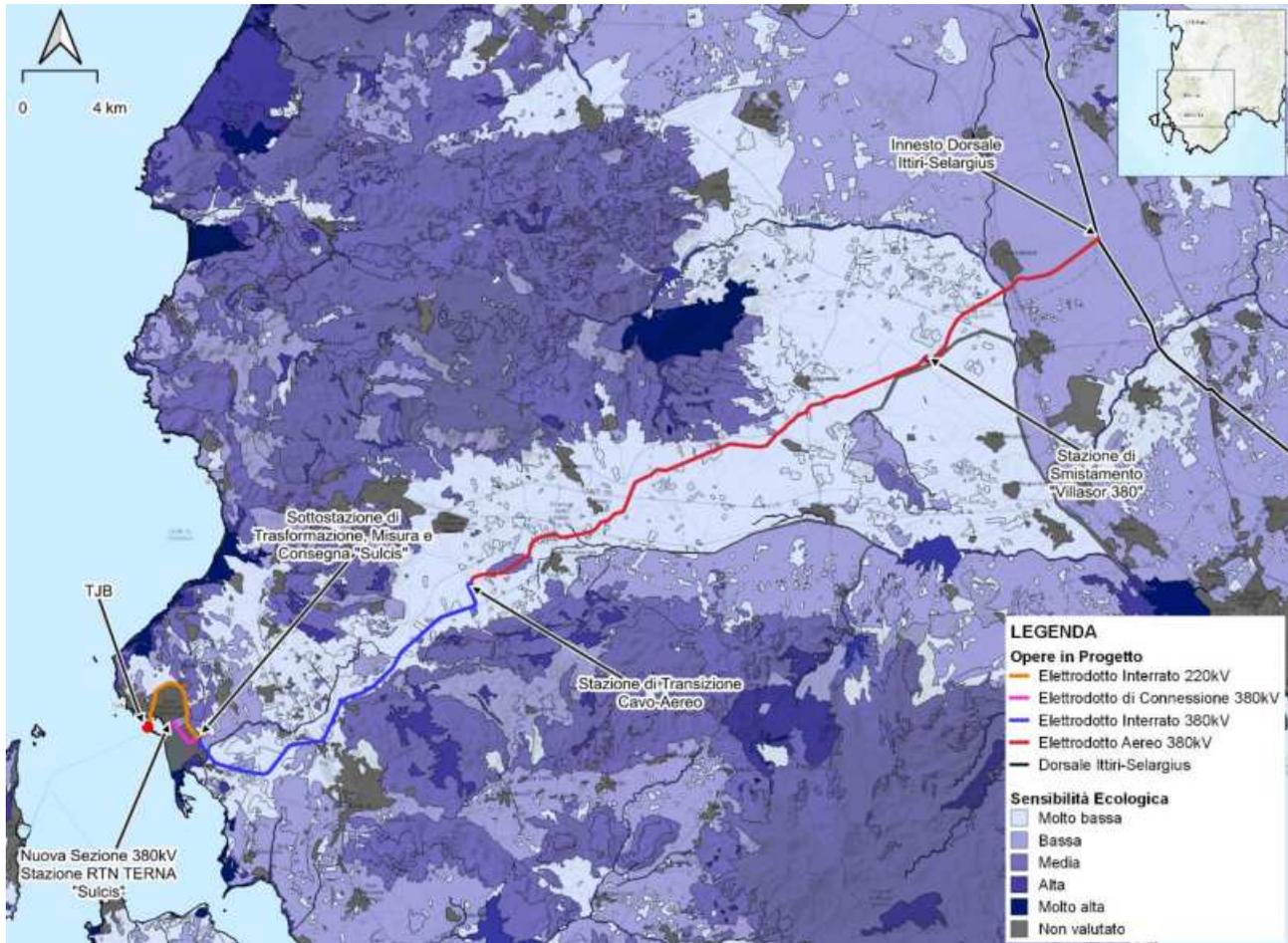


Figura 8.53 – Indici complessivi di valutazione – Sensibilità Ecologica – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.

Elaborazione iLStudio.

Carta della Pressione Antropica

La Pressione Antropica calcola il grado di disturbo generato dall'azione umana; viene quantificata qualsiasi forma di pressione antropica attualmente in atto e agente all'interno o all'esterno di un habitat, in modo diretto o indiretto. La classe "molto alta" è incentrata sui rilievi montuosi e nel versante orientale della regione rispetto alla classe "bassa" che predomina sul versante centro-occidentale.

Si rileva che le opere a terra ricadenti in località Portovesme interessano un territorio che, per la sua vocazione industriale, non è valutato in termini di Valore ecologico, Sensibilità ecologica, Pressione antropica e fragilità ambientale. La restante parte delle opere insistono invece su aree caratterizzate perlopiù da pressione antropica da bassa a media con andamento crescente dalle coste verso l'entroterra (con eccezione di alcune aree dalla pressione antropica media identificate nell'habitat 32.13 – Matorral a ginepri, nell'habitat 45.21 – Sugherete e in 32.211 – Macchia bassa a olivastro e lentisco).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
345 di 1053

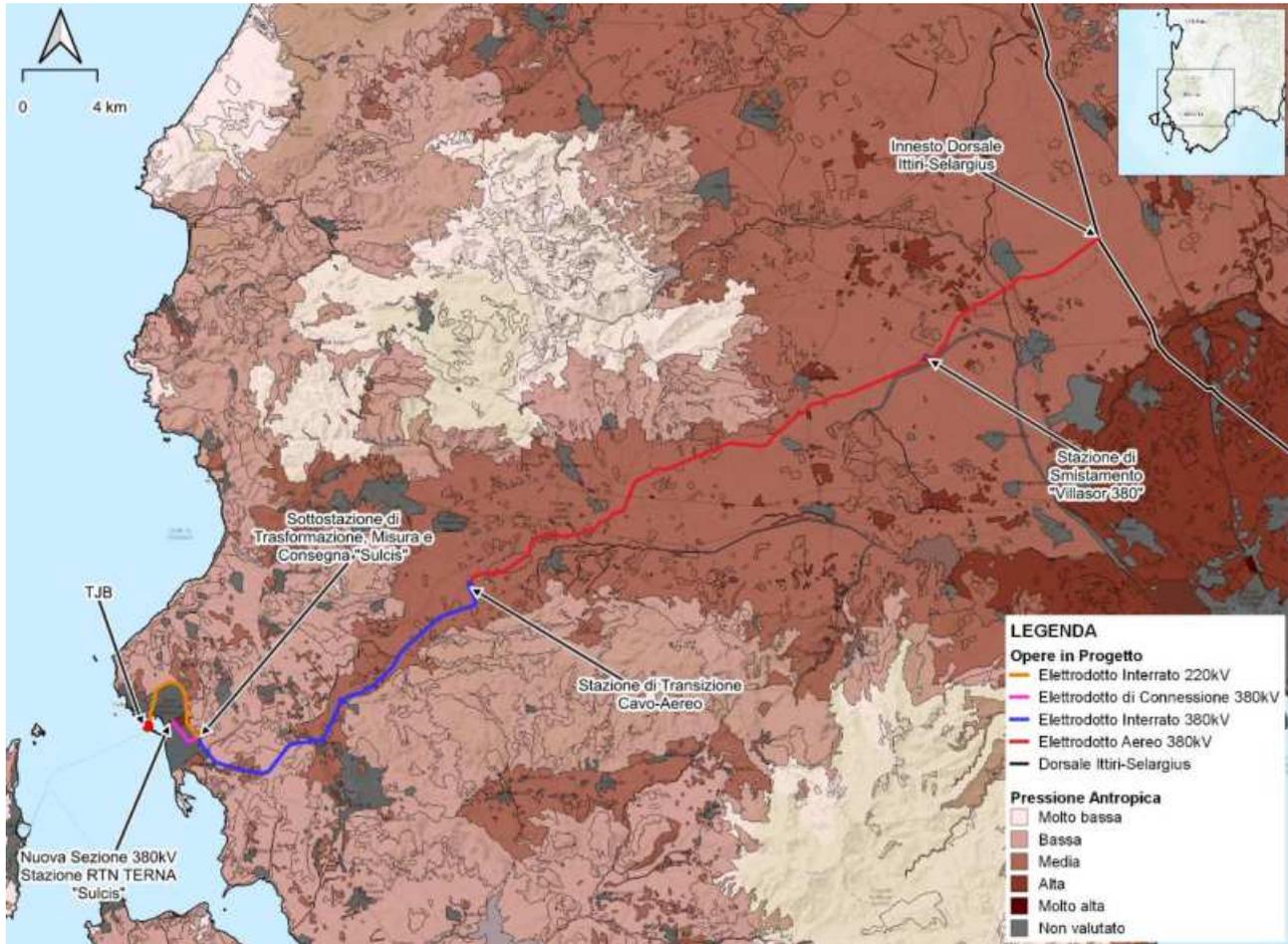


Figura 8.54 – Indici complessivi di valutazione – Pressione Antropica – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.

Elaborazione iLStudio.

Carta della Fragilità Ecologica

La Fragilità Ecologica è data dalla combinazione delle classi di Sensibilità Ecologica e Pressione Antropica. Valuta le aree più sensibili e vulnerabili all'azione umana.

Si rileva che le opere a terra ricadenti in località Portovesme interessano un territorio che, per la sua vocazione industriale, non è valutato in termini di Valore ecologico, Sensibilità ecologica, Pressione antropica e fragilità ambientale. La restante parte delle opere insistono invece su aree caratterizzate perlopiù da fragilità ambientale molto bassa e bassa, in minima parte media (32.13 – Matorral a ginepri, nell'habitat 45.21 – Sugherete e in 32.211 – Macchia bassa a olivastro e lentisco).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

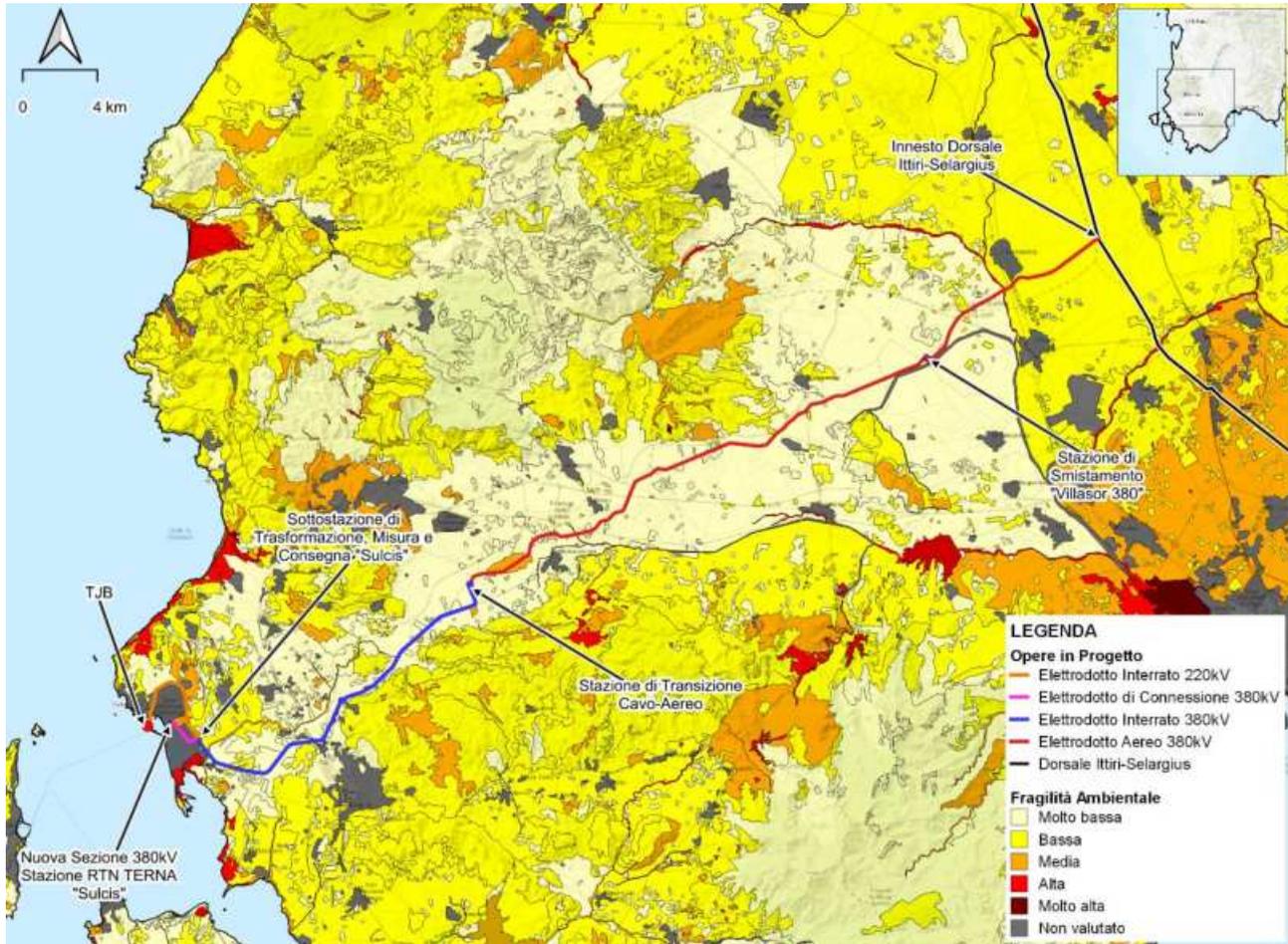


Figura 8.55 – Indici complessivi di valutazione – Fragilità Ambientale – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.

Elaborazione iLStudio.

8.2.9.2. Configurazione Elettrodotto Aereo

Le opere in progetto intersecano i seguenti habitat:

OPERE IN PROGETTO	HABITAT
Elettrodotto interrato 380kV	86.3-Siti industriali attivi
	82.3-Colture estensive
	32.13-Matorral a ginepri
	32.3-Garighe e macchie mesomediterranee silicicole
Elettrodotto interrato 220kV	86.3-Siti industriali attivi
Sottostazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis"	86.3-Siti industriali attivi
	32.3-Garighe e macchie mesomediterranee silicicole
	32.13-Matorral a ginepri
Nuova Sezione RTN TERNA Stazione RTN TERNA "Sulcis"	86.3-Siti industriali attivi
	86.3-Siti industriali attivi
Elettrodotto di Connessione 380 kV	86.3-Siti industriali attivi
	86.3-Siti industriali attivi
	32.3-Garighe e macchie mesomediterranee silicicole
	32.13-Matorral a ginepri
Elettrodotto aereo 380 kV ST	62.11-Rupi carbonatiche mediterranee
	86.1-Città, centri abitati
	83.322-Piantagioni di eucalipti



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
347 di 1053

OPERE IN PROGETTO

HABITAT

	82.1-Colture intensive
	32.211-Macchia bassa a olivastro e lentisco
	83.21-Vigneti
Stazione Di Smistamento "Villasor 380"	82.1-Colture intensive
Elettrodotto Aereo 380 kV DT	82.3-Colture estensive



Ichnusa wind power srl

ilStudio.
Engineering & Consulting Studio

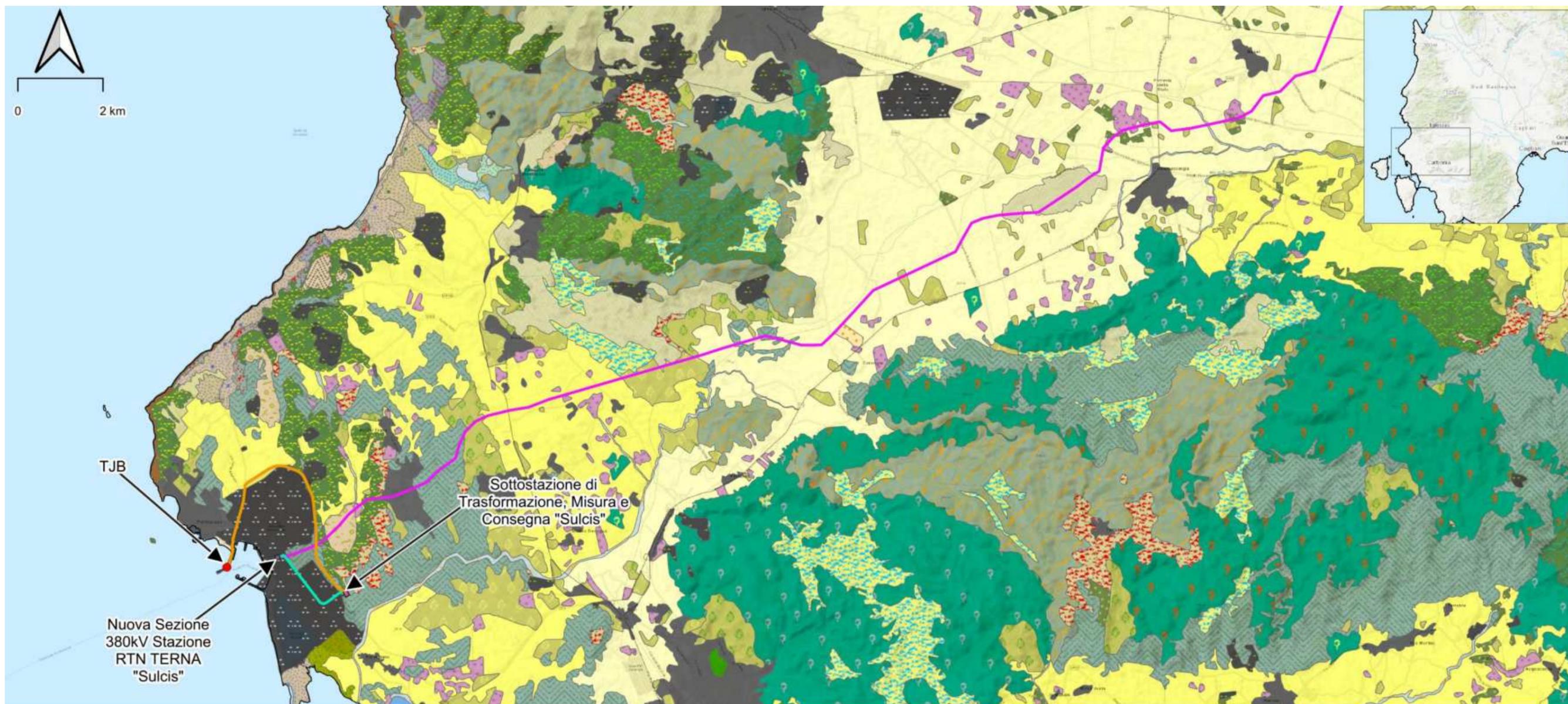
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
348 di 1053



LEGENDA

Opere in Progetto

- Elettrodotto Interrato 220kV
- Elettrodotto di Connessione 380kV
- Elettrodotto Aereo 380kV ST

Carta degli Habitat

- 15.1-Ambienti Salmastrati con Vegetazione Alofila Pioniera Annuale
- 15.5-Ambienti Salmastrati Mediterranei con Vegetazione Alofila Perenne Erbacea
- 16.1-Spiagge
- 16.22-Dune Stabili con Vegetazione Erbacea
- 16.27-Dune Stabili a Ginepri
- 16.28-Dune Stabili con Macchia a Sclerofille
- 16.29-Dune Alberate

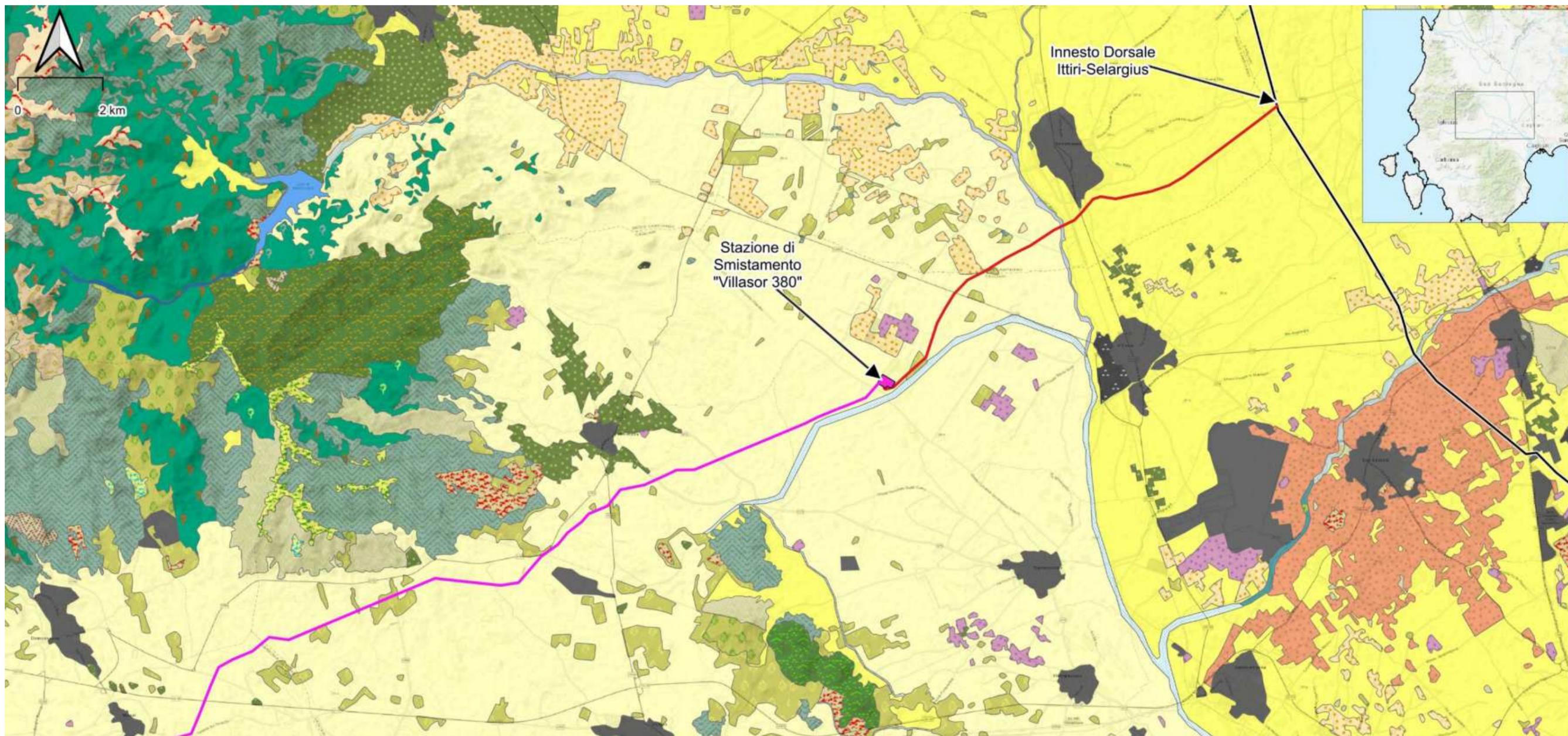
- 18.22-Scogliere e Rupi Marittime Mediterranee
- 19-Isolette Rocciose e Scogli
- 21-Lagune
- 22.1-Acque Dolci (Laghi, Stagni)
- 32.11-Matorral a Querce Sempreverdi
- 32.12-Matorral a Olivastro e Lentisco
- 32.13-Matorral a Ginepri
- 32.211-Macchia Bassa a Olivastro e Lentisco
- 32.215-Macchia a Cytisus laniger, Cytisus spinosus, Cytisus infestus
- 32.217-Garighe Costiere a Helichrysum
- 32.22-Macchia a Euphorbia dendroides
- 32.26-Ginestreti Termomediterranei

- 32.3-Garighe e Macchie Mesomediterranee Silicicole
- 32.4-Garighe e Macchie Mesomediterranee Calcicole
- 34.5-Praterie Aride Mediterranee
- 34.81-Prati Mediterranei Subnitrofilii (incl. Vegetazione Mediterranea e Submediterranea Postcolturale)
- 44.81-Boscaglie Ripariali a Tamerici, Oleandri e Agnocasti
- 45.1-Boschi e Boscaglie a Olivastro e Carrubo
- 45.21-Sugherete
- 45.317-Leccete Sarde
- 53.1-Canneti a Phragmites australis e Altre Elofite
- 62.11-Rupi Carbonatiche Mediterranee
- 82.1-Colture Intensive
- 82.3-Colture Estensive

- 83.11-Oliveti
- 83.15-Frutteti
- 83.21-Vigneti
- 83.31-Piantagioni di Conifere
- 83.322-Piantagioni di Eucalipti
- 85.1-Grandi Parchi
- 86.1-Città, Centri Abitati
- 86.3-Siti Industriali Attivi
- 86.41-Cave
- 89-Lagune e Canali Artificiali

Figura 8.56 – Carta degli Habitat della Sardegna. Vista 1 – Configurazione Elettrodotto Aereo.

Elaborazione ilStudio.



LEGENDA

Opere in Progetto

- Elettrodotto Aereo 380kV ST
- Elettrodotto Aereo 380kV DT

Carta degli Habitat

- 15.1-Ambienti Salmastri con Vegetazione Alofila Pioniera Annuale
- 21-Lagune
- 22.1-Acque Dolci (Laghi, Stagni)
- 24.225-Greti dei Torrenti Mediterranei
- 31.75-Brughiere Oromediterranee a Arbusti Spinosi della Sardegna e dell'Appennino Settentrionale
- 32.11-Matorral a Querce Sempreverdi

- 32.12-Matorral a Olivastro e Lentisco
- 32.14-Matorral a Pini
- 32.211-Macchia Bassa a Olivastro e Lentisco
- 32.22-Macchia a Euphorbia dendroides
- 32.3-Garighe e Macchie Mesomediterranee Silicicole
- 32.4-Garighe e Macchie Mesomediterranee Calcicole
- 34.5-Praterie Aride Mediterranee
- 34.81-Prati Mediterranei Subnitrofilii (incl. Vegetazione Mediterranea e Submediterranea Postculturale)
- 35.3-Praterie Mediterranee a Terofite Acidofile
- 44.63-Boschi Ripariali a Fraxinus angustifolia

- 44.81-Boscaglie Ripariali a Tamerici, Oleandri e Agnocasti
- 45.1-Boschi e Boscaglie a Olivastro e Carrubo
- 45.21-Sugherete
- 45.317-Leccete Sarde
- 53.1-Canneti a Phragmites australis e Altre Elofite
- 53.6-Canneti Mediterranei
- 62.11-Rupi Carbonatiche Mediterranee
- 62.24-Rupi Silicatiche Montane della Sardegna
- 82.1-Colture Intensive
- 82.3-Colture Estensive
- 83.11-Oliveti

- 83.15-Frutteti
- 83.16-Agrumeti
- 83.21-Vigneti
- 83.31-Piantagioni di Conifere
- 83.322-Piantagioni di Eucalipti
- 86.1-Città, Centri Abitati
- 86.3-Siti Industriali Attivi
- 86.41-Cave
- 86.6-Siti Archeologici e Ruderii
- 89-Lagune e Canali Artificiali

Figura 8.57 – Carta degli Habitat della Sardegna. Vista 2 – Configurazione Elettrodotto Aereo.

Elaborazione ilStudio



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
350 di 1053

Carta del Valore Ecologico

Le opere a terra ricadenti in località Portovesme interessano un territorio che, per la sua vocazione industriale, non è valutato in termini di Valore ecologico, Sensibilità ecologica, Pressione antropica e fragilità ambientale. La restante parte delle opere insistono invece su aree caratterizzate perlopiù da valore ecologico molto basso e basso (con eccezione di alcune aree dal Valore Ecologico medio identificate nell'habitat 32.211-Macchia bassa a olivastro e lentisco, 32.3-Garighe e macchie mesomediterranee silicicole, aree dal Valore Ecologico alto identificate nell'habitat 62.11-Rupi carbonatiche mediterranee e aree dal valore Ecologico molto alto identificate nell'habitat 32.13-Matorral a ginepri).

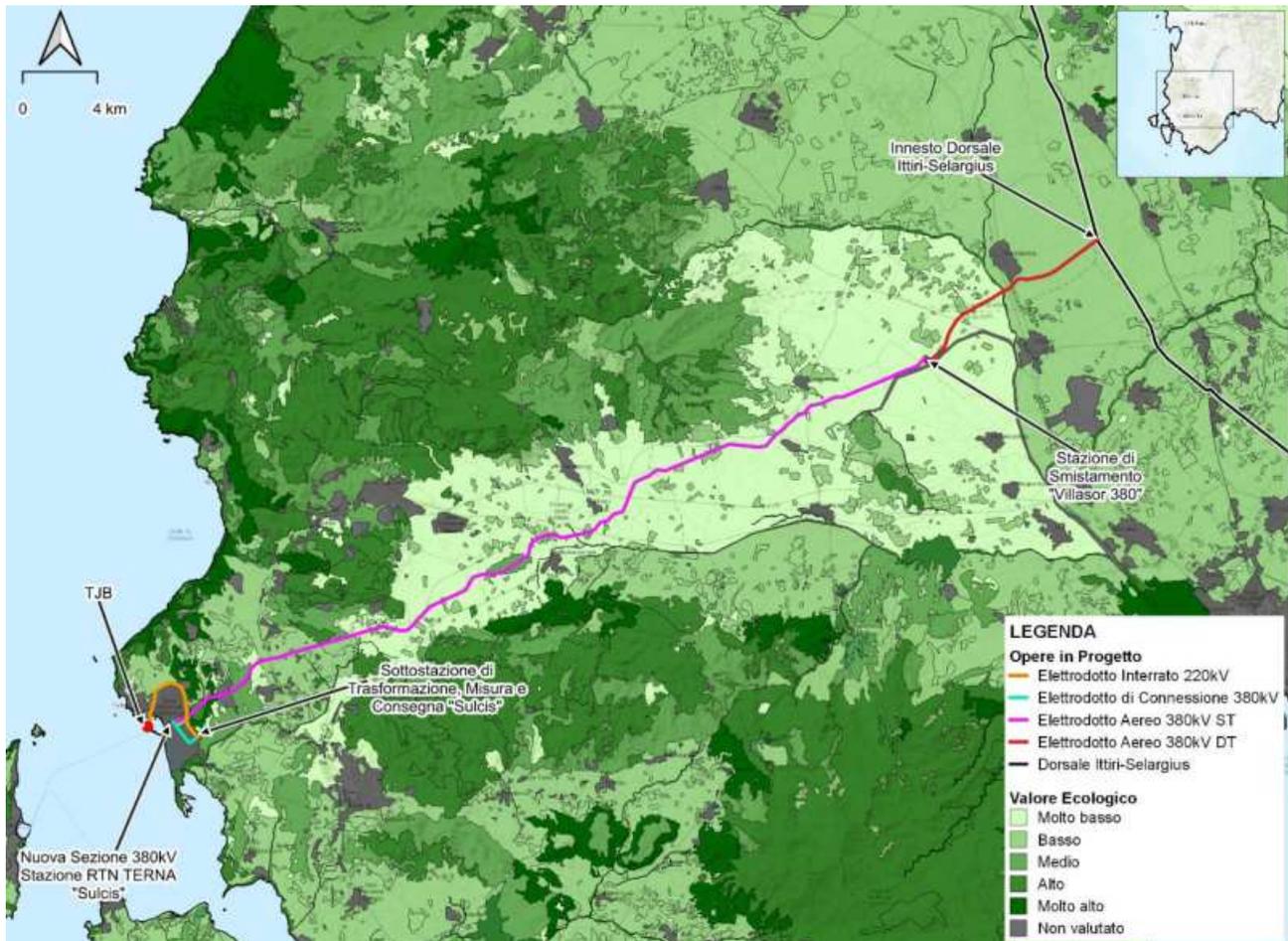


Figura 8.58 – Indici complessivi di valutazione – Valore Ecologico – Configurazione Elettrodotto Aereo.

Elaborazione iLStudio.

Carta della Sensibilità Ecologica

Si rileva che le opere a terra ricadenti in località Portovesme interessano un territorio che, per la sua vocazione industriale, non è valutato in termini di Valore ecologico, Sensibilità ecologica, Pressione antropica e fragilità ambientale. La restante parte delle opere insistono invece su aree caratterizzate perlopiù da sensibilità ecologica bassa e molto bassa (con eccezione di alcune aree dalla sensibilità ecologia media identificate nell'habitat 32.13 – Matorral a ginepri, nell'habitat 62.11-Rupi carbonatiche mediterranee e in 32.211 – Macchia bassa a olivastro e lentisco).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
351 di 1053

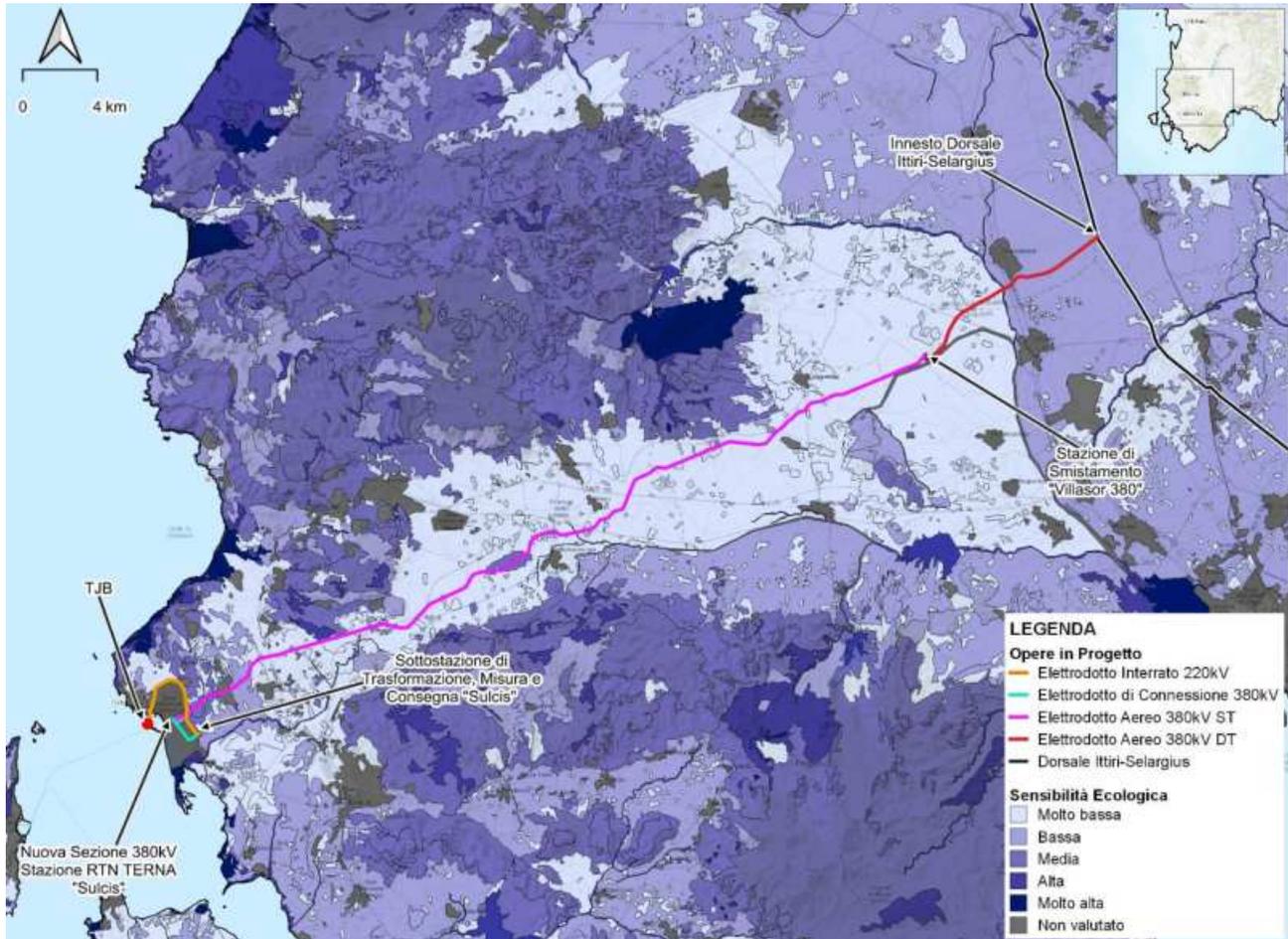


Figura 8.59 – Indici complessivi di valutazione – Sensibilità Ecologica – Configurazione Elettrodotto Aereo.

Elaborazione iLStudio.

Carta della Pressione Antropica

Si rileva che le opere a terra ricadenti in località Portovesme interessano un territorio che, per la sua vocazione industriale, non è valutato in termini di Valore ecologico, Sensibilità ecologica, Pressione antropica e fragilità ambientale. La restante parte delle opere insistono invece su aree caratterizzate perlopiù da pressione antropica da bassa a media con andamento crescente dalle coste verso l'entroterra (con eccezione di alcune aree dalla pressione antropica alta identificate nell'habitat 32.3-Garighe e macchie mesomediterranee silicicole, media identificate negli habitat 82.1-Colture intensive, 32.13-Matorral a ginepri, 32.3-Garighe e macchie mesomediterranee silicicole, 32.211-Macchia bassa a olivastro e lentisco, 83.21-Vigneti, 83.322-Piantagioni di eucalipti e 82.3-Colture estensive).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
352 di 1053

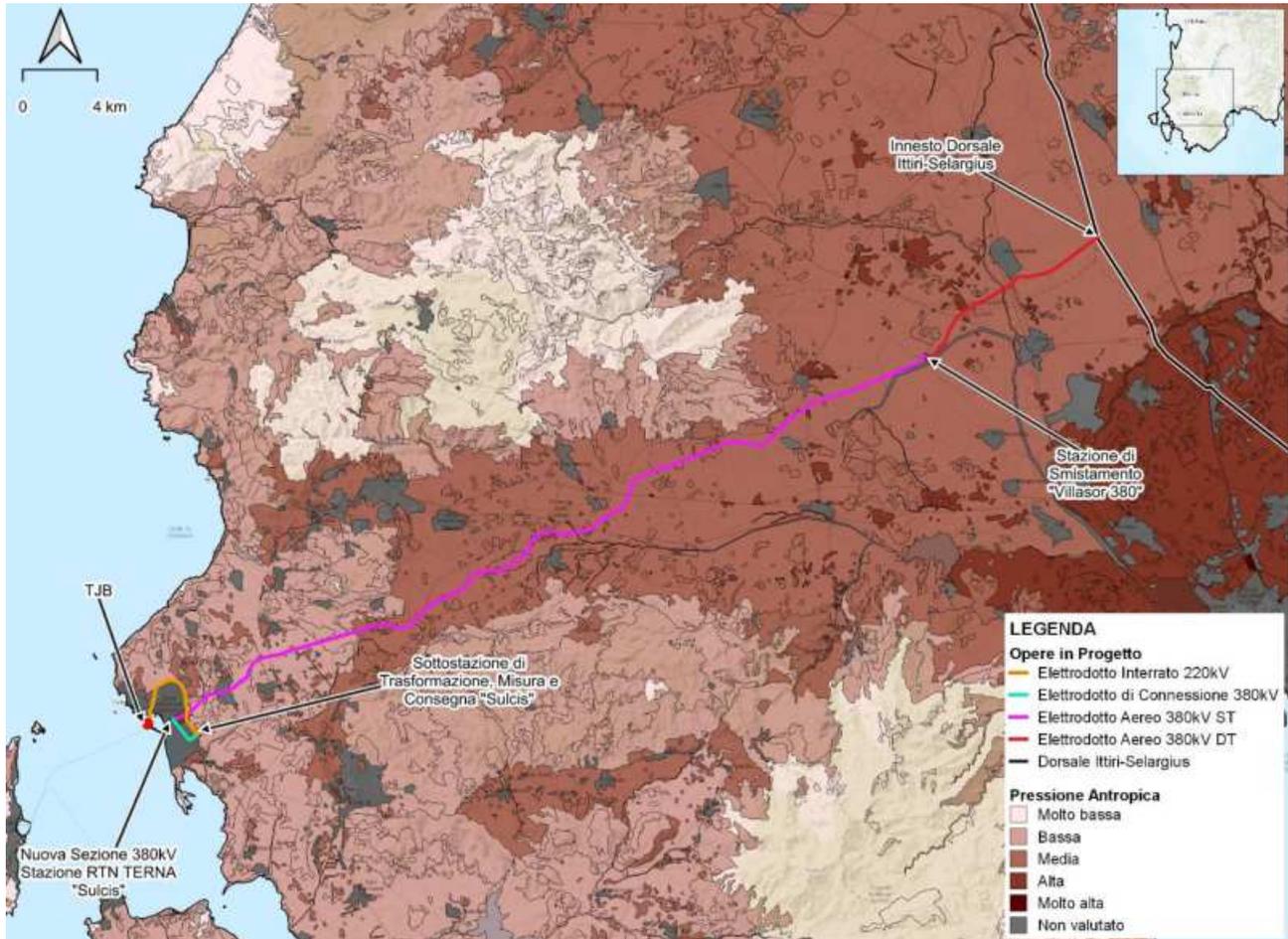


Figura 8.60 – Indici complessivi di valutazione – Pressione Antropica – Configurazione Elettrodotto Aereo .
Elaborazione iLStudio.

Carta della Fragilità Ecologica

Si rileva che le opere a terra ricadenti in località Portovesme interessano un territorio che, per la sua vocazione industriale, non è valutato in termini di Valore ecologico, Sensibilità ecologica, Pressione antropica e fragilità ambientale. La restante parte delle opere insistono invece su aree caratterizzate perlopiù da fragilità ambientale molto bassa e bassa, in minima parte media (32.3-Garighe e macchie mesomediterranee silicicole, 32.211-Macchia bassa a olivastro e lentisco e 32.13-Matorral a ginepri).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
353 di 1053

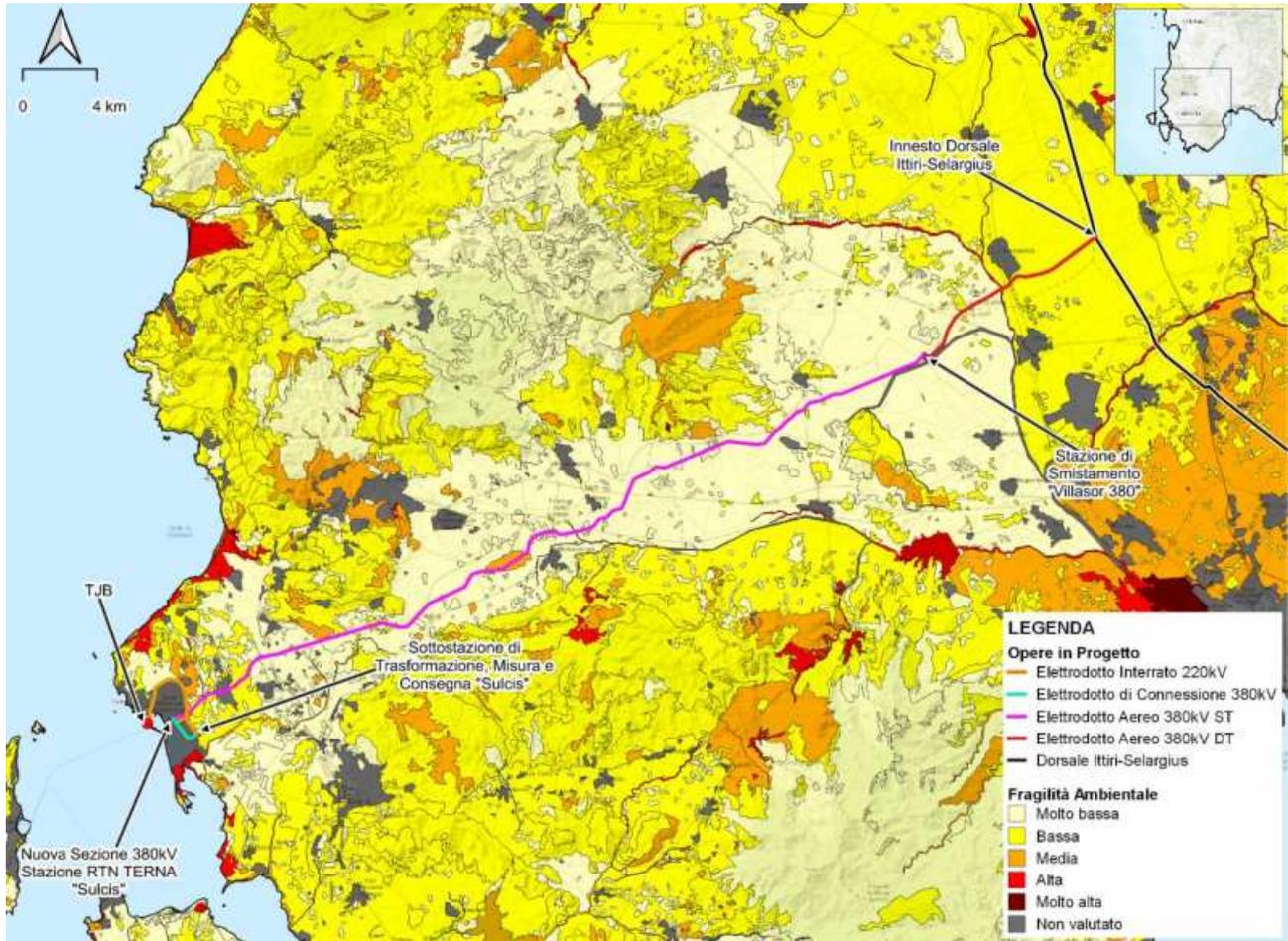


Figura 8.61 – Indici complessivi di valutazione – Fragilità Ambientale – Configurazione Elettrodotto Aereo.

Elaborazione iLStudio.

8.2.10. Carta degli Ecosistemi d'Italia

La Carta degli Ecosistemi d'Italia (scala 1:1000000) considera 84 ecosistemi naturali e semi-naturali che comprendono 43 tipologie di ecosistemi forestali.

8.2.10.1. Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo

Le opere in progetto ricadono nei seguenti ecosistemi:

OPERE IN PROGETTO	ECOSISTEMI D'ITALIA
Elettrodotto Interrato 220 kV e elettrodotto di connessione 380 kV	A1 – Zone residenziali a tessuto continuo, zone industriali, commerciali ed infrastrutturali, zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti D8 - Ecosistemi erbacei, collinari e costieri, peninsulari e insulari, a <i>Ampelodesmos mauritanicus</i> , <i>Hyparrhenia hirta subsp. hirta</i> , <i>Lygeum spartum</i> , <i>Brachypodium retusum</i>
Sottostazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis"	D8 - Ecosistemi erbacei, collinari e costieri, peninsulari e insulari, a <i>Ampelodesmos mauritanicus</i> , <i>Hyparrhenia hirta subsp. hirta</i> , <i>Lygeum spartum</i> , <i>Brachypodium retusum</i>
Nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA "Sulcis"	A1 – Zone residenziali a tessuto continuo, zone industriali, commerciali ed infrastrutturali, zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti
Elettrodotto interrato 380 kV	A1 – Zone residenziali a tessuto continuo, zone industriali, commerciali ed infrastrutturali, zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
354 di 1053

OPERE IN PROGETTO	ECOSISTEMI D'ITALIA
	B8 – Zone agricole eterogenee
	B1 – Seminativi
	C36 – Ecosistemi forestali a <i>Pinus pinaster subsp. pinaster</i> , <i>P. pinea</i> e/o <i>P. halepensis</i> delle Isole maggiori
	B9 – Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
	A2 – Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado
	B6 – Arboricoltura da legno
Stazioni di transizione Cavo-aereo	B1 – Seminativi
	B1 – Seminativi
	B9 – Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
Elettrodotto aereo 380 kV ST	D8 - Ecosistemi erbacei, collinari e costieri, peninsulari e insulari, a <i>Ampelodesmos mauritanicus</i> , <i>Hyparrhenia hirta subsp. hirta</i> , <i>Lygeum spartum</i> , <i>Brachypodium retusum</i>
	E8 – Ecosistemi arbustivi a specie sempreverdi, insulari, a <i>Olea europaea var. sylvestris</i> , <i>Ceratonia siliqua</i> , <i>Pistacia lentiscus</i> , <i>Myrtus communis</i> , <i>Euphorbia dendroides</i>
	B8 – Zone agricole eterogenee
Stazione Di Smistamento "Villasor 380"	B1 – Seminativi
	B1 – Seminativi
Elettrodotto Aereo 380 kV DT	B4 – Frutteti e frutti minori
	B8 – Zone agricole eterogenee



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

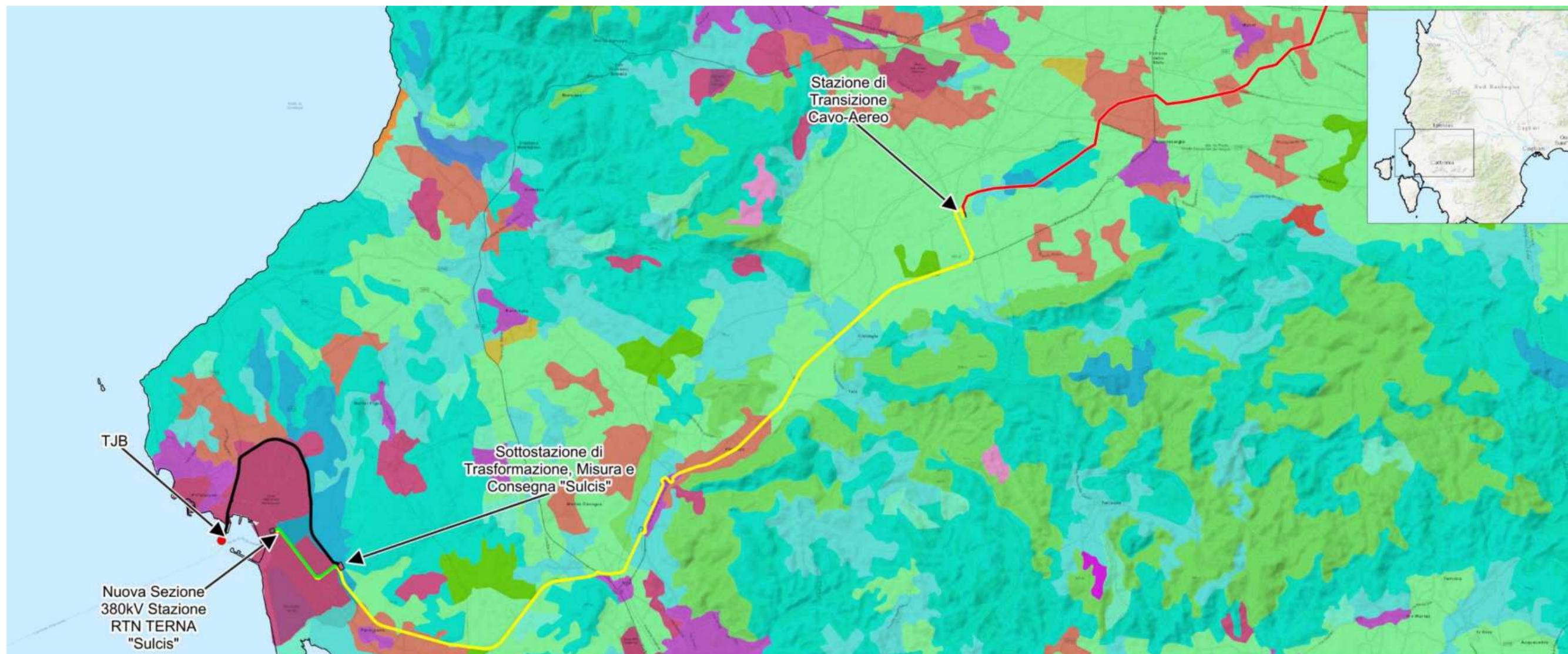
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
355 di 1053



LEGENDA

Opere in Progetto

- Elettrodotto Interrato 220kV
- Elettrodotto di Connessione 380kV
- Elettrodotto Interrato 380kV
- Elettrodotto Aereo 380kV

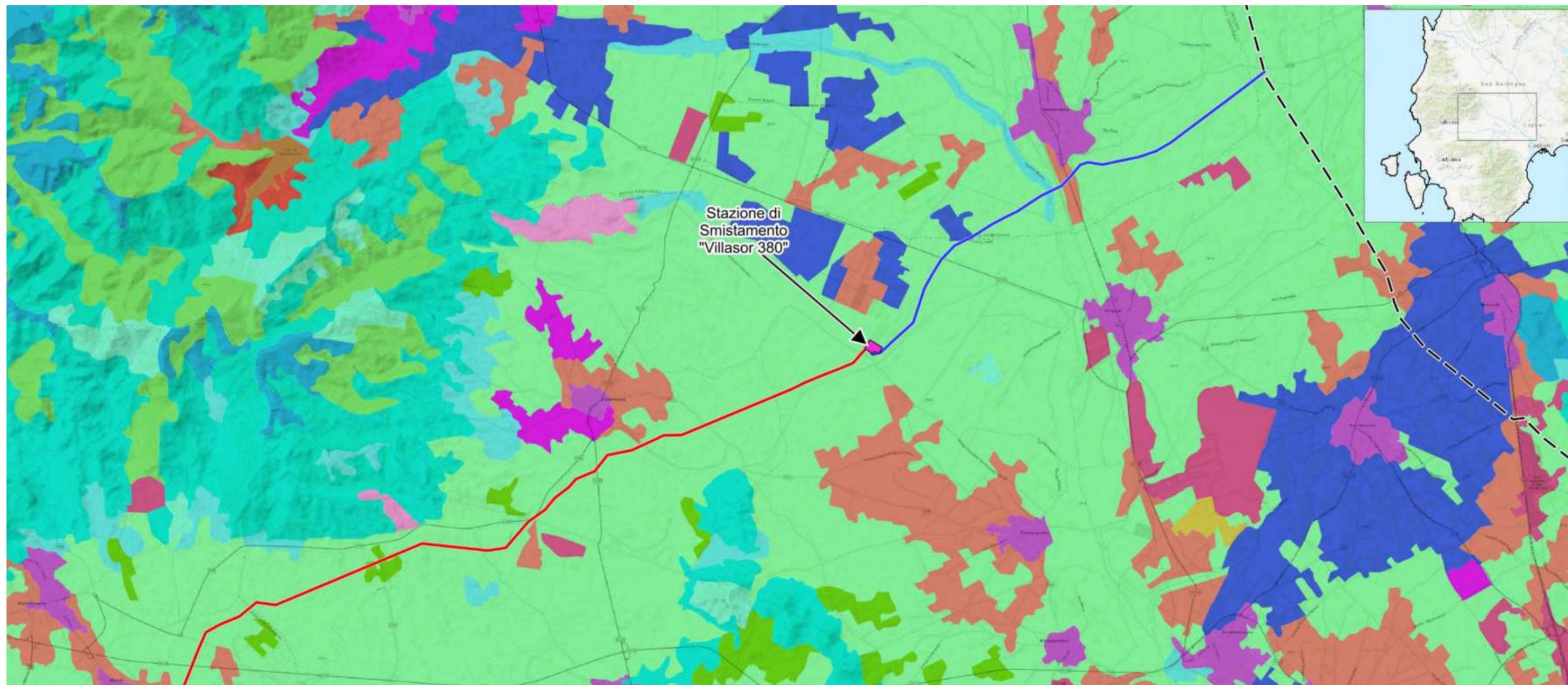
Ecosistemi d'Italia

- A1 - Zone Residenziali a Tessuto Continuo, Zone Industriali, Commerciali ed Infrastrutturali, Zone Estrattive, Cantieri, Discariche e Terreni Artefatti
- A2 - Zone Residenziali a Tessuto Discontinuo e Rado
- B1 - Seminativi
- B10 - Aree a Agroforestali
- B3 - Vigneti
- B5 - Oliveti
- B6 - Arboricoltura da Legno
- B7 - Prati Stabili (Foraggiere Permanenti)
- B8 - Zone Agricole Eterogenee

- B9 - Aree Prevalentemente Occupate da Colture Agrarie con Presenza di Spazi Naturali Importanti
- C36 - Ecosistemi Forestali a *Pinus pinaster* subsp. *pinaster*, *P. pinea* e/o *P. halepensis* delle Isole Maggiori
- C4 - Ecosistemi Forestali a *Quercus ilex* subsp. *ilex* e *Q. suber* delle Isole Maggiori
- D8 - Ecosistemi Erbacei, Collinari e Costieri, Peninsulari e Insulari, a *Ampelodesmos mauritanicus*, *Hyparrhenia hirta* subsp. *hirta*, *Lygeum spartum*, *Brachypodium retusum*
- E8 - Ecosistemi Arbustivi a Specie Sempreverdi, Insulari, a *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Ceratonia siliqua*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Euphorbia dendroides*
- F3 - Ecosistemi Psammofili delle Isole Maggiori a *Cakile maritima* subsp. *maritima*, *Armeria pungens*, *Silene succulenta* subsp. *corsica*, *Elymus farctus*, *Calamagrostis arenaria* subsp. *arundinacea*, *Daucus rouyi*, *Ephedra fragilis*, *Seseli tortuosum* subsp. *maritimum*, *Astragalus thermensis*, *Saccharum biflorum*
- G11 - Ecosistemi Idrofitici, Dulcicoli, Lentici, delle Isole Maggiori, a *Chara* sp. pl., *Lemna* sp. pl., *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum* subsp. *submersum*, *Potamogeton natans*, *P. schweinfurthii*, *P. pusillus*, *P. coloratus*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Ranunculus peltatus*, *R. omiophyllum*, *Utricularia australis*
- G18 - Ecosistemi Salmastrì, Costieri, delle Isole Maggiori, a *Cymodocea nodosa*, *Nanozostera noltei*, *Ruppia spiralis*, *Zannichellia obtusifolia*, *Althenia filiformis* subsp. *filiformis*
- G7 - Ecosistemi Aloigrofilii, Costieri, delle Isole Maggiori, a *Salicornia procumbens* subsp. *procumbens*, *S. perennans* subsp. *perennans*, *Salicornia perennis*, *Halopeplis amplexicaulis*, *Arthrocaulon meridionale*, *Halocnemum cruciatum*, *Limonium narbonense*, *L. virgatum*, *Juncus subulatus*, *Galatella pannonica* subsp. *pannonica*, *Cynomorium coccineum* subsp. *coccineum*

Figura 8.62 – Carta degli Ecosistemi d'Italia – Vista 1 – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.

Elaborazione iLStudio su dati provenienti da ISPRA Ambiente.



LEGENDA

Opere in Progetto

- Elettrodotto Aereo 380kV ST
- Elettrodotto Aereo 380kV DT
- - Dorsale Ittiri-Selargius

Ecosistemi d'Italia

- A1 - Zone Residenziali a Tessuto Continuo, Zone Industriali, Commerciali ed Infrastrutturali, Zone Estrattive, Cantieri, Discariche e Terreni Artefatti
- A2 - Zone Residenziali a Tessuto Discontinuo e Rado
- A3 - Aree Verdi Urbane
- B1 - Seminativi
- B10 - Aree a Agroforestali
- B3 - Vigneti

- B4 - Frutteti e Frutti Minori
- B5 - Oliveti
- B6 - Arboricoltura da Legno
- B7 - Prati Stabili (Foraggiere Permanenti)
- B8 - Zone Agricole Eterogenee
- B9 - Aree Prevalentemente Occupate da Colture Agrarie con Presenza di Spazi Naturali Importanti
- C36 - Ecosistemi Forestali a *Pinus pinaster* subsp. *pinaster*, *P. pinea* e/o *P. halepensis* delle Isole Maggiori
- C4 - Ecosistemi Forestali a *Quercus ilex* subsp. *ilex* e *Q. suber* delle Isole Maggiori
- D8 - Ecosistemi Erbacei, Collinari e Costieri, Peninsulari e Insulari, a *Ampelodesmos mauritanicus*, *Hyparrhenia hirta* subsp. *hirta*, *Lygeum spartum*, *Brachypodium retusum*
- E8 - Ecosistemi Arbustivi a Specie Sempreverdi, Insulari, a *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Ceratonia siliqua*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Euphorbia dendroides*

- G11 - Ecosistemi Idrofitici, Dulcicoli, Lentici, delle Isole Maggiori, a *Chara* sp. pl., *Lemna* sp. pl., *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum* subsp. *submersum*, *Potamogeton natans*, *P. schweinfurthii*, *P. pusillus*, *P. coloratus*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Ranunculus peltatus*, *R. omiophyllus*, *Utricularia australis*
- G18 - Ecosistemi Salmastrici, Costieri, delle Isole Maggiori, a *Cymodocea nodosa*, *Nanozostera noltei*, *Ruppia spiralis*, *Zannichellia obtusifolia*, *Althenia filiformis* subsp. *filiformis*
- G3 - Ecosistemi Igrofilii Ripariali, Dulcicoli, Peninsulari, a *Phragmites australis*, *Typha* sp. pl., *Arundo donax*, *Carex riparia*, *C. acuta*, *Agrostis stolonifera*, *Ranunculus flammula*, *Scirpoides holoschoenus*, *Paspalum* sp. pl., *Scrophularia canina*, *Helichrys italicum* subsp. *italicum*
- G7 - Ecosistemi Aloigrofilii, Costieri, delle Isole Maggiori, a *Salicornia procumbens* subsp. *procumbens*, *S. perennans* subsp. *perennans*, *Salicornia perennis*, *Haloplepis amplexicaulis*, *Arthrocaulon meridionale*, *Halocnemum cruciatum*, *Limonium narbonense*, *L. virgatum*, *Juncus subulatus*, *Galatella pannonica* subsp. *pannonica*, *Cynorium coccineum* subsp. *coccineum*

Figura 8.63 – Carta degli Ecosistemi d'Italia – Vista 2 – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.

Elaborazione iLStudio su dati provenienti da ISPRA Ambiente.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
357 di 1053

8.2.10.2. Configurazione Elettrodotto Aereo

Le opere in progetto ricadono nei seguenti ecosistemi:

OPERE IN PROGETTO	ECOSISTEMI D'ITALIA
Elettrodotto Interrato 220 kV e elettrodotto interrato 380 kV	A1 - Zone residenziali a tessuto continuo, zone industriali, commerciali ed infrastrutturali, zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti
Sottostazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis"	A1 - Zone residenziali a tessuto continuo, zone industriali, commerciali ed infrastrutturali, zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti
Nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA "Sulcis"	D8 - Ecosistemi erbacei, collinari e costieri, peninsulari e insulari, a <i>Ampelodesmos mauritanicus</i> , <i>Hyparrhenia hirta</i> subsp. <i>hirta</i> , <i>Lygeum spartum</i> , <i>Brachypodium retusum</i>
Elettrodotto aereo 380 kV ST	A1 - Zone residenziali a tessuto continuo, zone industriali, commerciali ed infrastrutturali, zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti
	B1 - Seminativi
	B8 - Zone agricole eterogenee
	B6 - Arboricoltura da legno
	B9 - Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
	E8 - Ecosistemi arbustivi a specie sempreverdi, insulari, a <i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i> , <i>Ceratonia siliqua</i> , <i>Pistacia lentiscus</i> , <i>Myrtus communis</i> , <i>Euphorbia dendroides</i>
Stazione Di Smistamento "Villasor 380"	B1 - Seminativi
	B4 - Frutteti e frutti minori
Elettrodotto Aereo 380 kV DT	B1 - Seminativi
	B8 - Zone agricole eterogenee



Ichnusa wind power srl

ilStudio.
Engineering & Consulting Studio

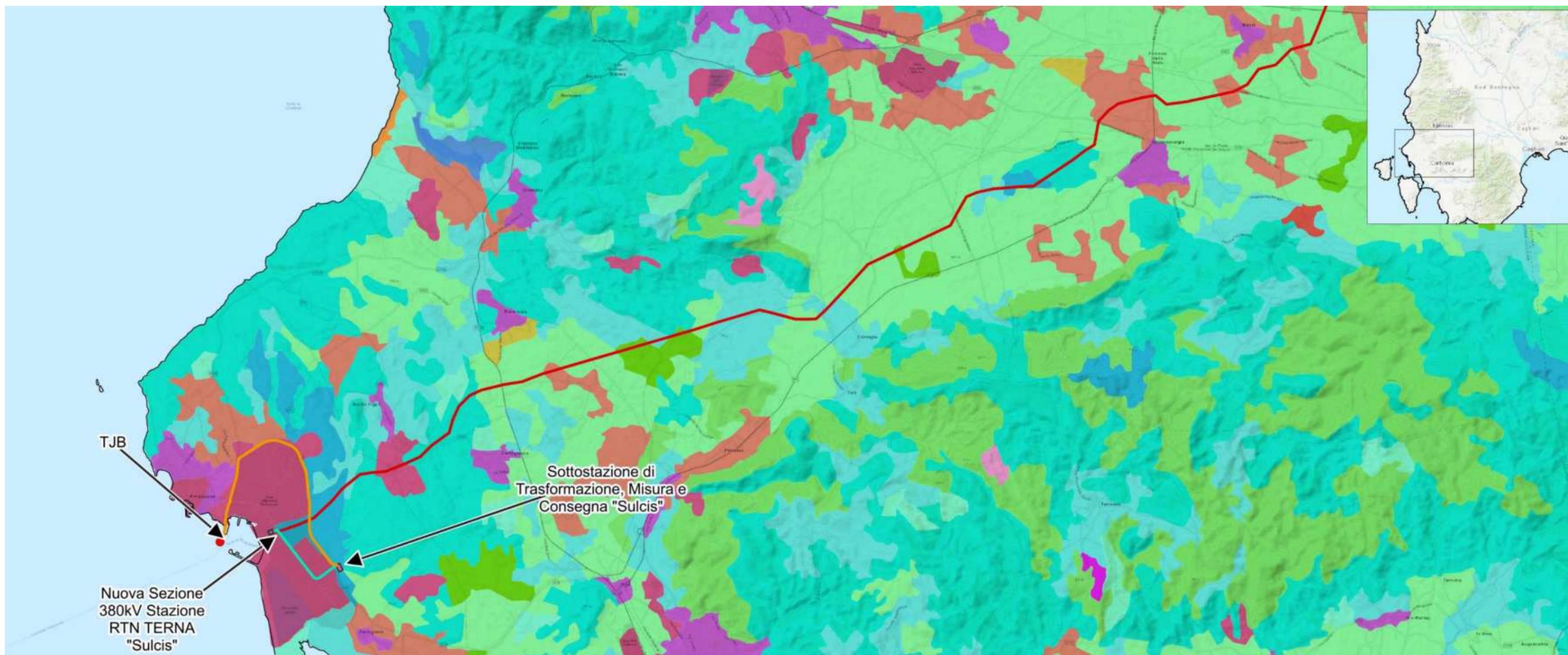
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
358 di 1053



LEGENDA

Opere in Progetto

- Elettrodotto Interrato 220kV
- Elettrodotto di Connessione 380kV
- Elettrodotto Aereo 380kV ST

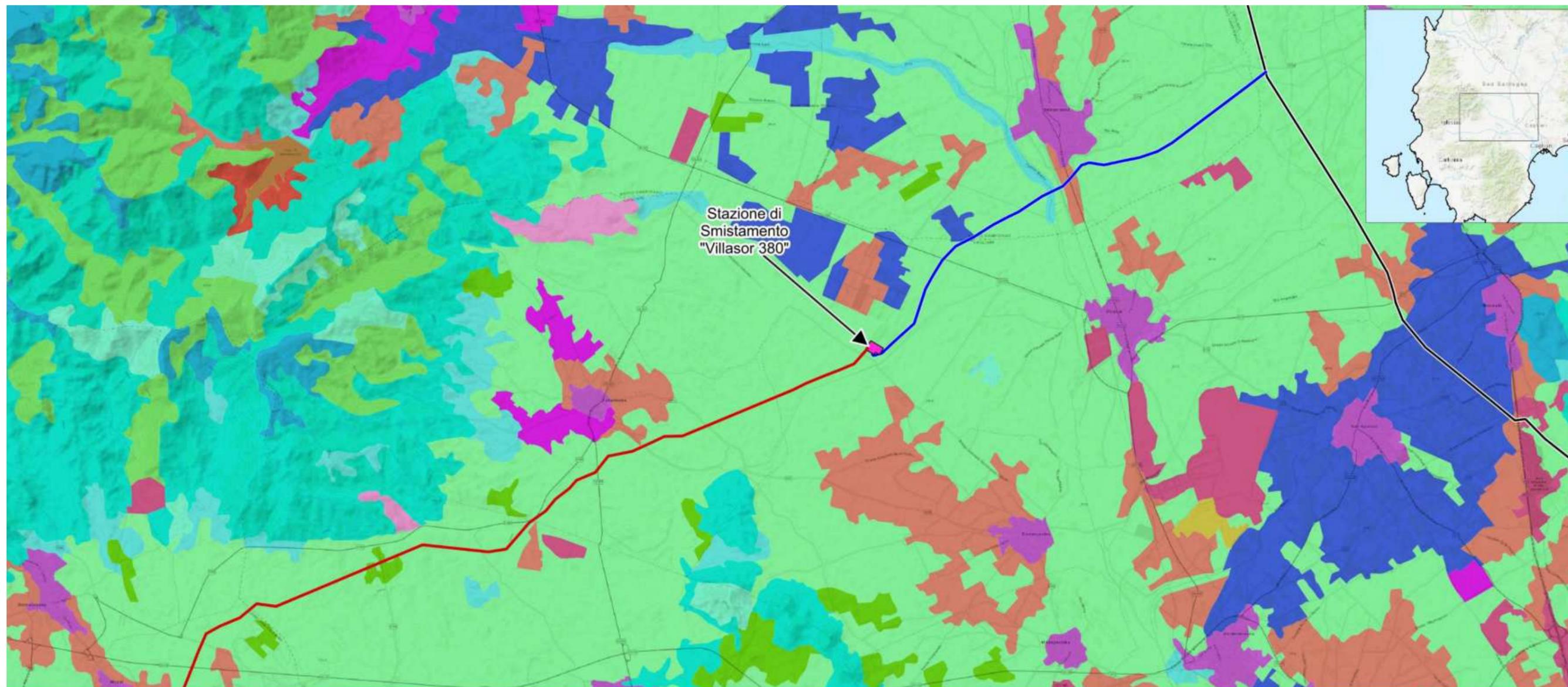
Ecosistemi d'Italia

- A1 - Zone Residenziali a Tessuto Continuo, Zone Industriali, Commerciali ed Infrastrutturali, Zone Estrattive, Cantieri, Discariche e Terreni Artefatti
- A2 - Zone Residenziali a Tessuto Discontinuo e Rado
- B1 - Seminativi
- B10 - Aree a Agroforestali
- B3 - Vigneti
- B5 - Oliveti
- B6 - Arboricoltura da Legno
- B7 - Prati Stabili (Foraggiere Permanenti)
- B8 - Zone Agricole Eterogenee

- B9 - Aree Prevalentemente Occupate da Colture Agrarie con Presenza di Spazi Naturali Importanti
- C36 - Ecosistemi Forestali a *Pinus pinaster* subsp. *pinaster*, *P. pinea* e/o *P. halepensis* delle Isole Maggiori
- C4 - Ecosistemi Forestali a *Quercus ilex* subsp. *ilex* e *Q. suber* delle Isole Maggiori
- D8 - Ecosistemi Erbacei, Collinari e Costieri, Peninsulari e Insulari, a *Ampelodesmos mauritanicus*, *Hyparrhenia hirta* subsp. *hirta*, *Lygeum spartum*, *Brachypodium retusum*
- E8 - Ecosistemi Arbustivi a Specie Sempreverdi, Insulari, a *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Ceratonia siliqua*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Euphorbia dendroides*
- F3 - Ecosistemi Psammofili delle Isole Maggiori a *Cakile maritima* subsp. *maritima*, *Armeria pungens*, *Silene succulenta* subsp. *corsica*, *Elymus farctus*, *Calamagrostis arenaria* subsp. *arundinacea*, *Daucus rouyi*, *Ephedra fragilis*, *Seseli tortuosum* subsp. *maritimum*, *Astragalus thermensis*, *Saccharum biflorum*
- G11 - Ecosistemi Idrofitici, Dulcicoli, Lentici, delle Isole Maggiori, a *Chara* sp. pl., *Lemna* sp. pl., *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum* subsp. *submersum*, *Potamogeton natans*, *P. schweinfurthii*, *P. pusillus*, *P. coloratus*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Ranunculus peltatus*, *R. omiophyllum*, *Utricularia australis*
- G18 - Ecosistemi Salmastri, Costieri, delle Isole Maggiori, a *Cymodocea nodosa*, *Nanozostera noltei*, *Ruppia spiralis*, *Zannichellia obtusifolia*, *Althenia filiformis* subsp. *filiformis*
- G7 - Ecosistemi Aloigrofilii, Costieri, delle Isole Maggiori, a *Salicornia procumbens* subsp. *procumbens*, *S. perennans* subsp. *perennans*, *Salicornia perennis*, *Halopeplis amplexicaulis*, *Arthrocaulon meridionale*, *Halocnemum cruciatum*, *Limonium narbonense*, *L. virgatum*, *Juncus subulatus*, *Galatella pannonica* subsp. *pannonica*, *Cynomorium coccineum* subsp. *coccineum*

Figura 8.64 - Carta degli Ecosistemi d'Italia. Vista 1 – Configurazione Elettrodotto Aereo.

Elaborazione ilStudio su dati ISPRA Ambiente.



LEGENDA

Opere in Progetto

- Elettrodotto Aereo 380kV ST
- Elettrodotto Aereo 380kV DT
- Dorsale Ittiri-Selargius

Ecosistemi d'Italia

- A1 - Zone Residenziali a Tessuto Continuo, Zone Industriali, Commerciali ed Infrastrutturali, Zone Estrattive, Cantieri, Discariche e Terreni Artefatti
- A2 - Zone Residenziali a Tessuto Discontinuo e Rado
- A3 - Aree Verdi Urbane
- B1 - Seminativi
- B10 - Aree a Agroforestali
- B3 - Vigneti

- B4 - Frutteti e Frutti Minori
- B5 - Oliveti
- B6 - Arboricoltura da Legno
- B7 - Prati Stabili (Foraggiere Permanenti)
- B8 - Zone Agricole Eterogenee
- B9 - Aree Prevalentemente Occupate da Colture Agrarie con Presenza di Spazi Naturali Importanti
- C36 - Ecosistemi Forestali a *Pinus pinaster* subsp. *pinaster*, *P. pinea* e/o *P. halepensis* delle Isole Maggiori
- C4 - Ecosistemi Forestali a *Quercus ilex* subsp. *ilex* e *Q. suber* delle Isole Maggiori
- D8 - Ecosistemi Erbacei, Collinari e Costieri, Peninsulari e Insulari, a *Ampelodesmos mauritanicus*, *Hyparrhenia hirta* subsp. *hirta*, *Lygeum spartum*, *Brachypodium retusum*
- E8 - Ecosistemi Arbustivi a Specie Sempreverdi, Insulari, a *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Cerantonia siliqua*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Euphorbia dendroides*

- G11 - Ecosistemi Idrofitici, Dulcicoli, Lentici, delle Isole Maggiori, a *Chara* sp. pl., *Lemna* sp. pl., *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum* subsp. *submersum*, *Potamogeton natans*, *P. schweinfurthii*, *P. pusillus*, *P. coloratus*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Ranunculus peltatus*, *R. omiophyllus*, *Utricularia australis*
- G18 - Ecosistemi Salmastrici, Costieri, delle Isole Maggiori, a *Cymodocea nodosa*, *Nanozostera noltei*, *Ruppia spiralis*, *Zannichellia obtusifolia*, *Athenia filiformis* subsp. *filiformis*
- G3 - Ecosistemi Igrofilii Ripariali, Dulcicoli, Peninsulari, a *Phragmites australis*, *Typha* sp. pl., *Arundo donax*, *Carex riparia*, *C. acuta*, *Agrostis stolonifera*, *Ranunculus flammula*, *Scirpoides holoschoenus*, *Paspalum* sp. pl., *Scrophularia canina*, *Helichrys italicum* subsp. *italicum*
- G7 - Ecosistemi Aloigrofilii, Costieri, delle Isole Maggiori, a *Salicornia procumbens* subsp. *procumbens*, *S. perennans* subsp. *perennans*, *Salicornia perennis*, *Haloplepis amplexicaulis*, *Arthrocaulon meridionale*, *Halocnemum cruciatum*, *Limonium narbonense*, *L. virgatum*, *Juncus subulatus*, *Galatella pannonica* subsp. *pannonica*, *Cynorium coccineum* subsp. *coccineum*

Figura 8.65 – Carta degli Ecosistemi d'Italia. Vista 2 – Configurazione Elettrodotto Aereo.

Elaborazione iLStudio su dati ISPRA Ambiente



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
360 di 1053

8.2.10.2.1. Lista Rossa degli Ecosistemi d'Italia

Identificare e tutelare gli habitat è un requisito fondamentale per garantire anche la conservazione delle specie che in quegli ambienti svolgono il loro ciclo biologico. In seguito alla Direttiva Habitat 92/49/CEE gli ecosistemi hanno acquisito una maggiore importanza a livello conservazionistico e, in tal senso, la Commissione Europea ha promosso la valutazione di una Lista Rossa.

In Italia il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), sfruttando come riferimento cartografico la Carta degli Ecosistemi d'Italia, ha affidato alla Società Botanica Italiana il "Servizio per la stesura della Lista Rossa degli Ecosistemi d'Italia".

Come avviene per le specie, le categorie di rischio assegnate sono: "In pericolo Critico" (CR), "In pericolo" (EN), "Vulnerabile" (VU), "Quasi Minacciata" (NT), "Minor Preoccupazione" (LC), "Non valutata" (NE).

A livello nazionale sono state identificati 58 habitat a rischio (7 CR, 22 EN, 29 VU), 18 NT, 4 LC e 5 NE. Da questi dati si evince che il 19.6% della superficie italiana è a rischio, ovvero quasi la metà di quella coperta dagli ecosistemi naturali e seminaturali (46.3%).

Le figure mostrano che le opere in progetto, in entrambe le configurazioni, non ricadono in aree a rischio, ma su superfici agricole e artificiali.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
361 di 1053



LEGENDA

Opere in Progetto

- Elettrodotto Interrato 220kV
- Elettrodotto di Connessione 380kV
- Elettrodotto Interrato 380kV
- Elettrodotto Aereo 380kV ST
- Elettrodotto Aereo 380kV DT
- Dorsale Ittiri-Selargius

Ecoregioni

2B - Ecoregione Tirrenica

Status di Rischio degli Ecosistemi

- CR - In Pericolo Critico
- EN - In Pericolo
- VU - Vulnerabile
- NT - Potenzialmente Minacciato (Con Possibile Rischio Futuro)
- LC - Non Minacciato (Non a Rischio)

Altre Superfici

- Superfici Agricole
- Superfici Artificiali

Figura 8.66 – Carta della Lista Rossa degli Ecosistemi d'Italia – Configurazione Ibrida Elettrodotto Aereo.

Elaborazione iLStudio su dati Cartografici della Società Botanica Italiana.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
362 di 1053



LEGENDA

Opere in Progetto

- Elettrodotto Interrato 220kV
- Elettrodotto di Connessione 380kV
- Elettrodotto Aereo 380kV ST
- Elettrodotto Aereo 380kV DT
- Dorsale Ittiri-Selargius

Status di Rischio degli Ecosistemi

- CR - In Pericolo Critico
- EN - In Pericolo
- VU - Vulnerabile
- NT - Potenzialmente Minacciato (Con Possibile Rischio Futuro)
- LC - Non Minacciato (Non a Rischio)

Ecoregioni

- 2B - Ecoregione Tirrenica

Altre Superfici

- Superfici Agricole
- Superfici Artificiali

Figura 8.67 – Carta della Lista Rossa degli Ecosistemi d'Italia – Configurazione Elettrodotto Aereo.

Elaborazione iLStudio su dati Cartografici della Società Botanica Italiana.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
363 di 1053

8.2.11. Important Plant Areas (IPA)

Il progetto “*Important Plant Areas*” (IPAs), proposto dall’organizzazione non governativa *Planta Europa* nel ‘95, è stato preso come riferimento anche in Italia in merito al target 5¹⁷ nella Strategia Globale per la Conservazione delle Piante (GSPC).

Una *Important Plant Areas* (IPAs) è definita, attraverso una serie di criteri stabiliti a livello internazionale, come “un’area naturale o semi-naturale che dimostri di possedere un’eccezionale diversità botanica e/o ospiti cenosi di specie rare, minacciate e/o endemiche e/o tipi di vegetazione di alto valore botanico”. Con tali aree ci si propone l’obiettivo di “identificare, a livello globale, una rete di siti ritenuti fondamentali per garantire la vitalità a lungo termine delle popolazioni naturali di specie vegetali selvatiche minacciate e/o importanti dal punto di vista conservazionistico” (Aderson, 2002).

Quanto definito, tuttavia, non va a determinare la demarcazione di un’area protetta né costituisce automaticamente una forma di designazione con valore legale. L’istituzione di tali aree, promossa dalla Direzione Protezione della Natura del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ha come obiettivo quello di monitorare il livello di protezione e, se necessario, intraprendere azioni di conservazione e gestione specifiche (Blasi & Biondi, 2017). Di fatto le specie considerate sono tutte di alto valore biogeografico.

L’identificazione di una IPA prevede che un sito soddisfi uno o più criteri, a seconda della distribuzione di alcuni gruppi tassonomici (le piante vascolari, le alghe, i funghi, i licheni, le epatiche e i muschi):

- **criterio A: “specie di interesse conservazionistico”** – il sito presenta popolazioni significative di una o più specie di interesse conservazionistico mondiale o europeo;
- **criterio B: “ricchezza floristica”** – il sito possiede una eccezionale ricchezza floristica in relazione ai tipi di habitat presenti e alla sua zona biogeografica;
- **criterio C: “habitat”** – il sito ospita esempi rappresentativi di uno o più habitat di interesse conservazionistico mondiale o europeo.

Per la determinazione delle aree in ambienti fortemente soggetti all’azione antropica, sono state sfruttate le cartografie inerenti ai siti appartenenti alla Rete Natura 2000 e alle Aree Protette (ai sensi della L. 394/91) (Blasi, et al., 2014).

Sono state decretate 312 IPA sul territorio italiano, più 8 siti puntiformi per le comunità algali. In particolare, 307 di queste coincidono con le Aree Protette e/o con la Rete Natura 2000 (Blasi, et al., 2010).

Come si evince in figura, sono stati individuati sulla superficie sarda 34 siti IPA, che ricoprono circa il 18% della superficie. A scala nazionale, la regione Sardegna ospita il maggior numero di Aree Importanti per le Piante con 347 piante vascolari censite.

¹⁷ Il target 5 della GSPC richiede, a tutti gli Stati firmatari della Convenzione sulla Diversità Biologica, la protezione, entro il 2010, del 50% delle aree più importanti per la diversità vegetale.



Ichtnusa wind power srl

ilStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
364 di 1053

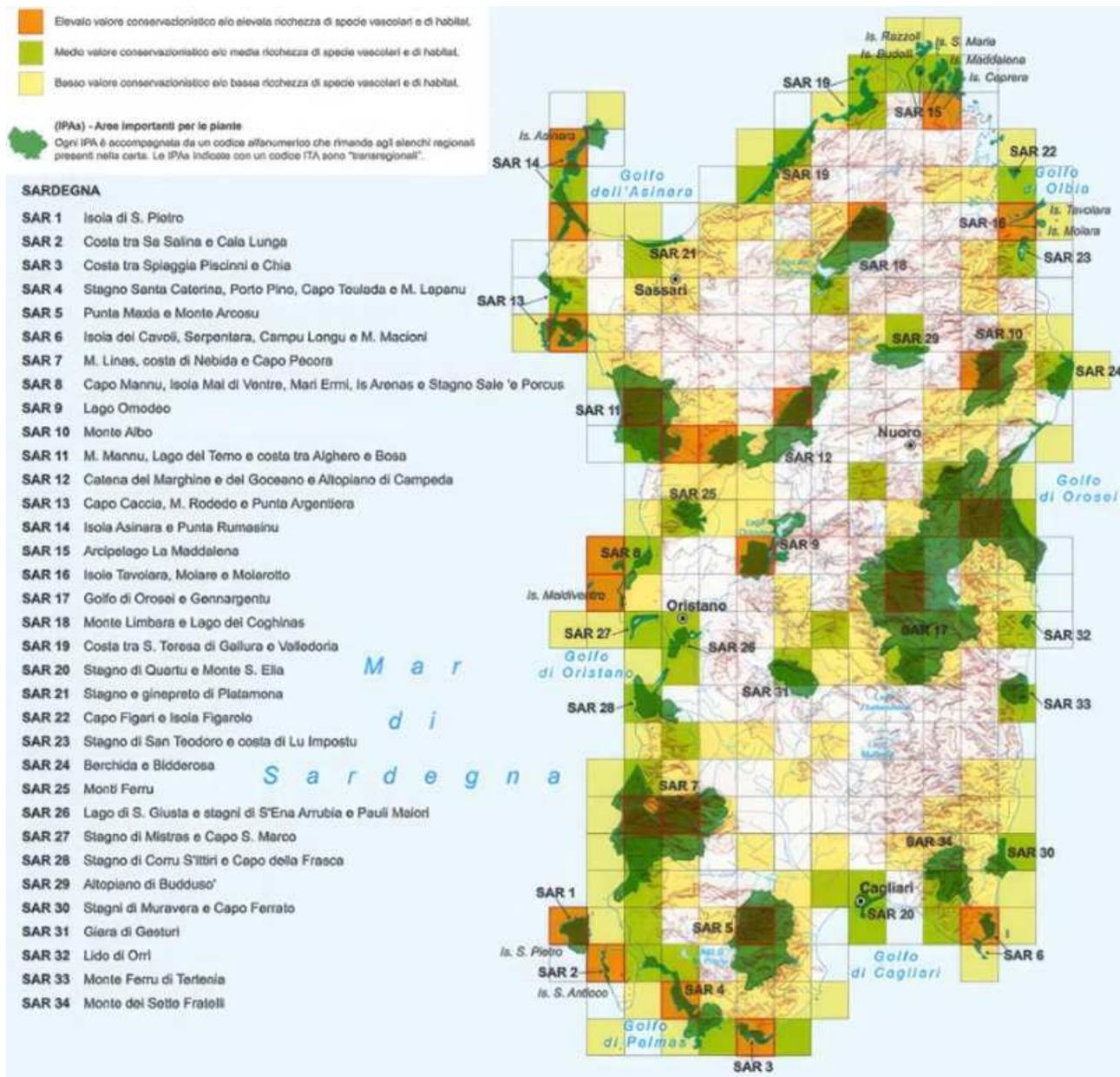


Figura 8.68 – Carta delle Aree Importanti per le Piante (IPAs) in Italia.

Scala 1:1300000. Fonte: (Blasi, et al., 2008).

Come mostrato nelle seguenti figure, le opere in progetto sono esterne, per entrambe le configurazioni, alle perimetrazioni delle aree Importanti per le Piante (IPAs).

Tabella 8.4 – Denominazione delle aree IPA più vicine alle opere in progetto.

Codice	Denominazione
SAR 1	Isola di S. Pietro
SAR 2	Costa tra Sa Salina e Cala Lunga
SAR 5	Punta Maxia e Monte Arcosu
SAR 7	M. Linas, costa di Nebida e Capo Pecora



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
365 di 1053

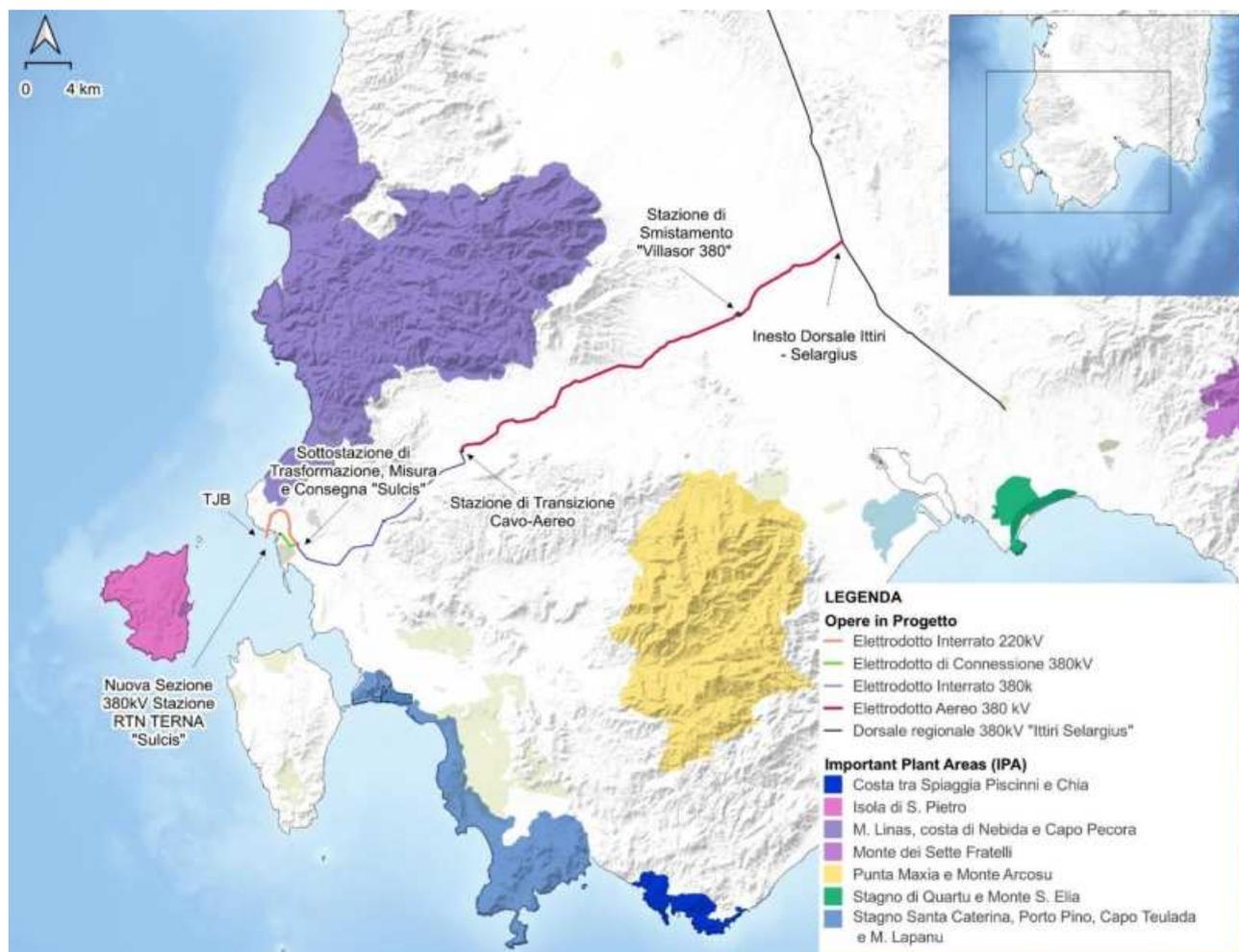


Figura 8.69 – Ubicazione dell'IPAs nell'area di progetto – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.

Elaborazione iLStudio su dati provenienti dall'ISPRA.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
366 di 1053

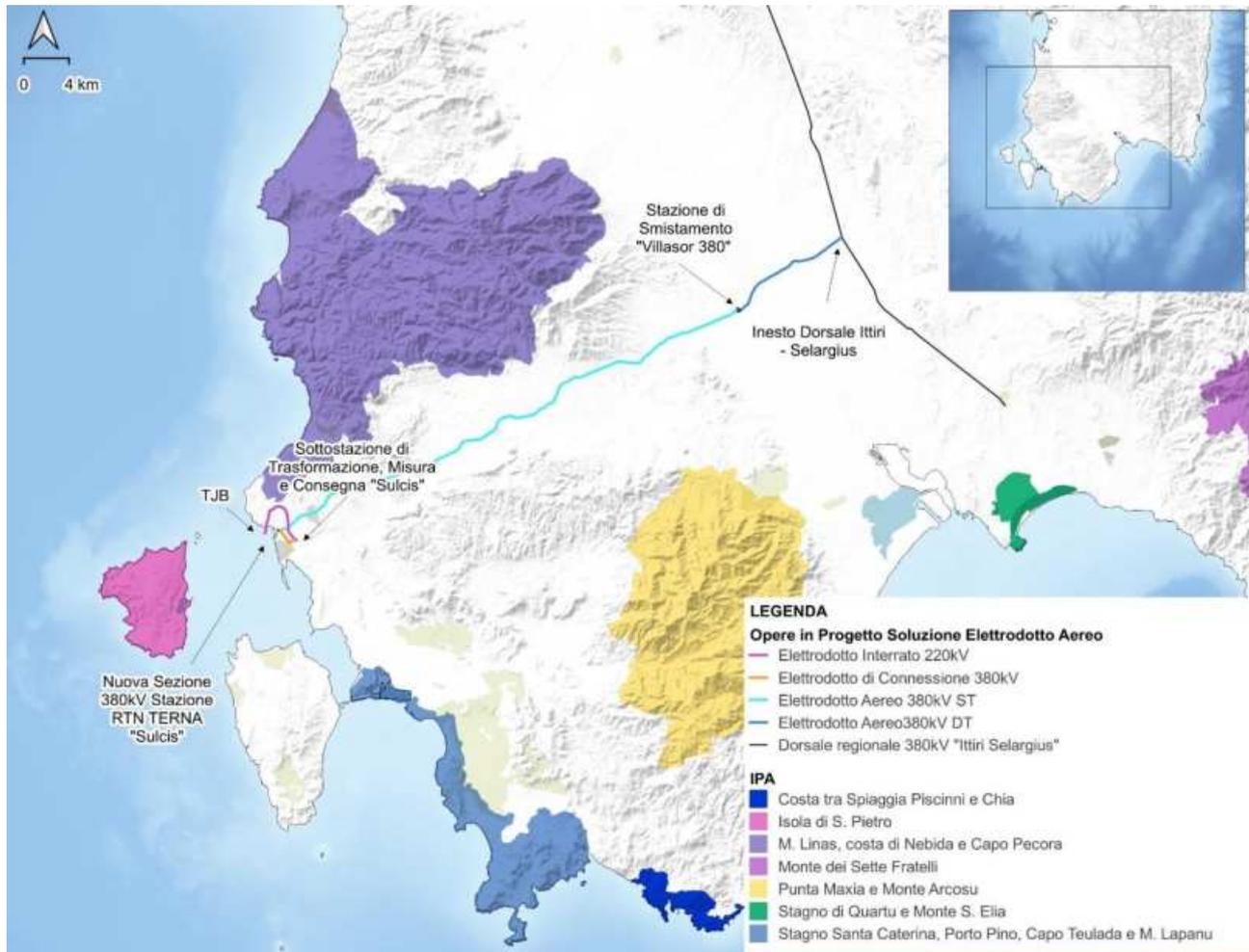


Figura 8.70 – Ubicazione i dell'IPAs nell'area di progetto – Configurazione Elettrodotto Aereo.

Elaborazione iLStudio su dati provenienti dall'ISPRA.

8.2.12. Aree di interesse e conservazione faunistica

8.2.12.1. Istituti di protezione faunistica

Oasi permanenti di protezione faunistica e cattura

Le oasi permanenti di protezione faunistica e cattura sono previste dalla Legge n. 157 del 11 febbraio 1992 "Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio" e della Legge Regionale n. 23 del 29 luglio 1998 "Norme per la protezione della fauna selvatica e per l'esercizio della caccia in Sardegna". L'art. 4 nei commi 1, 2 e 3 di quest'ultima, definisce le oasi permanenti di protezione:

- In attuazione delle Direttive CEE e delle Convenzioni internazionali di cui al precedente articolo 2, la Regione istituisce oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura, finalizzate al mantenimento ed alla sistemazione degli habitat ricompresi anche nelle zone di migrazione dell'avifauna, e procede alla realizzazione degli interventi di ripristino dei biotopi distrutti o alla creazione di nuovi biotopi.
- Tutte le isole di pertinenza della Regione autonoma della Sardegna, ad eccezione di La Maddalena, Caprera, San Pietro e Sant'Antioco, sono dichiarate oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
367 di 1053

- *Gli interventi e le opere previsti e da realizzare nell'ambito della pianificazione urbanistico-territoriale e di sviluppo economico, comprese le opere infrastrutturali a rete, devono tenere conto delle esigenze connesse alla conservazione delle zone istituite in oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura e di quelle individuate come zone a protezione speciale (ZPS) in attuazione della direttiva 92/43 CEE. Gli stessi interventi devono essere sottoposti a preventiva valutazione della loro compatibilità con le finalità di cui al precedente comma 1.*

L'art. 23, commi 1, 2, 3, 4 e 5, delinea che:

- *Le oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura sono destinate alla conservazione delle specie selvatiche favorendo il rifugio della fauna stanziale, la sosta della fauna migratoria ed il loro irradiazione naturale.*
- *Esse devono essere ubicate in zone preferibilmente demaniali di adeguata estensione, scelte opportunamente, tenendo presenti le caratteristiche ambientali secondo un criterio di difesa della fauna selvatica e del relativo habitat.*
- *Le oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura possono avere dimensioni comunale, intercomunale e interprovinciale.*
- *La fauna selvatica che risulti in esubero nelle oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura, può essere catturata a cura dell'organo di gestione, sotto la sorveglianza del Corpo forestale e di vigilanza ambientale, ed immessa dove è necessario il ripopolamento.*
- *Le oasi permanenti hanno, di norma, una estensione non superiore ai 5.000 ettari, e possono fare parte delle zone di massimo rispetto dei parchi naturali.*

Zone temporanee di riproduzione e cattura

La Legge Regionale n. 23 del 29 luglio 1998 “Norme per la protezione della fauna selvatica e per l'esercizio della caccia in Sardegna” definisce anche le zone temporanee di ripopolamento e di cattura. L'art. 24 nei commi 1, 2, 3, 4 e 5 prevede che:

- *Le zone temporanee di ripopolamento e di cattura sono destinate alla riproduzione della fauna selvatica allo stato naturale, al suo irradiazione nelle zone 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 zone di cui al comma 1 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 rinnovo.*
- *La riapertura alla caccia avviene contemporaneamente per tutte le zone temporanee di ripopolamento e cattura in scadenza nella stessa annata venatoria e non più rinnovate.*
- *La riapertura alla caccia delle zone di cui al comma 1 è subordinata alla istituzione di nuove zone, nei limiti indicati all'articolo 22 della presente legge, con superficie complessiva pari a quella delle aree riaperte alla caccia.*
- *La istituzione delle suddette zone avviene, di norma, con il criterio della rotazione territoriale.*

Come mostrato nella due figure seguenti, le opere in progetto, per entrambe le configurazioni, sono esterne alle perimetrazioni indicate.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
368 di 1053

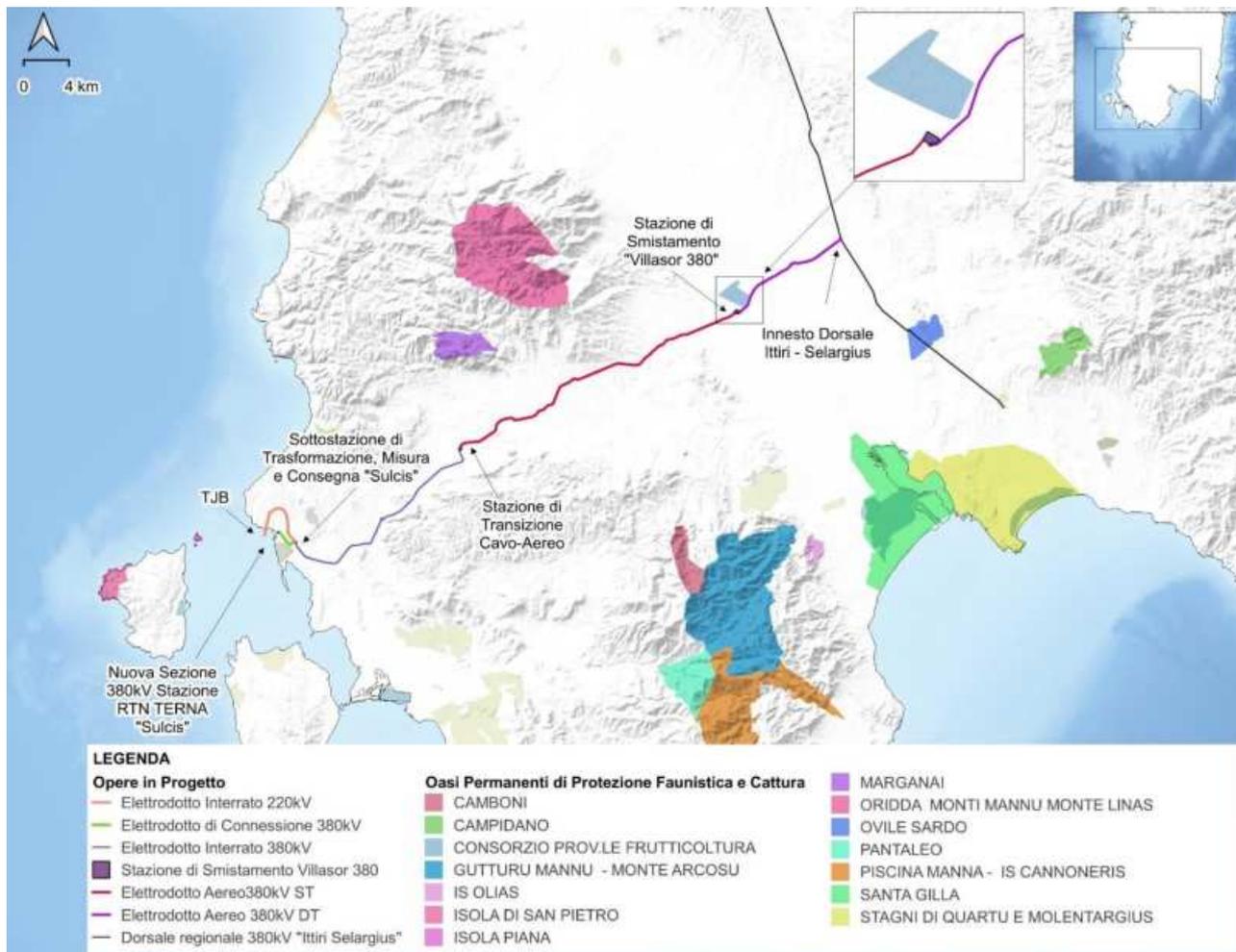


Figura 8.71 – Perimetrazione delle Oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura – Configurazione Ibrida Elettrodotto Cavo/Aereo.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
369 di 1053

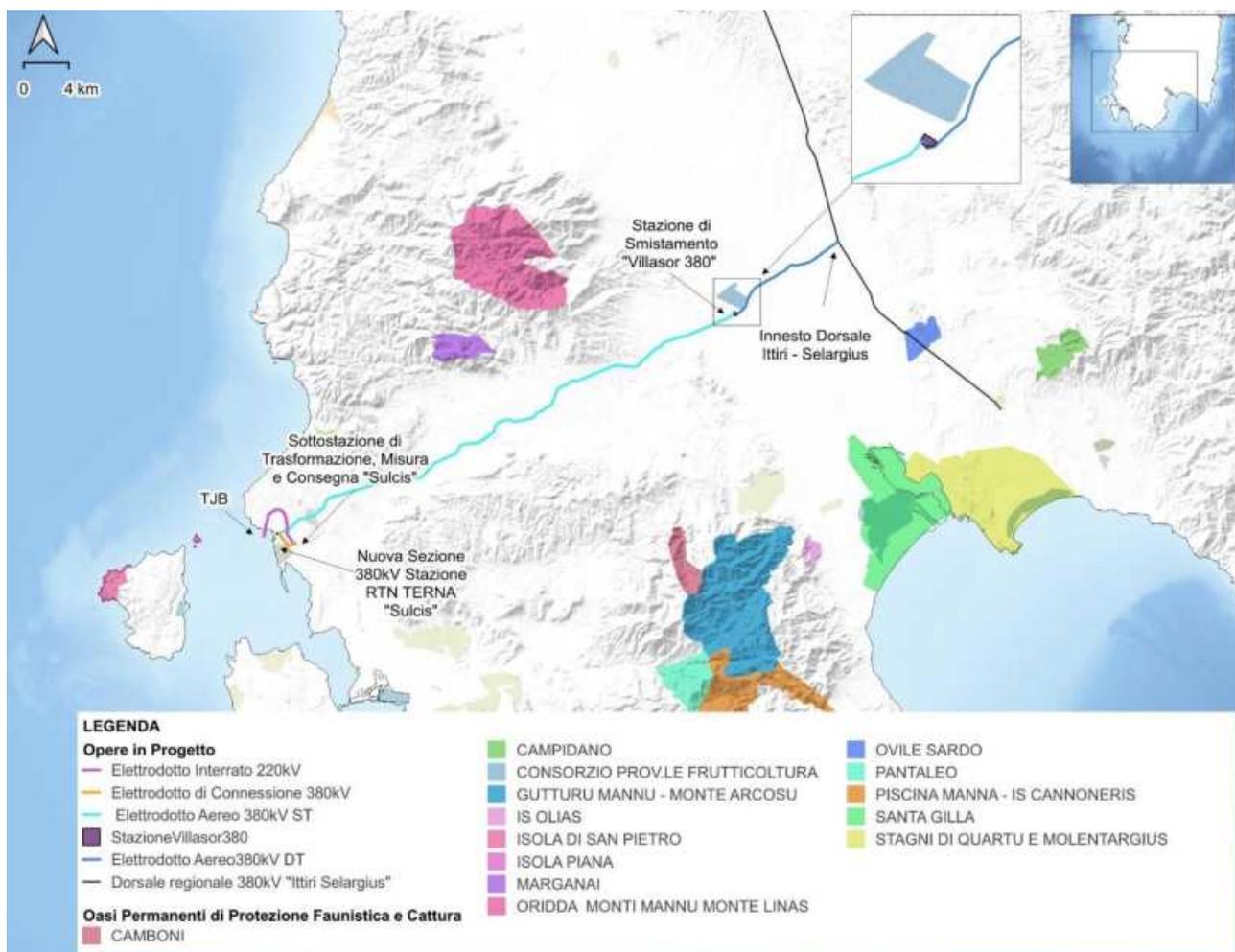


Figura 8.72 – Perimetrazione delle Oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura – Configurazione Elettrodotto Aereo.

Elaborazione iLStudio.

8.2.13. Siti non idonei all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili

Con la Deliberazione G.R. n. 59/90 del 27/11/2020, la Regione Sardegna ha adottato una nuova definizione delle aree e dei siti non idonei all'installazione degli impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili. In particolare, tale strumento deriva dall'evoluzione di quello pubblicato ai sensi della Deliberazione G.R. n. 40/11 del 07.08.2015 per quanto concerne gli impianti ad energia eolica.

Nell'ambito del Piano Energetico Ambientale della Regione Sardegna, l'Allegato B alla Deliberazione n. 59/90 individua le aree e i siti non idonei all'installazione di impianti a fonti rinnovabili, ai sensi del paragrafo 17 "Aree non idonee" del DM 10/09/2010 delle "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili" che al paragrafo 2.2 circoscrive l'ambito di applicazione di tali Linee Guida, escludendone gli impianti offshore, per i quali, ai sensi dell'art. 12 D.lgs. 387/2003, l'autorizzazione è rilasciata dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, di concerto con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, e, se di competenza, sentito il Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste. Il parco eolico in progetto interessa esclusivamente aree marine ad esclusione delle sole opere di connessione alla RTN.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

8.3. Siti contaminati

I Siti di Interesse Nazionale (SIN) sono delle porzioni del territorio nazionale di grande estensione, di particolare pregio ambientale che riguardano diverse matrici ambientali inclusi i corpi idrici superficiali e i relativi sedimenti. Essi vengono identificati tramite legge con la finalità di essere bonificati in base alle loro caratteristiche che possano comportare un elevato rischio sanitario ed ecologico in ragione della densità della popolazione o dell'estensione del sito stesso, nonché un rischio per i beni storico-culturali ed impatti socio-economici. Infatti, l'art. 252, comma 1 del D.lgs. 152/06, riferito ai siti di interesse nazionale, riporta che: "i siti d'interesse nazionale, ai fini della bonifica, sono individuabili in relazione alle caratteristiche del sito, alle quantità e pericolosità degli inquinanti presenti, al rilievo dell'impatto sull'ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali".

Ad oggi in Italia sono presenti 42 Siti di Interesse Nazionale su una superficie complessiva che costituisce circa il 6 ‰ del territorio nazionale (Figura 8.73) (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, s.d.).

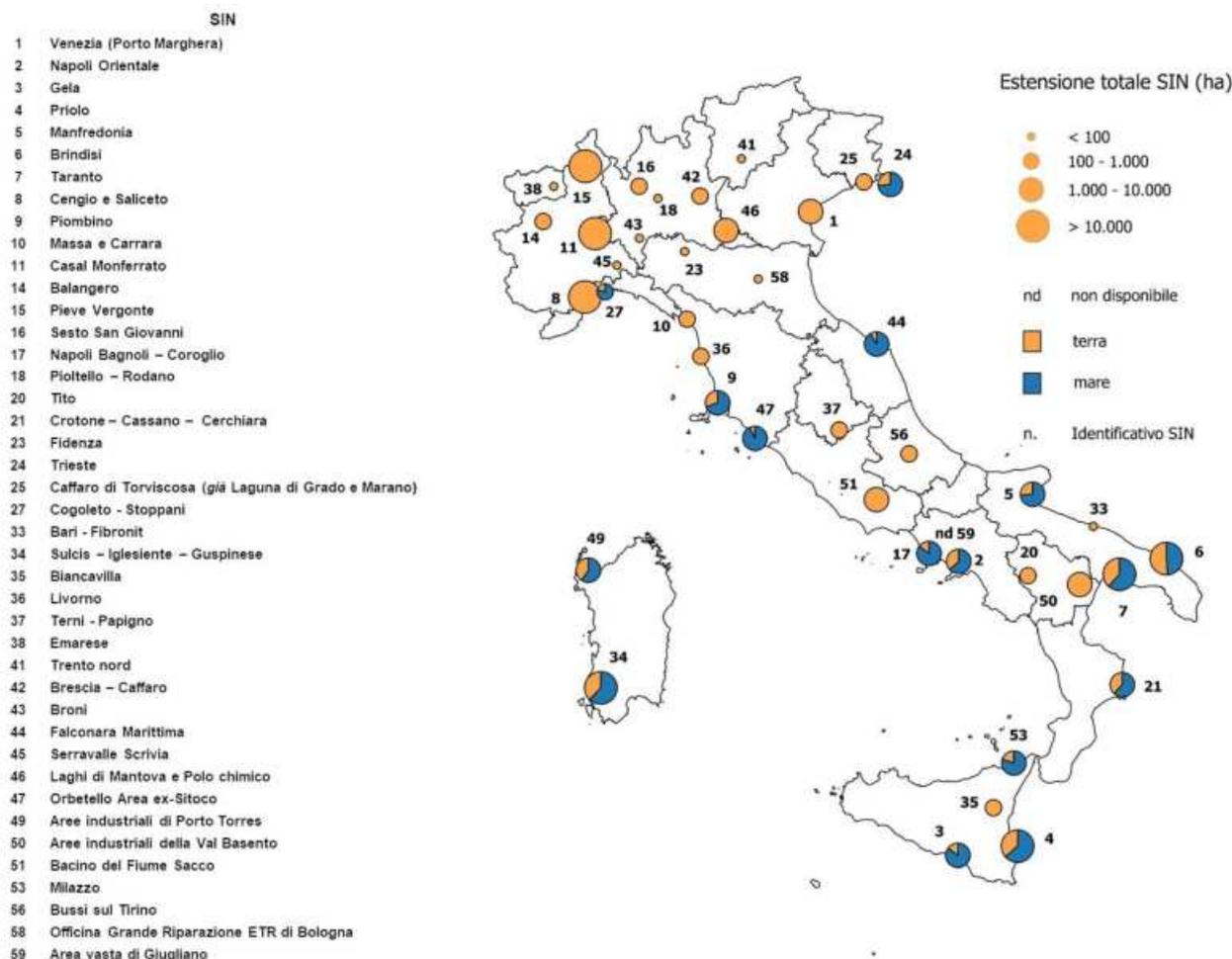


Figura 8.73 – Siti di Interesse Nazionale.

Fonte: ISPRA

8.3.1. SIN Sulcis-Iglesiente

Il progetto in esame ricade parzialmente all'interno del Sito di Interesse Nazionale (SIN) "Sulcis-Iglesiente-Guspinese" il cui perimetro è stato definito dal D.M. 28/10/2016 (G.U. 267 del 15/11/2016) "Ridefinizione della perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale "Sulcis - Iglesiente - Guspinese".

L'area perimetrata del SIN "Sulcis-Iglesiente-Guspinese", ha un'estensione delle aree a mare di circa 32415



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
371 di 1053

ettari e di aree a terra di circa 19750 ettari; al suo interno sono presenti:

- le aree industriali di Portovesme, Sarroch, Villacidro, S. Gavino Monreale e Macchiareddu;
- le aree minerarie dismesse;
- le aree a mare prospicienti le aree industriali da sottoporre a caratterizzazione ambientale.

Lo stato e la tipologia delle contaminazioni sono legati alle lavorazioni specifiche realizzate nel tempo sulle aree. Il Sulcis-Iglesiente-Guspinese, è la zona della Sardegna che presenta un maggior grado di compromissione, in senso areale, del territorio per via della secolare vocazione dell'area all'attività estrattiva, legata alla presenza di importanti risorse minerarie. In queste aree è diffusa la contaminazione di suoli e acque sotterranee da metalli pesanti, con valori di concentrazione superiori ai già elevati valori di fondo naturale. Il problema principale è costituito dalla presenza, distribuita nelle singole aree minerarie, degli ingenti volumi di residui della lavorazione del minerale, naturalmente ricchi in metalli pesanti, sui quali per decenni, spesso per centinaia di anni, l'azione degli agenti atmosferici ha causato la dispersione delle sorgenti della contaminazione e la diffusione della contaminazione stessa in seno alle matrici ambientali.

Le aree industriali dedicate alla metallurgia del Piombo, dello Zinco e dell'Alluminio, in particolare l'area di Portovesme, sono caratterizzate dalla presenza prevalente di contaminanti metallici sino a concentrazioni dell'ordine delle unità percentuali nei riporti utilizzati per la realizzazione dei piazzali industriali, con la conseguente contaminazione dei suoli e delle acque sotterranee (MITE, s.d.).

Con il Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 23 aprile 1993 è stato approvato il "Piano di disinquinamento per il risanamento del territorio del Sulcis Iglesiente", costituito dai Comuni di Carbonia, Gonnese, Portoscuso, Sant'Antioco e San Giovanni Suergiu e già dichiarato "Area ad elevato rischio di crisi ambientale", con il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 30 novembre 1990, a norma dell'articolo 6 della Legge n. 305/1989.

Tale Piano di disinquinamento rappresenta uno strumento di indirizzo per la pianificazione delle attività a valenza ambientale nel territorio di riferimento.

L'area perimetrata del SIN comprende dunque un territorio caratterizzato dalla presenza di un insieme di stabilimenti industriali di grandi dimensioni, la cui presenza genera un notevole impatto preponderante rispetto alle restanti attività sia industriali che antropiche. Uno degli obiettivi del Piano è la realizzazione di adeguate infrastrutture di smaltimento dei rifiuti industriali alla luce di una situazione di inquinamento non trascurabile.

8.3.1.1. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo

Nella configurazione con l'elettrodotto ibrido cavo/aereo, il progetto interessa sia l'area SIN a terra (nel comune di Portoscuso) sia l'area SIN a mare con le conseguenti opere (Figura 8.74):

- elettrodotto marino di esportazione 220 kV;
- punto di giunzione a terra (TJB);
- elettrodotto interrato 220 kV;
- sottostazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis";
- elettrodotto di connessione 380 kV;
- nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA "Sulcis";
- elettrodotto interrato 380 kV.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
372 di 1053

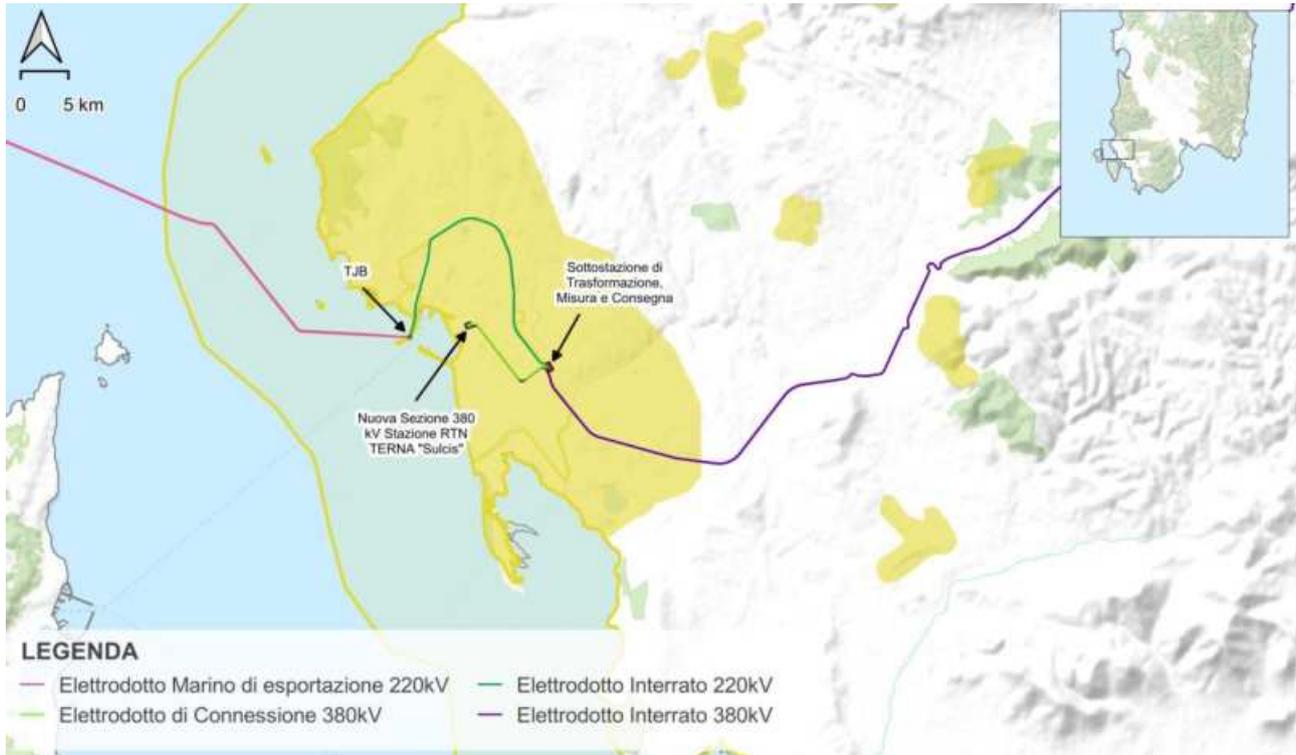


Figura 8.74 – Inquadramento del SIN Sulcis-Iglesiente-Guspinese con dettaglio dell’area industriale di Portovesme.

Elaborazione iLStudio.

8.3.1.2. Configurazione con elettrodotto aereo

Nel caso della configurazione con l’elettrodotto aereo, il progetto interessa l’area SIN a terra (nel comune di Portoscuso) che l’area SIN a mare con le conseguenti opere (Figura 8.75):

- elettrodotto marino di esportazione;
- punto di giunzione a terra (TJB);
- elettrodotto interrato 220 kV;
- sottostazione di trasformazione, misura e consegna “Sulcis”;
- elettrodotto di connessione 380 kV;
- nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA “Sulcis”;
- parte dell’elettrodotto aereo.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
373 di 1053

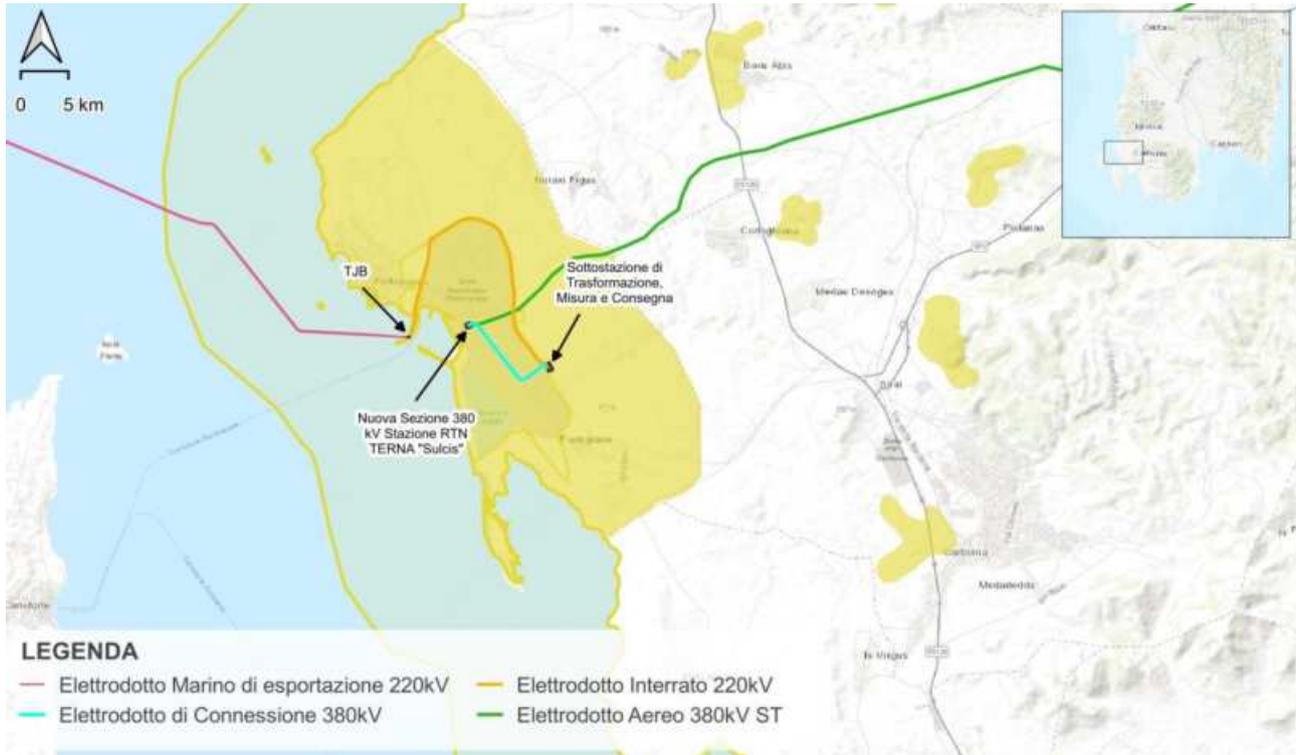


Figura 8.75 – Inquadramento del SIN Sulcis-Iglesiente-Guspinese con dettaglio dell'area industriale di Portovesme.
Elaborazione iLStudio.

8.3.2. Piano Regionale Bonifica delle Aree Inquinare (PRB)

In considerazione dei principi e degli indirizzi definiti nella normativa comunitaria, nazionale e regionale, delle specifiche caratteristiche del contesto regionale, si riportano di seguito gli obiettivi assunti alla base della pianificazione regionale in materia di bonifiche di siti contaminati.

- | | |
|--------------------|--|
| Obiettivo 1 | Assicurare la protezione dell'ambiente e, con essa, la salute delle persone e la promozione del benessere dei cittadini. |
| Obiettivo 2 | Promuovere la bonifica e/o messa in sicurezza dei siti inquinati nelle aree minerarie dismesse in particolare quelle del Sulcis – Iglesias – Guspinese. |
| Obiettivo 3 | Promuovere la bonifica e/o la messa in sicurezza dei siti inquinati nelle aree industriali e/o artigianali. |
| Obiettivo 4 | Promuovere la bonifica e/o la messa in sicurezza dei siti interessati dalla presenza di discariche dismesse di rifiuti Piano regionale di gestione dei rifiuti – Sezione Bonifica delle aree inquinate (PRB) – Relazione di Piano 97/316. |
| Obiettivo 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. |
| Obiettivo 6 | Individuare le sinergie con il Piano Regionale di gestione dei rifiuti speciali. |
| Obiettivo 7 | Favorire l'attuazione di politiche ed azioni anche informative al fine di prevenire i fenomeni di contaminazione accidentale. |
| Obiettivo 8 | Favorire l'attuazione di politiche ed azioni al fine di prevenire la contaminazione di aree degradate. |



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
374 di 1053

Obiettivo 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.

In riferimento all'Obiettivo 2, è palese la forte attenzione della Regione per le aree minerarie dismesse e la decisa volontà della medesima di restituire tali aree alla collettività tramite la restituzione a fini produttivi e/o naturalistici. Il recupero deve essere eseguito, innanzitutto, perseguendo la minimizzazione del rischio derivante dalla contaminazione storica conseguente all'attività che ha interessato l'area e tutelando la salute della popolazione attraverso la salvaguardia delle matrici ambientali. In tal senso, le azioni da implementare dovranno essere indirizzate sulla base delle seguenti attività:

- verificare l'attuazione degli interventi finanziati in particolare quelli presenti all'interno del piano Sulcis e predisporre, in caso di ritardi, le necessarie azioni correttive;
- finanziare gli interventi di competenza pubblica secondo l'ordine di priorità stabilito a seguito dell'aggiornamento del presente piano;
- istituire tavoli tecnici permanenti che si riuniscano a cadenza programmata per la razionalizzazione e l'ottimizzazione dei procedimenti di bonifica (soprattutto quelli di particolare rilievo e/o con problematiche particolarmente complesse). I tavoli avranno come principali finalità il monitoraggio dei procedimenti e la condivisione dei pareri tecnici degli Enti locali sui procedimenti in modo da presentare al MATTM un parere unitario;
- supportare le Amministrazioni comunali e provinciali ai fini della semplificazione e velocizzazione delle procedure amministrative di bonifica dei siti inquinati (es. emissione di pareri temporizzati nell'ambito delle Conferenze di Servizi);
- aggiornare le linee guida del 2009 relative alle aree minerarie dismesse, in particolare per quanto riguarda la comunicazione del rischio, le procedure operative, le tempistiche e le migliori tecnologie disponibili;
- ove tecnicamente attuabile e sostenibile promuovere il recupero di materiali derivanti dai residui dell'attività estrattiva in sinergia con la messa in sicurezza e bonifica delle aree;
- promuovere il coordinamento delle attività di sorveglianza sul territorio in corrispondenza della fase esecutiva dei grandi cantieri di bonifica mineraria, anche mediante la stipula di specifici accordi/protocolli con gli Organi di vigilanza ambientale; quanto sopra in particolare relativamente al controllo dei flussi dei rifiuti.

8.3.3. Piano di Caratterizzazione Ambientale

A corredo del progetto si è proposto un piano di caratterizzazione per la sezione a mare e per la sezione a terra dell'impianto. Per la parte a mare si sono analizzate anche le possibili soluzioni di mitigazione e compensazione ambientale nonché una proposta di capping attivo al fine di bonificare la sezione SIN interessata dal caviodotto marino con materassi reattivi e si ipotizza l'utilizzo di materassi costituiti da materiale naturale e muniti di rete metallica e geostuoia su cui si provvederà a ripiantumare le talee di *Posidonia oceanica*.

Il Piano di Caratterizzazione è finalizzato all'aggiornamento dello stato di contaminazione dell'area di intervento con lo scopo di non interferire negativamente con l'area SIN mediante l'installazione delle opere.

Di seguito si riportano le descrizioni del Piano di Caratterizzazione previsto per la parte a mare e terra del progetto.

Per la caratterizzazione a mare, la proposta di campionamento, con magliatura quadrata, prevede la seguente frequenza di prelievo (Figura 8.76):



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
375 di 1053

- un campione ogni 50 metri per i primi 1000 metri dell'opera (distanza presa dal punto di sbarco del cavo), per un totale di 20 campioni;
- un campione ogni 100 metri per il successivo kilometro dell'opera, per un totale di 10 campioni;
- un campione ogni 200 metri per i rimanenti circa 4km dell'opera per un totale di 19 campioni.



Figura 8.76 – Ubicazione sondaggi lungo tracciato della coppia di elettrodotti marini.

Elaborazione iLStudio.

La profondità di indagine di ciascun sondaggio sarà di 0.40 m: da ciascuna carota saranno prelevati n. 2 sezioni sui quali effettuare le analisi chimiche corrispondenti agli strati relativi ai 20 cm di superficie, ai 20 cm di fondo.

Secondo il DM 24 gennaio 1996 (Allegato B2, interventi comportanti movimentazione di materiali in ambito marino (posa di cavi e condotte, costruzione di moli, etc)), i materiali da movimentare dovranno essere caratterizzati sotto l'aspetto fisico, chimico e microbiologico:

- **Caratteristiche Fisiche:** descrittiva dell'aspetto macroscopico (colore, odore, eventuale di concrezioni o altri materiali grossolani); analisi granulometria (scala Wentworth); % umidità; peso specifico;
- **Caratteristiche Chimiche:** contenuto in mercurio, cadmio, piombo, arsenico, cromo totale, rame, zinco, idrocarburi totali, idrocarburi policiclici aromatici (IPA), policlorobifenili (PCB), pesticidi organoclorurati, sostanza organica totale, azoto totale, fosforo totale, alluminio. Oltre ai componenti sopraindicati per i quali la caratterizzazione chimica dei materiali è resa obbligatoria, la stessa dovrà essere estesa anche agli altri componenti elencati al punto 2 dell'allegato A al Decreto, quando se ne possa presumere la presenza nei materiali medesimi, a causa dell'esistenza di specifiche fonti di emissioni che possono aver contaminato significativamente l'area di escavazione. La caratterizzazione chimica dei materiali omissa qualora il contenuto in sabbia o in componenti di granulometria superiore a 2 mm superi il 90%;
- **Caratteristiche Microbiologiche:** coliformi totali, coliformi fecali, Streptococchi fecali.
 - I risultati delle analisi chimiche saranno espressi in termini di contenuto dello specifico componente per peso di sostanza secca (mg/kg s.s.).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
376 di 1053

- I risultati delle analisi microbiologiche saranno espressi in numero di unità formanti colonia per grammo di sostanza secca (UFC/g. s.s.) o numero più probabile per grammo di sostanza secca (MPN/g s.s.).

Le analisi per la caratterizzazione dei materiali saranno effettuate dagli Organismi tecnici pubblici competenti (U.S.L. o, ove già operative, Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente) o da Istituti scientifici pubblici specializzati.

8.3.3.1. Parte a terra

Il presente capitolo illustra il piano di campionamenti e delle analisi chimico-fisiche ritenute necessarie a determinare lo stato di contaminazione del suolo, sottosuolo e acque sotterranee.

8.3.3.1.1. Suolo e sottosuolo

In funzione della tipologia dei contaminanti di cui si ipotizza la presenza, si è ritenuto di condurre una serie di indagini mirate alla definizione di una possibile contaminazione delle aree interessate dal progetto ricadenti all'interno del perimetro del sito di interesse Nazionale.

Tabella 8.5 – Set analitico suolo e sottosuolo.

N. ord.	COMPOSTI INORGANICI
1	Antimonio
2	Arsenico
3	Berillio
4	Cadmio
5	Cobalto
6	Cromo totale
7	Cromo VI
8	Mercurio
9	Nichel
10	Piombo
11	Rame
12	Selenio
13	Composti organo-stannici
14	Tallio
15	Vanadio
16	Zinco
17	Cianuri (liberi)
18	Fluoruri
	IDROCARBURI AROMATICI
19	Benzene
20	Etilbenzene
21	Stirene
22	Toluene
23	Xilene
24	Sommatoria organici aromatici (da 20 a 23)
	IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI
25	Benzo(a)antracene



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
377 di 1053

- 26 Benzo(a)pirene
- 27 Benzo(b)fluorantene
- 28 Benzo(k)fluorantene
- 29 Benzo(g, h, i,)perilene
- 30 Crisene
- 31 Dibenzo(a,e)pirene
- 32 Dibenzo(a,l)pirene
- 33 Dibenzo(a,i)pirene
- 34 Dibenzo(a,h)pirene
- 35 Dibenzo(a,h)antracene
- 36 Indenopirene
- 37 Pirene
- 38 **Sommatoria IPA (da 25 a 34)**

COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI

- 39 Clorometano
- 40 Diclorometano
- 41 Triclorometano
- 42 Cloruro di Vinile
- 43 1,2 Dicloroetano
- 44 1,1 Dicloroetilene
- 45 Tricloroetilene
- 46 Tetracloroetilene (PCE)

COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI

- 47 1,1 Dicloroetano
- 48 1,2 Dicloroetilene
- 49 1,1,1 Tricloroetano
- 50 1,2 Dicloropropano
- 51 1,1,2 Tricloroetano
- 52 1,2,3 Tricloropropano
- 53 1,1,2,2 Tetracloroetano

COMPOSTI ALOGENATI CANCEROGENI

- 54 Tribromometano (bromoformio)
- 55 1,2 Dibromoetano
- 56 Dibromoclorometano
- 57 Bromodiclorometano

NITROBENZENI

- 58 Nitrobenzene
- 59 1,2-Dinitrobenzene
- 60 1,3-Dinitrobenzene
- 61 Cloronitrobenzeni

CLOROBENZENI

- 62 Monoclorobenzene
- 63 Diclorobenzeni non cancerogeni (1,2 diclorobenzene)
- 64 Diclorobenzeni cancerogeni (1,4 diclorobenzene)



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
378 di 1053

65	1,2,4 triclorobenzene
66	1,2,4,5 tetracloro-benzene
67	Pentaclorobenzene
68	Esaclorobenzene
69	FENOLI NON CLORURATI
70	Metilfenolo (o-, m-, p-)
71	Fenolo
	FENOLI NON CLORURATI
72	2 clorofenolo
	2,4 diclorofenolo
74	2,4,6 triclorofenolo
75	Pentaclorofenolo
	AMMINE AROMATICHE
76	Anilina
77	o Anisidina
78	m,p Anisidina
79	Difenilamina
80	p Tolidina
81	Sommatoria Ammine Aromatiche (da 73 a 77)
	FITOFARMACI
82	Alaclor
83	Aldrin
84	Atrazina
85	α esacloroesano
86	β esacloroesano
87	γ esacloroesano (Lindano)
88	Clordano
89	DDD, DDT, DDE
90	Dieldrin
91	Endrin
	DIOSSENE E FURANI
92	Sommatoria PCDD, PCDF (conversione T.E.)
93	PCB
	IDROCARBURI
94	Idrocarburi leggeri $\leq C_{12}$
95	Idrocarburi pesanti $> C_{12}$
	ALTRE SOSTANZE
96	Amianto

La modalità di campionamento prevista è il sondaggio meccanico a carotaggio continuo (sondaggio geognostico) per il prelievo di campioni di suolo, con successiva caratterizzazione stratigrafica del terreno mediante l'utilizzo di cassette catalogatrici. Inoltre, ove possibile, le perforazioni dovranno essere eseguite in assenza di acqua o di altri fluidi per evitare di introdurre nel foro sostanze estranee al terreno oppure diffondere un'eventuale contaminazione del terreno stesso (cross contamination). Nel caso in cui l'utilizzo dei fluidi risulti inevitabile (come per esempio nella perforazione di asfalto) si deve prestare attenzione nel ridurre al minimo



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
379 di 1053

l'impatto sulla qualità dei campioni.

La profondità dei sondaggi si differenzia a seconda del tipo dell'opera. Per gli elettrodotti interrati la profondità massima sarà di 2 metri e il prelievo dei campioni avverrà per ogni sondaggio in 4 punti:

- 0 - 20 cm;
- 30 - 50 cm;
- 100 - 120 cm e
- 180 - 200 cm.

Per gli elettrodotti aerei (soluzione con elettrodotto aereo) la profondità massima sarà di 3 metri e il prelievo dei campioni avverrà per ogni sondaggio in 4 punti:

- 0 - 20 cm;
- 30 - 50 cm;
- 100 - 120 cm e
- 280 - 300 cm.

Per la nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA "Sulcis" e la sottostazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis" la profondità massima sarà di 6 m e il prelievo dei campioni avverrà per ogni sondaggio in 5 punti:

- 0 - 20 cm;
- 30 - 50 cm;
- 100 - 120 cm;
- 180 - 200 cm.
- 580 - 600 cm.

Il prelievo di più campioni lungo la stessa verticale è dovuto all'individuazione dell'estensione della possibile contaminazione.

In entrambe le sottostazioni la distribuzione dei punti di campionamento avverrà secondo i criteri indicati nell'allegato 2, Parte IV- Titolo V, del D.lgs. 152/06. Per quanto riguarda la nuova sezione a 380kV TERNA Sulcis (Figura 8.77) e la sottostazione di trasformazione (Figura 8.78), misura e consegna, il campionamento sarà di tipo sistematico casuale. Nella nuova sezione 380kV Terna Sulcis verranno effettuati 5 campionamenti; nella sottostazione di trasformazione, misura e consegna verranno effettuati 12 campionamenti. La metodologia del numero di campionamento deriva dall'allegato 2 del D.M.471/99 ove viene suggerito un numero minimo di sondaggi da effettuare in funzione della superficie del sito da investigare (Calace, et al., 2007) (Tabella 8.6).

Tabella 8.6 – Numero di sondaggi.

Allegato 2 del D.M. 471/99

Estensione in m²	Numero di sondaggi
<10.000	Almeno 5
10.000-50.000	Da 5 a 15
50.000-250.000	Da 15 a 60
250.000-500.000	Da 60 a 120
>500.000	Almeno 2 ogni 10.000 m ²



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
380 di 1053

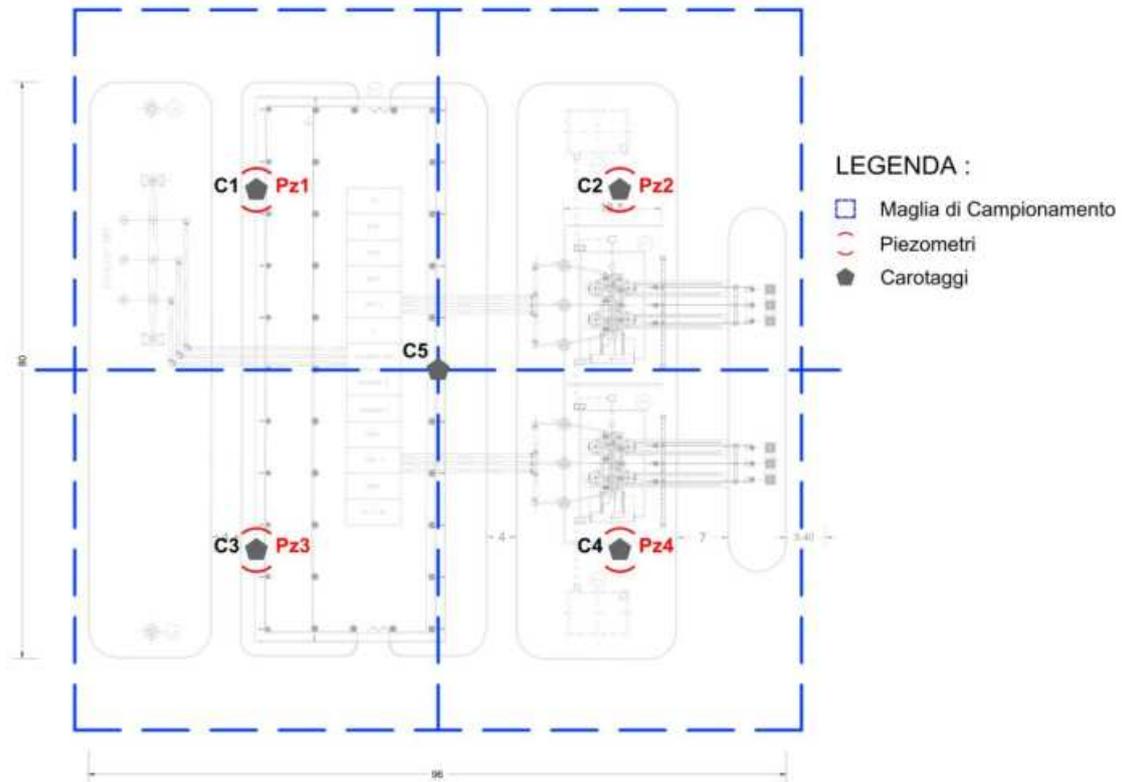


Figura 8.77 - Campionamento su nuova sezione 380 kV Sulcis.

Elaborazione iLStudio.



Figura 8.78 - Campionamento su sottostazione trasformazione, misura e consegna.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
381 di 1053

Soluzione con elettrodotto ibrido cavo/aereo

Per la soluzione ibrida all'interno dell'area SIN ricade soltanto parte dell'elettrodotto interrato 380 kV, oltre all'elettrodotto interrato 220 kV e l'elettrodotto di connessione 380 kV. Per il campionamento del cavo interrato si effettuerà un sondaggio ogni 200 metri del percorso per un totale di 63 (Figura 8.79).

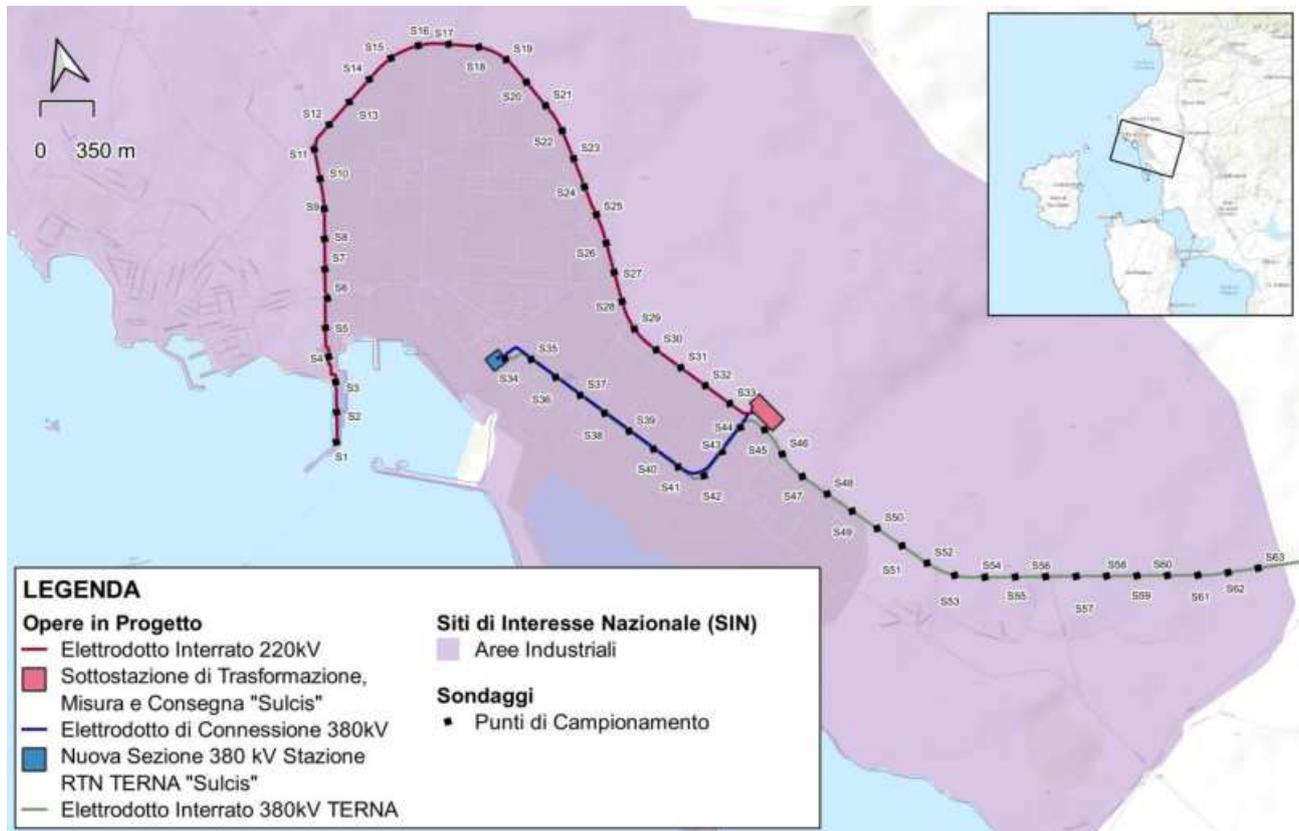


Figura 8.79 – Campionamento dell'elettrodotto interrato.

Elaborazione iLStudio.

Soluzione con elettrodotto aereo

Per quanto concerne la soluzione con elettrodotto aereo, nell'area SIN ricadono gli elettrodotti interrati (elettrodotto interrato 220 kV e elettrodotto di connessione 380 kV) per i quali i campionamenti avverranno con un passo di 200 m, in totale 43; all'interno dell'area SIN ricadono 9 tralicci per i quali dovrà essere eseguito un sondaggio per ogni traliccio (Figura 8.80).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

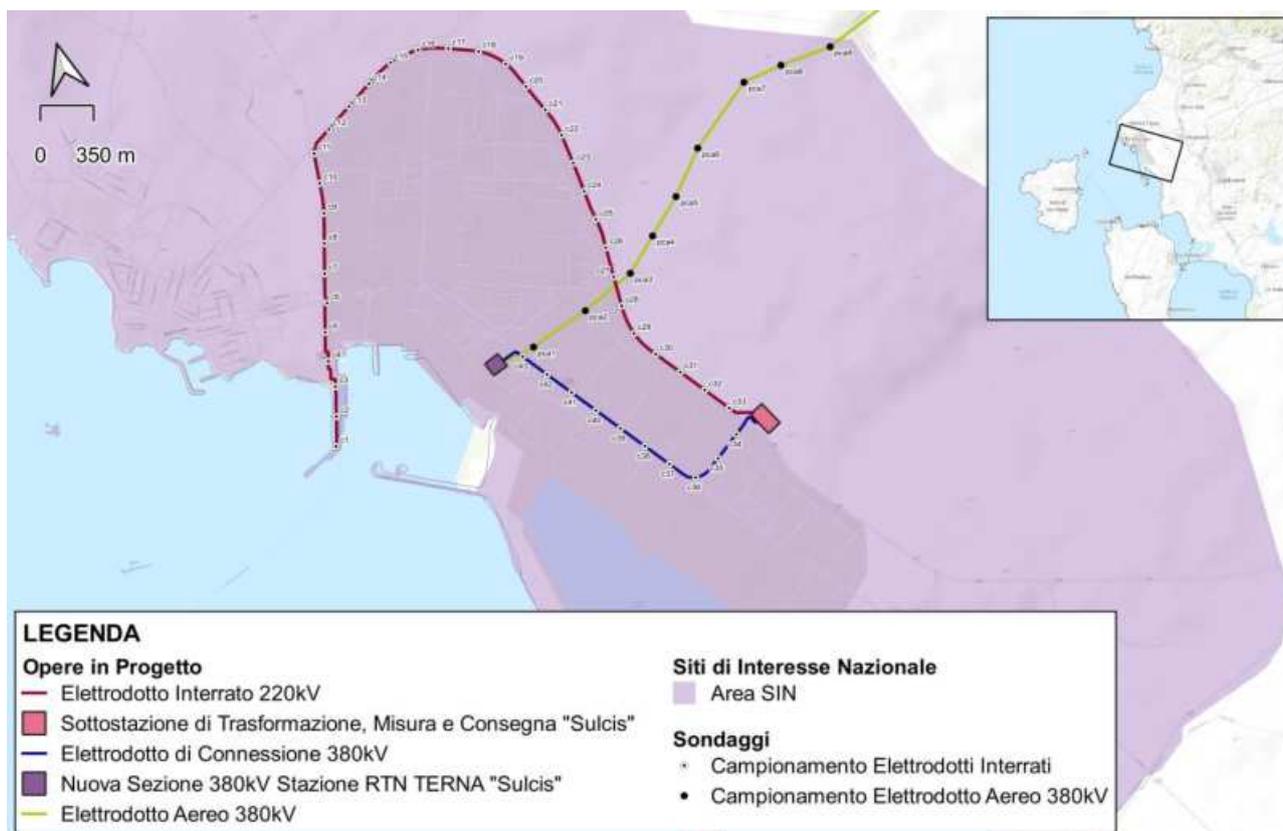


Figura 8.80 – Campionamento per la soluzione dell'elettrodotto aereo.

Elaborazione iLStudio.

8.3.3.2. Acque sotterranee

Da quanto riportato nella Relazione Geologica (C0421TR06RELGEO01) allegata nel presente progetto, emerge che le aree a terra sono state indagate mediante l'analisi delle perforazioni effettuate dall'ISPRA e contenute nell'Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984). Da queste risulta che il livello piezometrico della falda più prossima alla superficie si attesta a circa -6.00 m dal piano campagna.

I piezometri dovranno essere realizzati a carotaggio continuo ed essere completati con materiali compatibili con i contaminanti potenzialmente presenti. Essi saranno ubicati in modo da ottenere una caratterizzazione idrogeologica ed idrochimica nel senso del flusso dell'acqua.

Il campionamento delle acque sarà effettuato con metodo dinamico previo spurgo del piezometro ed eseguito con gli accorgimenti atti a ricostruire tridimensionalmente il grado di contaminazione. Per quanto riguarda il sito in esame, si prevede di installare n. 8 piezometri (4 per ogni stazione) e la profondità da raggiungere nei punti di indagine sarà di 15 m (Figura 8.78 e Figura 8.79).

La scelta del numero dei piezometri deriva dal D.M. 471/99 che fornisce il numero di piezometri da installare in funzione dell'estensione del sito (Calace, et al., 2007).

Tabella 8.7 – Numero di sondaggi.

Fonte: D.M. 471/99.

Estensione in m ²	Numero di sondaggi
<50.000	Almeno 4
50.000-100.000	Almeno 6
100.000-250.000	Almeno 8
>250.000	Almeno 1 ogni 25.000 m ²

L'obiettivo primario dell'operazione di campionamento consiste nel prelievo di un campione di acqua che sia il



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
383 di 1053

più rappresentativo possibile della composizione chimico-fisica della falda. Dal momento che l'acqua prelevata dalla falda si trova quasi sempre sottoposta a condizioni di temperatura, pressione, contenuto in gas e stato di ossidoriduzione differenti da quelle che si verificano in corrispondenza del piano campagna, saranno prese tutte una serie di precauzioni per assicurare che nella fase di prelievo vengano minimizzate le alterazioni del campione. Si eviterà l'utilizzo di strumenti che introducono aria o gas inerti per il sollevamento del campione o che inducono variazioni di pressioni significative o elevata turbolenza.

I materiali, saranno scelti in modo da minimizzare i fenomeni di trasferimento di sostanze da e verso il campione quali liberazione di additivi, fenomeni di adsorbimento, ecc.

La Tabella 8.8 riporta il set analitico da esaminare.

Tabella 8.8 – Set analitico acque sotterranee.

N. ord.	METALLI
1	Alluminio
2	Antimonio
3	Argento
4	Arsenico
5	Berillio
6	Cadmio
7	Cobalto
8	Cromo totale
9	Cromo (VI)
10	Ferro
11	Mercurio
12	Nichel
13	Piombo
14	Rame
15	Selenio
16	Manganese
17	Tallio
18	Zinco
	INQUINANTI INORGANICI
19	Boro
20	Cianuri liberi
21	Fluoruri
22	Nitriti
23	Solfati (mg/l)
	COMPOSTI ORGANICI AROMATICI
24	Benzene
25	Etilbenzene
26	Stirene
27	Toluene
28	para-Xilene
	IDROCARBURI POLICLICI AROMATICI



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
384 di 1053

- 29 Benzo(a)antracene
- 30 Benzo(a)pirene
- 31 Benzo(b)fluorantene
- 32 Benzo(k)fluorantene
- 33 Benzo(g, h, i),perilene
- 34 Crisene
- 35 Dibenzo(a,h)antracene
- 36 Indeno(1,2,3 - c,d)pirene
- 37 Pirene
- 38 Sommatoria (31, 32, 33, 36)

ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI

- 39 Clorometano
- 40 Triclorometano
- 41 Cloruro di vinile
- 42 1,2 Dicloroetano
- 43 1,1 Dicloroetilene
- 44 Tricloroetilene
- 45 Tetracloroetilene
- 46 Esaclorobutadiene
- 47 Sommatoria organoalogenati

ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI

- 48 1,1 Dicloroetano
- 49 1,2 Dicloroetilene
- 50 1,2 Dicloropropano
- 51 1,1,2 Tricloroetano
- 52 1,2,3 Tricloropropano
- 53 1,1,2,2 Tetracloroetano

ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI

- 54 Tribromometano
- 55 1,2-Dibromoetano



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
385 di 1053

56 Dibromoclorometano

57 Bromodiclorometano

NITROBENZENI

58 Nitrobenzene

59 1,2-Dinitrobenzene

60 1,3-Dinitrobenzene

61 Cloronitrobenzeni (ognuno)

CLOROBENZENI

62 Monoclorobenzene

63 1,2 Diclorobenzene

64 1,4 Diclorobenzene

65 1,2,4 Triclorobenzene

66 1,2,4,5 Tetraclorobenzene

67 Pentaclorobenzene

68 Esaclorobenzene

FENOLI E CLOROFENOLI

69 2-Clorofenolo

70 2,4-Diclorofenolo

71 2,4,6-Triclorofenolo

72 Pentaclorofenolo

AMMINE AROMATICHE

73 Anilina

74 Difenilamina

75 p-Toluidina

FITOFARMACI

76 Alaclor

77 Aldrin

78 Atrazina

79 α -esacloroesano

80 β -esacloroesano

81 γ -esacloroesano (lindano)

82 Clordano

83 DDD, DDT, DDE

84 Dieldrin

85 Endrin

86 Sommatoria fitofarmaci

DIOSINE E FURANI

87 Sommatoria PCDD, PCDF (conversione TEF)

ALTRE SOSTANZE

88 PCB



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
386 di 1053

- 89 Acrilammide
- 90 Idrocarburi totali (espressi come n-esano)
- 91 Acido para-ftalico
- 92 Amianto (fibre A>10 mm)*
- PFAS**
- 93 Acido perfluoropentanoico (PFPeA)
- 94 Acido perfluoroesanoico (PFHxA)
- 95 Acido perfluorobutansolfonico (PFBS)
- 96 Acido perfluoroottanoico (PFOA)
- 97 Acido perfluoroottansolfonico (PFOS)

8.4. Aree sismiche

Il rischio sismico è la misura dei danni attesi in un dato intervallo di tempo, in base al tipo di sismicità, di resistenza delle costruzioni e di antropizzazione del territorio. Il rischio sismico è determinato dalla combinazione tra dati di pericolosità (definizione delle strutture sismogenetiche e capacità di caratterizzazione dell'eccitazione sismica ad esse associata), di vulnerabilità (capacità degli oggetti esposti di resistere alle sollecitazioni) e di esposizione (presenza sul territorio di manufatti a rischio).

La pericolosità sismica sarà tanto più elevata quanto più probabile sarà il verificarsi di un terremoto di elevata magnitudo a parità di intervallo di tempo considerato, le cui conseguenze dipendono anche dalle caratteristiche di resistenza delle costruzioni alle azioni di un'accelerazione sismica.

Per ridurre gli effetti del terremoto, gli studi si sono concentrati sulla classificazione del territorio, in base all'intensità e frequenza dei terremoti del passato, e sull'applicazione di speciali norme per le costruzioni nelle zone classificate sismiche. La legislazione antisismica italiana prescrive norme tecniche in base alle quali un edificio debba sopportare l'azione sismica senza collassare, salvaguardando prima di tutto le vite umane.

Detto criterio viene riportato nel D.M. 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" nelle quali vengono individuate 4 zone sismiche sulla base di 4 valori di accelerazioni orizzontali (a_g/g) di picco dello spettro di risposta elastico, riferite ai vertici sismici del reticolo nazionale (Tabella 8.9).

La caratterizzazione sismogenetica dell'area in studio è stata elaborata considerando la recente Zonazione Sismogenetica, denominata ZS9, prodotta dall'INGV, desunta da modifiche, accorpamenti ed elisioni delle numerose zone di ZS4 (Figura 8.81) e dall'introduzione di nuove zone.

Tabella 8.9 – Classificazione sismica del territorio nazionale

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [ag/g]
1	> 0.25	0.35
2	0.15–0.25	0.25
3	0.05–0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

Questa zonazione è considerata, nella recente letteratura scientifica, il lavoro maggiormente completo e aggiornato a livello nazionale in quanto l'analisi dei risultati riportati evidenzia sia che il settore studiato non è caratterizzato da alcuna area sorgente di particolare rilievo e sia che l'accelerazione sismica potenziale di base è inferiore a 0.08 m/sec mentre l'intensità sismica ricade nel IV grado della scala MCS.

Pertanto, la Regione Sardegna ricade in zona 4 in quanto sia i dati storici che quelli strumentali non evidenziano criticità nella pericolosità sismica di base; dunque, si ritiene ragionevole assumere per l'intera isola un valore



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

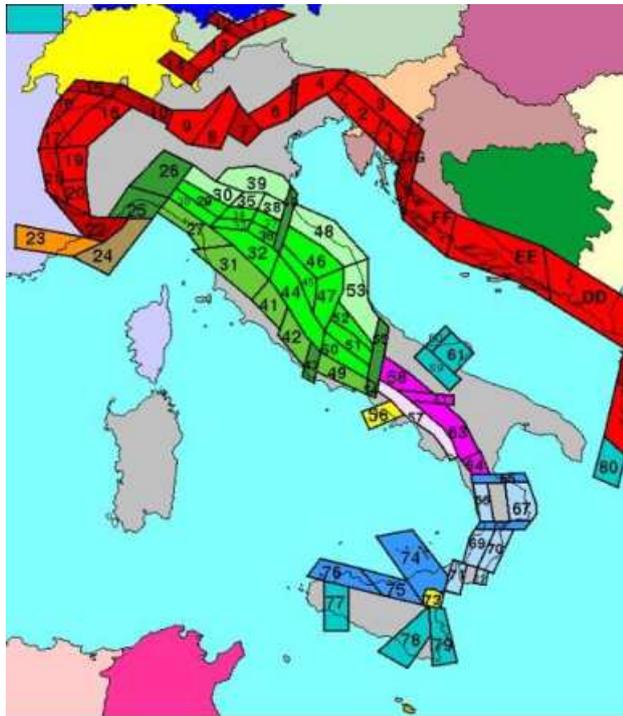
Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
387 di 1053

uniforme di accelerazione orizzontale massima su suolo rigido (a_g), includendo anche il sito di progetto.



A. Zone di interazione tra piastra adriatica e piastra europea (Alpi e Sudalpino) e zone di interazione tra piastra adriatica e sistema dinarico (Dinaridi ed Ellenidi fino allo svincolo di Cefalonia). L'asse di compressione massima, suborizzontale segue i vettori di spostamento dell'indenter insubrico.

- 1.1. Aree con meccanismi di rottura attesi di tipo thrust e transpressivi
- 1.2. Aree di svincolo, con meccanismi di rottura attesi di tipo transpressivo o strike-slip

B. Zone legate al margine interno della piastra padano-adriatico-ionica in subduzione sotto la catena appenninica.

- 2.1. Fascia padano-adriatica in compressione. Meccanismi di rottura attesi: thrust e strike-slip
- 2.2. Fascia intermedia. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di dip-slip
- 2.3. Fascia tirrenica in distensione. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip
- 2.4. Zone di svincolo (transfer). Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di strike-slip.

Non è ancora definitivamente chiarito se l'Arco Calabro appartiene a questo gruppo o al gruppo 3. Nella prima ipotesi:

- 2.5.a. Fasce sismogenetiche longitudinali. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di dip-slip
- 2.5.b. Zone di svincolo. Meccanismi di rottura attesi: strike-slip

C. Zone legate al recente sollevamento della catena appenninica, successivo ad una lunga storia di migrazione spazio-temporale del sistema catena-avampaese.

- 3.1. Fascia appenninica principale. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip e subordinatamente strike-slip
- 3.2. Margine tirrenico. Meccanismi di rottura attesi: dip-slip

D. Zone legate ad un regime compressivo giovane impostato su un precedente regime distensivo.

- 4.1. Mar Ligure. Meccanismi di rottura attesi: thrust e strike-slip
- 4.2. Liguria occidentale. Meccanismi di rottura attesi: strike-slip e transpressione

E. Zone di rottura all'interno della piastra di avampaese e lungo i suoi margini in flessione.

- 5. Belice, Iblei, Scarpata Ibleo-Maltese, Gargano-Tremiti, Canale d'Otranto. Meccanismi di rottura attesi: misti, con prevalenza di dip-slip nelle aree di flessura e lungo la scarpata di Malta e di strike-slip nelle altre

F. Zone vulcaniche

- 6. Ischia-Flegrei, Vesuvio ed Etna, con terremoti molto superficiali. Meccanismi di rottura attesi per i terremoti meno superficiali: dip-slip per l'area campana e misti (dip-slip e strike-slip) per l'Etna

Figura 8.81 – Zonazione sismogenetica ZS.4 (aprile 1996).

Fonte: <https://emidius.mi.ingv.it/>



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
388 di 1053

8.5. Vincoli derivanti da attività umane e infrastrutture esistenti

8.5.1. Asservimenti derivanti dalle attività aeronautiche, civili e militari

L'Ente Nazionale per l'Aviazione Civile (ENAC), ha individuato così come previsto dall'art. 707, comma 1 del Codice della Navigazione e dal Regolamento per la Costruzione e l'Esercizio degli Aeroporti, le zone da sottoporre a vincolo nelle aree limitrofe allo scalo aeroportuale di Cagliari ed all'aeroporto militare di Decimomannu, stabilendo le limitazioni relative agli ostacoli e ai potenziali pericoli, al fine di garantire la sicurezza della navigazione aerea, conformemente alla normativa tecnica internazionale.

Per la scelta circa l'ubicazione ottimale del parco eolico in esame, si è tenuto conto delle norme dell'aviazione civile in considerazione della vicinanza con l'aeroporto di Cagliari e di quelle del Ministero della Difesa in riferimento all'aeroporto di Decimomannu.

Tali norme, che disciplinano il volo nell'area scelta, prevedono già l'interdizione del volo dal livello del mare fino a 150 m di quota. La maggiore altezza prevista per le pale eoliche sarà pertanto disciplinata quale ostacolo per la navigazione aerea.

Inoltre, il Codice della Navigazione, all'Art. 709 – Ostacoli alla navigazione, spiega che:

"[...] Costituiscono ostacolo alla navigazione aerea le costruzioni, le piantagioni arboree, i rilievi orografici ed in genere le opere, anche in virtù delle loro destinazioni d'uso, che interferiscono con le superfici di rispetto, come definite dall'ENAC con proprio regolamento. [...]"

Aggiunge inoltre che:

"[...] La costituzione di ostacoli fissi o mobili alla navigazione aerea è subordinata all'autorizzazione dell'ENAC, previo coordinamento, ove necessario, con il Ministero della Difesa. [...]"

Gli enti preposti si sono già espressi sulla configurazione proposta in fase di scoping:

- ENAC: parere n. ENAC – TSU-14/09/2020-0087001-P del 14/09/2020: “[...] al fin dell’ottenimento del parere–nulla osta, è necessario che il proponente attivi la procedura descritta nel protocollo Tecnico pubblicato sul sito dell’Ente www.enac.gov.it alla sezione “Ostacoli e pericoli alla navigazione aerea”, inviando alla scrivente Direzione la documentazione necessaria e attivando, contestualmente, analoga procedura con ENAV”; ottemperato in data 21/09/2020 prot. MWEB_2020_1353 – Istanza di valutazione.
- ENAV: rif. ENAC, ottemperato in data 21/09/2020 prot. MWEB_2020_1353 – Istanza di valutazione – “[...] nessuna interferenza rilevata per gli aeroporti e i sistemi di comunicazione/navigazione/RADAR di ENAV S.p.A. [...]”.

8.5.1.1. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo

Di seguito si riporta l'ubicazione dell'opera, nel caso della configurazione ibrida, su carta VFR ENAV (Figura 8.82) e sulla perimetrazione delle aree regolamentate al volo militare (Figura 8.83).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
389 di 1053

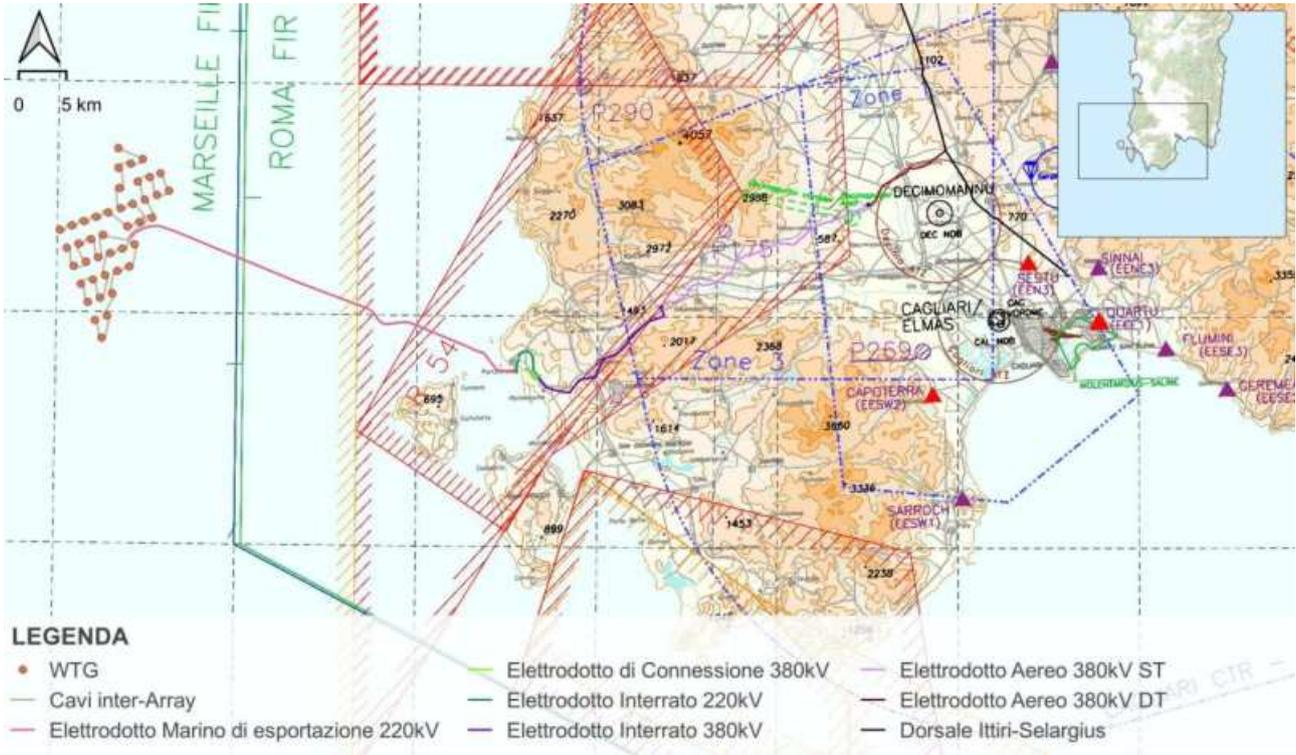


Figura 8.82 – Carta VFR ENAV ENR 6.1-15.

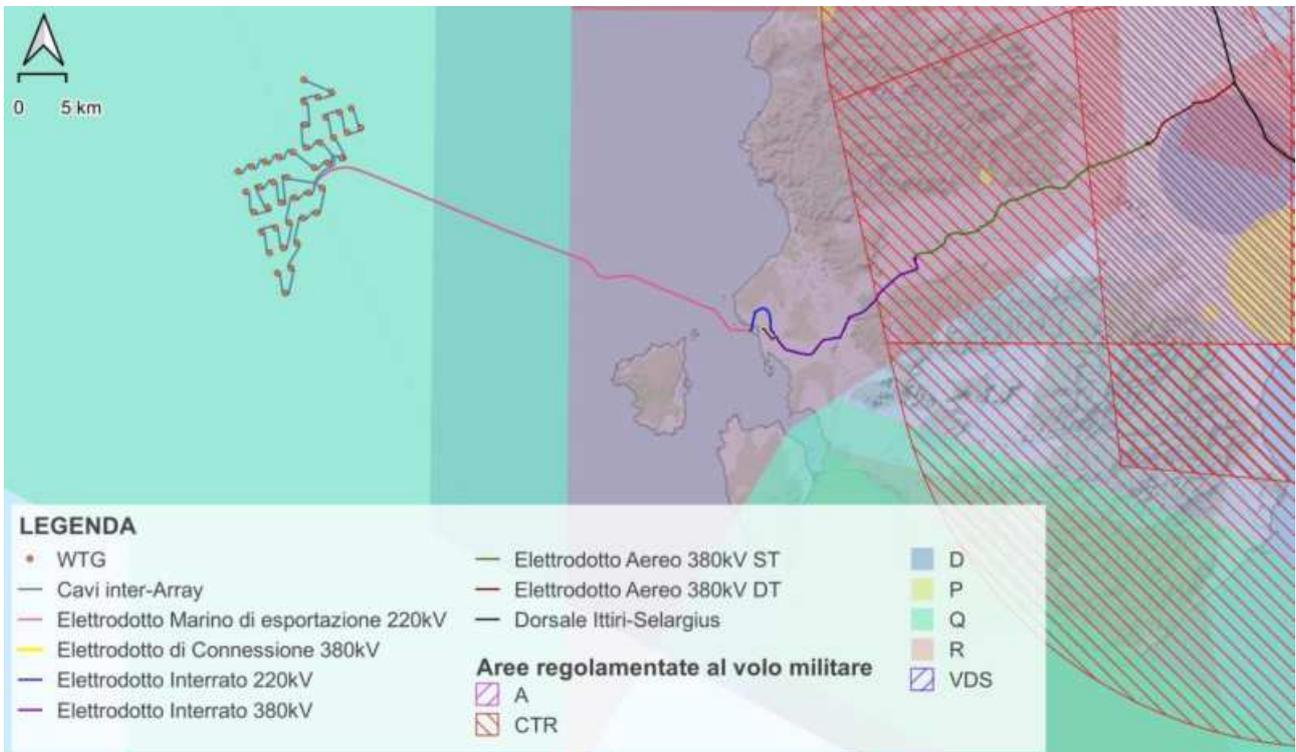


Figura 8.83 – Parco eolico nel Mar di Sardegna. Individuazione aree regolamentate al volo militare.

Elaborazione iLStudio su dati <https://airspace.xcontest.org/app/overview>.

Configurazione con elettrodotto aereo

Di seguito si riporta l'ubicazione dell'opera, nel caso della configurazione interamente aerea, su carta VFR ENAV (Figura 8.84) e sulla perimetrazione delle aree regolamentate al volo militare (Figura 8.85).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
390 di 1053



Figura 8.84 – Carta VFR ENAV ENR 6.1-15.

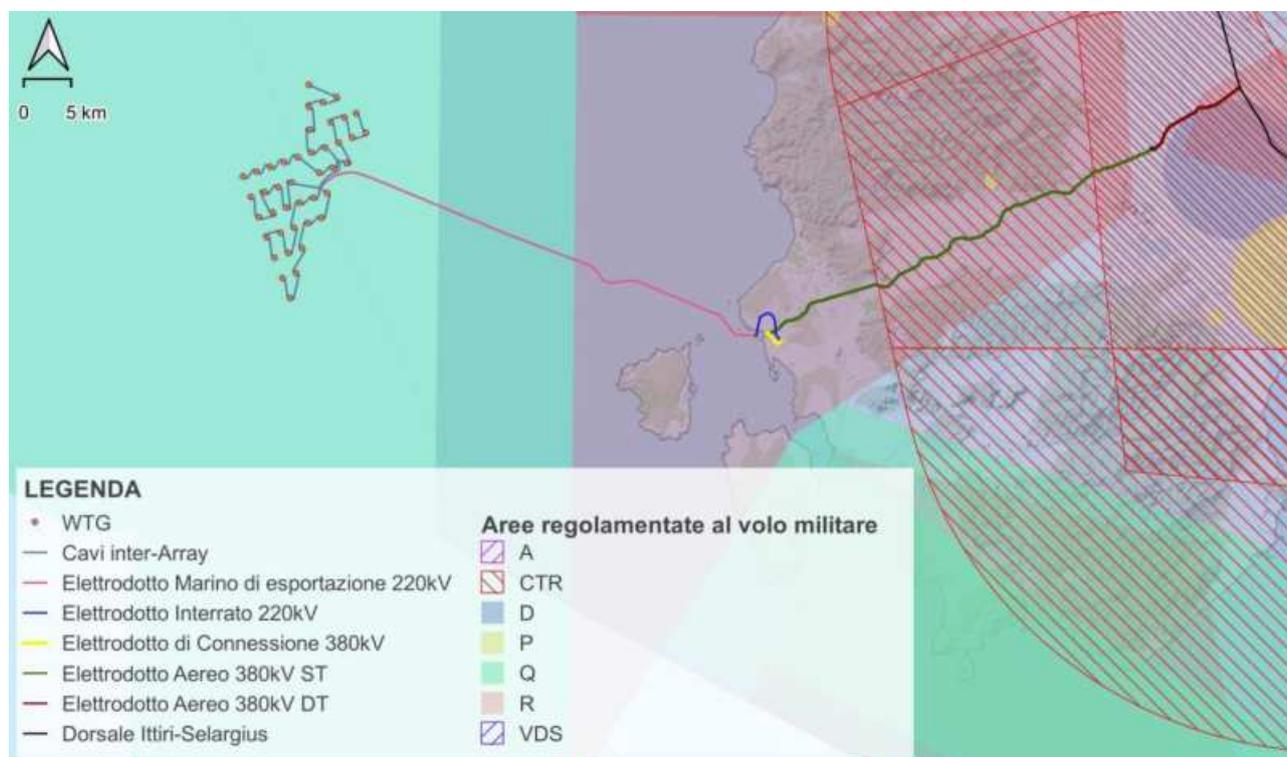


Figura 8.85 – Parco eolico nel Mar di Sardegna. Individuazione aree regolamentate al volo militare.

Elaborazione iLStudio su dati <https://airspace.xcontest.org/app/overview>.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
391 di 1053

8.5.2. Aree sottoposte a restrizioni di natura militare

Lungo le coste italiane esistono alcune zone di mare nelle quali sono saltuariamente eseguite esercitazioni navali di unità di superficie e di sommergibili, di tiro, di bombardamento, di dragaggio ed anfobie. Dette zone sono pertanto soggette a particolari tipi di regolamentazioni dei quali viene data notizia a mezzo di apposito Avviso ai Naviganti. Di seguito è riportata l'indicazione delle zone normalmente impiegate per le esercitazioni navali di tiro nonché delle zone dello spazio aereo soggette a restrizioni, relative all'area di progetto.

Si può pertanto concludere che l'area interessata dalla realizzazione del parco eolico offshore oggetto di questa relazione, non presenta particolari restrizioni per le esercitazioni navali militari e per le zone dello spazio aereo.

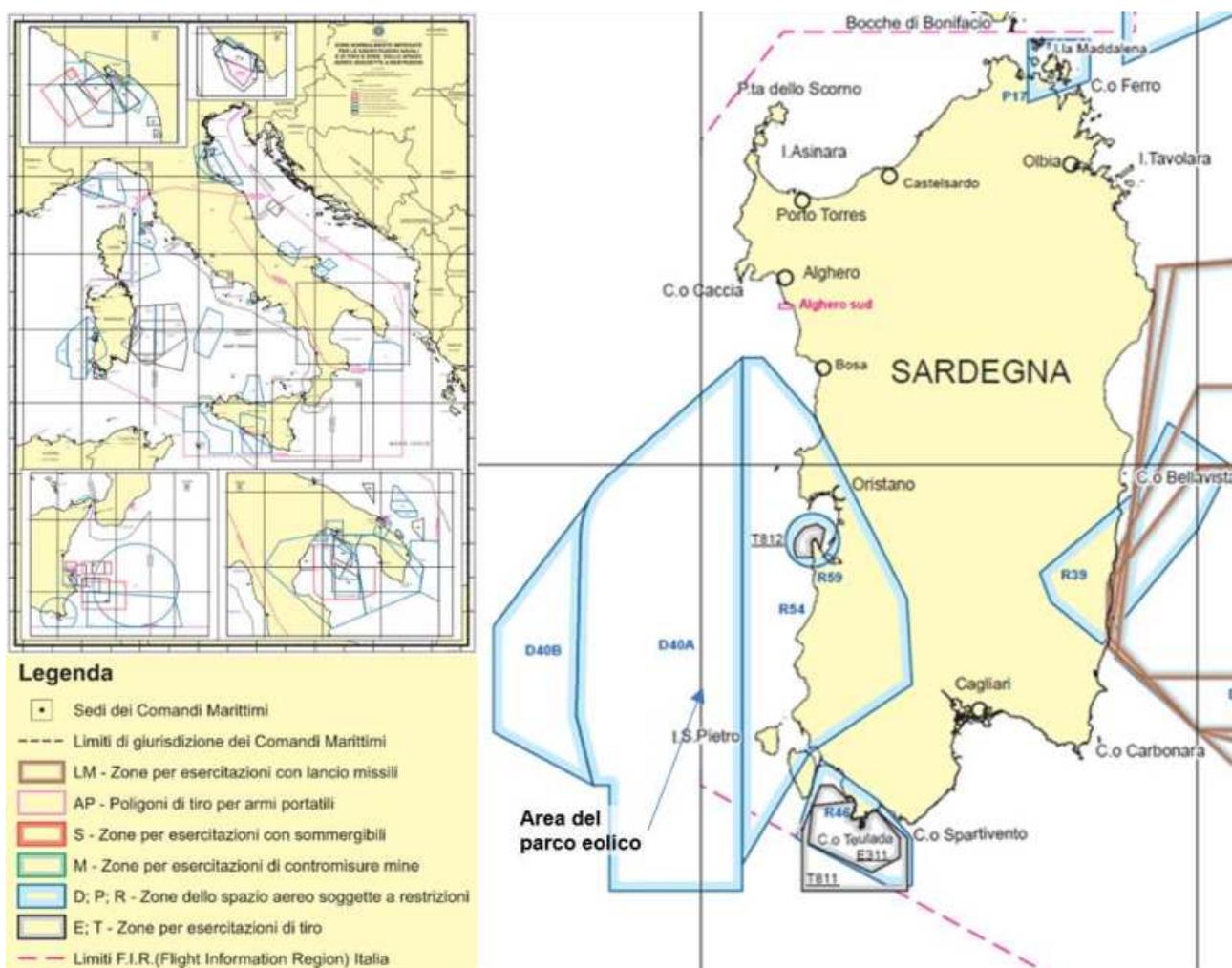


Figura 8.86 – Ubicazione parco eolico su stralcio carta delle aree normalmente dedicate ad esercitazioni navali di tiro e spazio aereo soggetto a restrizioni.

8.5.3. Zone marine aperte alla ricerca di idrocarburi

I titoli minerari per la ricerca e la coltivazione di idrocarburi in mare, vengono conferiti dal Ministero dello Sviluppo Economico in aree della piattaforma continentale italiana istituite con leggi e decreti ministeriali, denominate "Zone marine" (Figura 8.87) e identificate con lettere dell'alfabeto. Finora sono state aperte le Zone marine da A ed E con la legge 613/67, e le zone F e G con decreti ministeriali.

Il Mar di Sardegna è interessato dalla Zona Marina E, istituita con Legge 21 luglio 1967, n. 613, e successivamente ampliata con Decreto Ministeriale 9 agosto 2013.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
392 di 1053

La Zona E, come originariamente istituita, si estende nel mare Ligure, nel mare Tirreno e nel mare di Sardegna. È delimitata da un lato dalla linea di costa delle regioni Sardegna, Liguria, Toscana, Lazio, Campania, Basilicata e Calabria fino allo stretto di Messina, e dall'altro lato dalla isobata dei 200 metri ad eccezione dell'area marina delle Bocche di Bonifacio in cui è delimitata dalla linea ITALIA–FRANCIA.

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Zone marine aperte alla ricerca e coltiv. di idrocarburi
Zone Marine C e G, rimodulate con D.M. 8/8/2013
Fonte: mise.gov.it

Zone istituite	Zone rimodulate
Zona A	Zona A
Zona B	Zona B
Zona C	Zona C
Zona D	Zona D
Zona E	Zona E
Zona F	Zona F
Zona G	Zona G

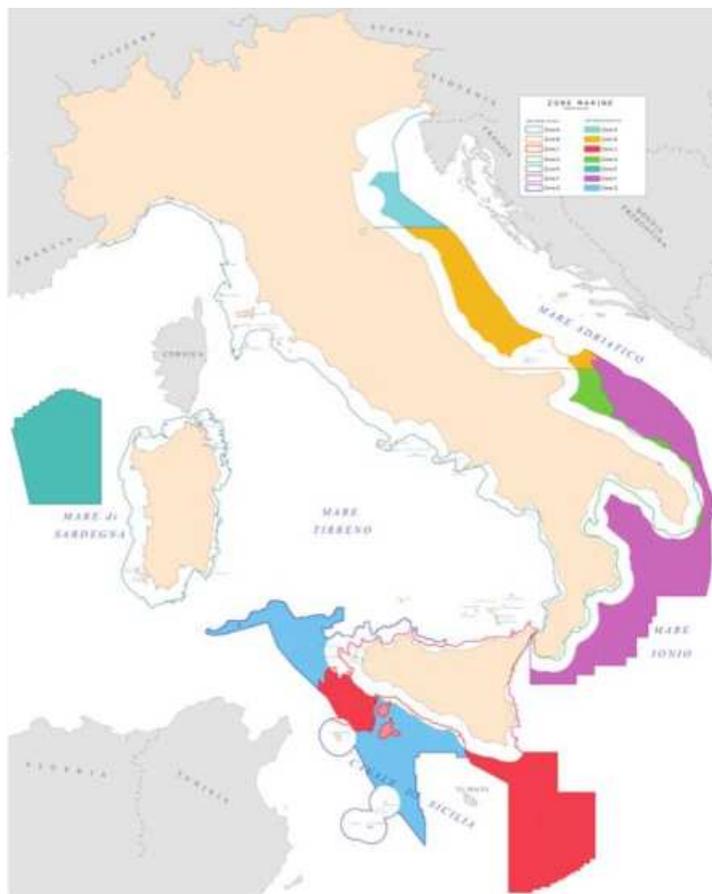


Figura 8.87 – Zone marine aperte alla ricerca e coltivazione di idrocarburi.

Zona Marina E, rimodulata con D.M. 08/08/2013. Mappa MiSE.

La Zona E, come recentemente ampliata con Decreto Ministeriale 9 agosto 2013, comprende anche il “Settore Ovest” nel Mare Balearico delimitato a ovest dalla linea ITALIA–SPAGNA, a nord da una linea spezzata interna alla linea mediana ITALIA–FRANCIA e a sud-est da una linea spezzata nella piattaforma continentale italiana. La Zona E si estende per circa 60.150 kmq costituendo circa il 10 % della piattaforma continentale italiana. La competenza territoriale è degli uffici UNMIG di Bologna, Roma e Napoli.

Nel corso degli anni sono state introdotte, ai fini della salvaguardia delle coste e della tutela ambientale, alcune limitazioni alle aree dove possono essere svolte nuove attività minerarie.

In particolare il Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152 stabilisce il divieto nelle zone di mare poste entro dodici miglia dalle linee di costa lungo l'intero perimetro costiero nazionale e dal perimetro esterno delle aree marine e costiere protette.

Altre limitazioni sono poste dall'articolo 4 della Legge 9 gennaio 1991, n. 9 (divieto nelle acque del Golfo di Napoli e del Golfo di Salerno).

Queste modifiche normative hanno di fatto ridotto l'area in cui era possibile presentare nuove istanze per il conferimento di nuovi titoli minerari anche se la Zona E resta comunque quella definita dalla Legge 613/67 in quanto tutte le limitazioni successivamente imposte hanno sempre fatto salvi i titoli minerari conferiti prima dell'emanazione delle norme stesse.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
393 di 1053

Con il recente Decreto Ministeriale 9 agosto 2013 si è proceduto a definire meglio le aree in cui è possibile effettuare nuove attività di ricerca di idrocarburi. Per la zona E tali aree coincidono con il Settore Ovest che ha una distanza dalle coste sarde e dalle aree di tutela ambientale tra i 45 e i 75 km.

Come è possibile osservare dalle immagini riportate, l'area individuata per la realizzazione del progetto non è classificata tra quelle di interesse rilevante ai fini della ricerca sottomarina di idrocarburi.

8.5.4. Asservimenti infrastrutturali

La presenza, in una specifica area, di gasdotti e di linee elettriche e di telecomunicazione, determina la presenza di asservimenti infrastrutturali.

Di seguito è riportata la localizzazione del progetto del parco eolico offshore in esame, comprensivo delle sue componenti a mare e a terra, in relazione al percorso delle linee di telecomunicazione tra l'Europa ed i paesi del Mediterraneo Sud-Orientale, di cui si è dovuto tenere necessariamente conto al fine di non generare interferenze con gli asservimenti infrastrutturali già presenti nell'area in esame.

Come si può dedurre dalla figura, le componenti a mare e le componenti a terra del progetto proposto non interferiscono con il percorso delle linee di telecomunicazione già presenti sul territorio esaminato.

Per quanto invece concerne le interferenze elettromagnetiche con le linee di telecomunicazione, il parco eolico ed il suo elettrodotto sono posti a distanza tale da non generare interferenze.

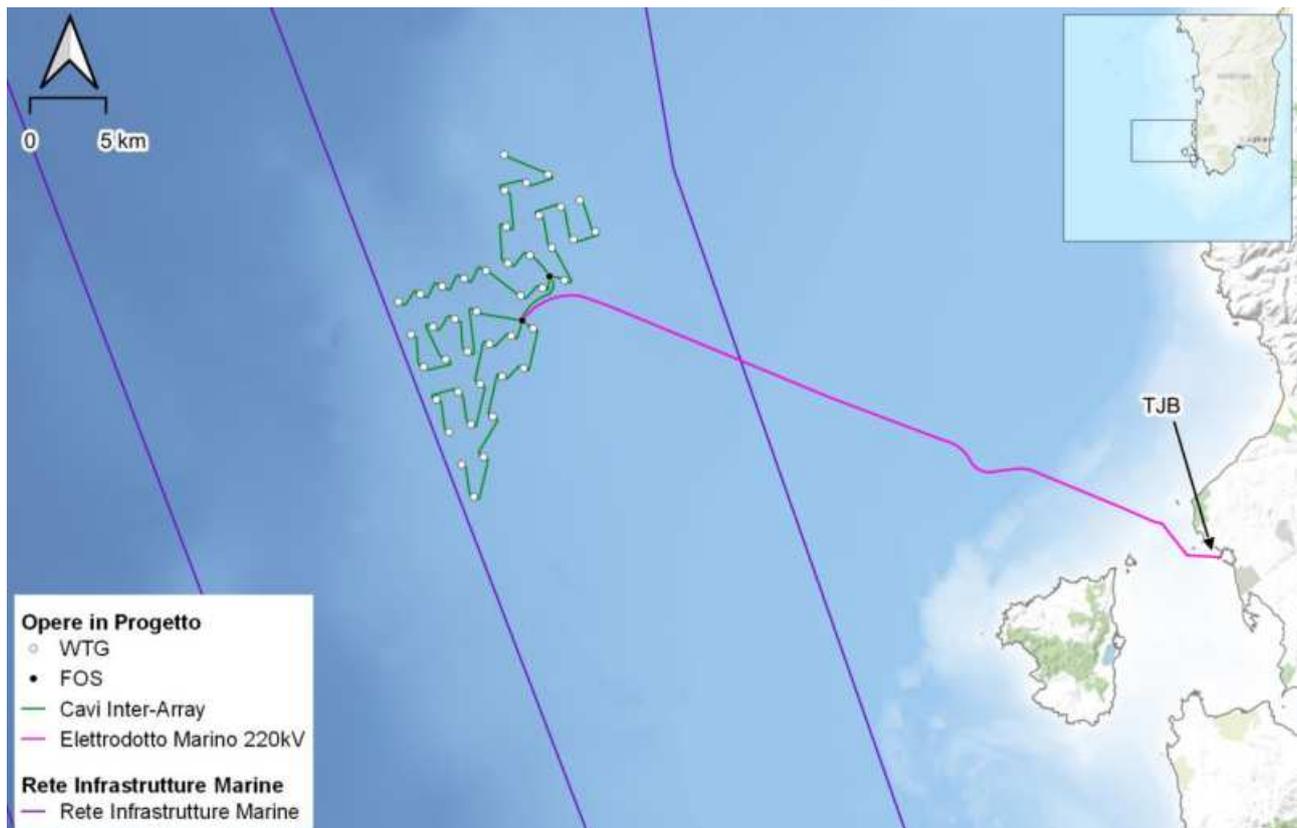


Figura 8.88 – Ubicazione parco eolico – Infrastrutture sottomarine esistenti.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
394 di 1053

8.6. Analisi di coerenza con i livelli di tutela dei Piani urbanistici e territoriali

8.6.1. I piani di gestione dello spazio marittimo italiano

Il parco eolico offshore flottante qui presentato ricade in aree marittime oggetto dei Piani di Gestione dello Spazio Marittimo, attualmente in fase di Valutazione ambientale strategica. In particolare, viene in rilievo il Piano per l'Area Marittima "Tirreno-Mediterraneo occidentale".

I Piani sono stati concepiti sulla base di una visione generale condivisa dai portatori di interesse rappresentati dal Comitato Tecnico, ossia dai cinque Ministeri con competenze sul mare e dalle 15 Regioni marittime. In particolare, è stato evidenziato che *"prioritario risulta il contributo alla decarbonizzazione energetica del Paese, alla lotta e adattamento ai cambiamenti climatici e al Green Deal europeo e alla sua declinazione blu nella Strategia EU sulla Economia Blu Sostenibile"* e che *"lo sviluppo delle energie rinnovabili a mare viene sostenuto ed accelerato, in linea con gli obiettivi europei e nazionali di decarbonizzazione e transizione energetica"*.

Ogni Piano concerne un'area suddivisa a sua volta in sub-aree, all'interno delle quali sono individuate le "Unità di Pianificazione" (UP). Queste ultime vengono associate a specifiche vocazioni d'uso e a misure, raccomandazioni e indirizzi per lo svolgimento di tali attività. Pertanto, ad ogni UP viene assegnato un attributo tipologico, secondo quanto descritto di seguito:

- G = Uso Generico: Aree in cui sono tendenzialmente consentiti tutti gli usi, con meccanismi di regolazione specifica e reciproca definiti o da definire nell'ambito delle norme nazionali ed internazionali o dei piani di settore, in modo da garantire la sicurezza, ridurre e controllare gli impatti ambientali e favorire la coesistenza fra gli usi.
- P = Uso Prioritario: Aree per le quali il Piano fornisce indicazioni di priorità d'uso e di sviluppo, indicando anche gli altri usi da garantire o consentire attraverso regolazioni reciproche e con l'uso prioritario identificato.
- L = Uso Limitato: Aree per le quali viene indicato un uso prevalente, con altri usi che possono essere presenti, con o senza specifiche limitazioni, se e in quanto compatibili con l'uso prevalente.
- R = Uso Riservato: Aree riservate ad uno specifico uso. Altri usi sono consentiti esclusivamente per le esigenze dell'uso riservato o salvo deroghe e concessioni da parte del soggetto responsabile o gestore dell'uso riservato.

8.6.1.1. Area marittima "Tirreno – Mediterraneo occidentale"

Il Piano di Gestione dello Spazio Marittimo dell'Area "Tirreno-Mediterraneo occidentale" è stato redatto in conformità al D.lgs. 201/2016, il quale recepisce la Direttiva 2014/89/EU, ed è attualmente in fase di Valutazione Ambientale Strategica. Con tale Piano, vengono forniti gli indirizzi e le strategie relativamente all'utilizzo di ciascuna area marittima e delle relative sub-aree, ai fini della definizione di azioni di pianificazione e delle attività di rilascio di concessioni o autorizzazioni. L'area marittima rientrante nel "Tirreno – Mediterraneo Occidentale" si estende per circa 247207 km² ed è delimitata a sud dalla linea che delimita le sotto-regioni marine "Mare Ionio – Mediterraneo Centrale" e "Mediterraneo Occidentale" della Direttiva sulla Strategia Marina, a ovest dalla piattaforma continentale concordato con la Spagna nel 1974, dalla definizione della Zona di Protezione Ecologica (ZPE D.P.R. 27/10/2011 n. 209) e dalla delimitazione delle acque con la Francia (Stretto di Bonifacio – Francia 1986, Ventimiglia – Mentone 1892). A sud-ovest devono essere considerati i confini della piattaforma continentale come delimitati nell'accordo stipulato con la Tunisia nel 1971, mentre a sud-ovest della Sardegna si deve tener conto della linea di equidistanza virtuale. Tale macro-area è suddivisa in n. 11 sub-aree, come di seguito indicate (Figura 8.89).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
395 di 1053



Figura 8.89 – Delimitazione e zonazione interna dell’Area “Tirreno–Mediterraneo Occidentale”.

Piano di Gestione dello Spazio Marittimo Area Marittima Tirreno e Mediterraneo Occidentale.

Il Piano fissa una serie di principi trasversali, tra i quali risulta di spiccata rilevanza quello relativo allo sviluppo sostenibile, che prevede:

- lo sviluppo di un’economia del mare che sia sostenibile e che punti a moltiplicare le opportunità di crescita per i settori marini e marittimi (OS_SS|01);
- la contribuzione alla Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile (OS_SS|02);
- il supporto del raggiungimento degli obiettivi del Green Deal Europeo (OS_SS|03);
- il cogliere a pieno le opportunità economiche e di sostenibilità ambientale che derivano dall’economia circolare (OS_SS|04).

Infatti, il Piano prevede una strategia di sviluppo delle attività marittime che si incardina sui Sustainable Development Goals – SDG, come individuati dalla Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile e dall’Agenda 2030. Di conseguenza, non solo il Piano intende supportare gli usi del mare più tradizionali (ad es. turismo, trasporto, pesca, acquacoltura), ma mira al consolidamento dei settori emergenti, primo fra tutti quello dell’energia rinnovabile.

Il Piano definisce i settori/usi ammissibili all’interno delle sub–aree, tra i quali figura quello c.d. “energia”, che ricomprende:

- contribuire a favorire la transizione energetica verso fonti rinnovabili e a ridotte emissioni attraverso lo sviluppo della produzione di energie rinnovabili a mare (OS_E|01);
- perseguire la sostenibilità ambientale, sociale ed economica delle attività di prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi in mare (OS_E|02);
- promuovere la riconversione di piattaforme ed infrastrutture associate a giacimenti esauriti e le sinergie tra attività marittime compatibili (OS_E|03);
- promuovere la cooperazione europea e regionale in materia di energia (OS_E|04);
- favorire la pianificazione di aree idonee per l’attività di cattura e stoccaggio geologico della CO₂ (OS_E|05).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
396 di 1053

In particolare, il Piano mira allo sviluppo degli impianti di produzione da fonte eolica flottanti, sia in acque territoriali che offshore.

I settori/usi così definiti vengono associati a determinate sub-aree, così da determinare in quali zone sia ammissibile il loro sviluppo. Il parco eolico in oggetto ricade parzialmente in più sub-aree e in particolare:

- MO/7 – Acque territoriali Sardegna, per quanto concerne il cavo marino di esportazione;
- MO/11 – Piattaforma continentale e ZPE Tirreno Occidentale e Sardegna Occidentale, per quanto riguarda l’installazione del parco eolico e parte del cavo marino di esportazione.

8.6.1.2. Sub-area MO/7 – Acque territoriali Sardegna

Quanto previsto in relazione alla presente sub-area (Figura 8.90) è stato definito dalla Regione Sardegna, tenendo conto degli obiettivi determinati dalla Giunta regionale con delibera n. 11/66 del 24 marzo 2021 Pianificazione dello Spazio Marittimo, prevista dalla Direttiva 89/2014/UE e dal D.lgs. 17 ottobre 2016 n. 201.

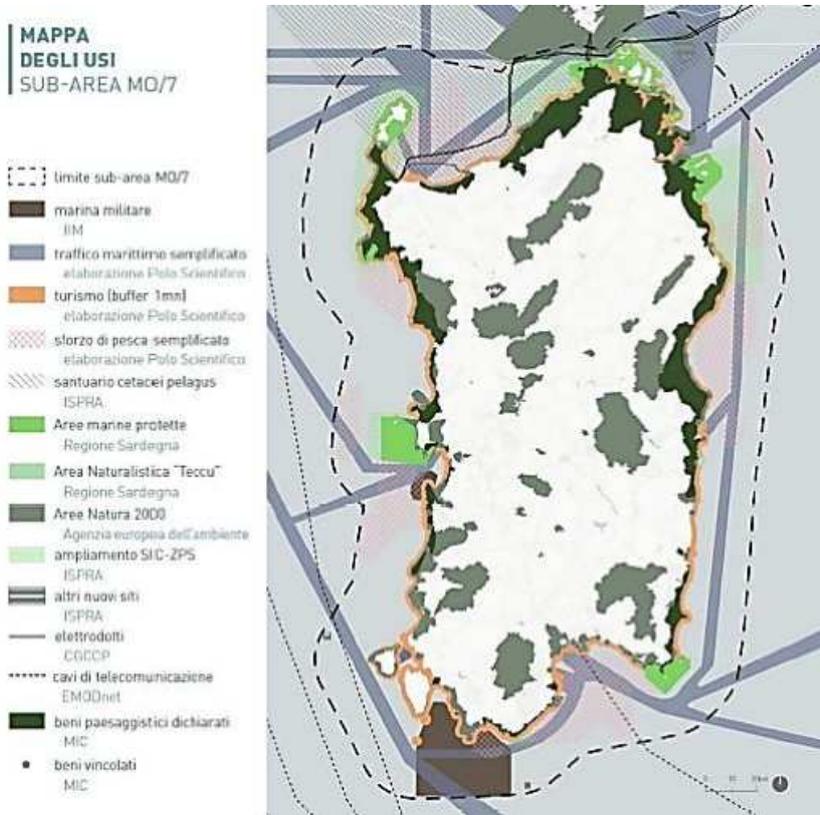


Figura 8.90 – Mappa di sintesi dei principali usi presenti nella sub-area MO/7.

Piano di Gestione dello Spazio Marittimo Area Marittima Tirreno e Mediterraneo Occidentale.

Gli usi principali previsti 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. Tuttavia, gli obiettivi specifici per tale sub-area sono stati definiti alla luce della finalità generale e trasversale dello sviluppo sostenibile, partendo dall’Agenda 2030 delle Nazioni Unite e dalla Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile, fino alla Strategia Regionale per lo Sviluppo Sostenibile (attualmente in fase di elaborazione), la quale prevede cinque pilastri: (i) Una Sardegna più intelligente, (ii) Una Sardegna più verde, (iii) Una Sardegna più connessa, (iv) Una Sardegna più sociale, (v) Una Sardegna più vicina ai cittadini.

Infatti, relativamente al settore energia (4) è previsto espressamente l’obiettivo specifico di contribuzione al processo di decarbonizzazione, tramite l’incremento dell’uso delle energie rinnovabili marine, tra le quali si cita l’energia eolica offshore su impianti flottanti, ubicati in aree non visibili dalla terraferma, non soggette a tutela ambientale ed estranee a zone abituali di pesca (4.a). Tale obiettivo risulta conforme alla Strategia 3 del Piano



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

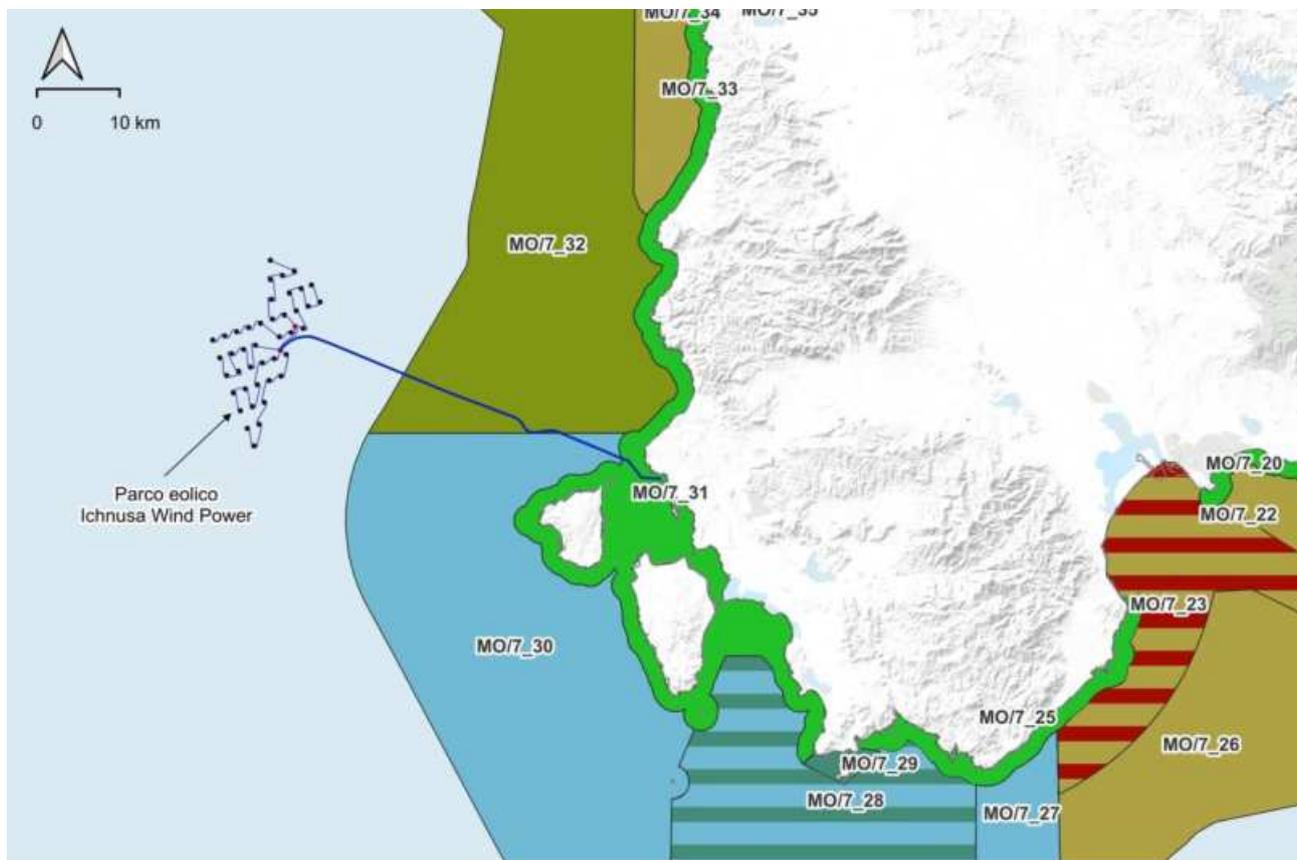
Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
397 di 1053

Regionale di Sviluppo (Identità territoriale, ambientale, turistica), che richiama la volontà a livello delle istituzioni regionali di raggiungere l'autosufficienza energetica della Sardegna e la produzione di energia pulita da solare ed eolico. Inoltre, esso risulta in linea con i seguenti obiettivi dell'Agenda 2030:

- Obiettivo 7: garantire l'accesso all'energia a prezzo accessibile, affidabile, sostenibile e moderna per tutti;
- Obiettivo 8: promuovere una crescita economica duratura, inclusiva e sostenibile, la piena occupazione e il lavoro dignitoso per tutti;
- Obiettivo 12: garantire modelli di consumo e produzione sostenibili;
- Obiettivo 13: adottare misure urgenti per combattere i cambiamenti climatici e le loro conseguenze.

Per quanto concerne le UP coinvolte dal progetto, vengono in rilievo MO/7_30, MO/7_31, MO/7_32 (Figura 8.91).



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Ubicazione parco eolico su identificazione delle unità di pianificazione della sub-area MO/7.

Elaborazione iLStudio su dati "Piano di Gestione dello Spazio Marittimo Area Marittima Tirreno e Mediterraneo Occidentale".

Figura 8.91 – Ubicazione parco eolico su identificazione delle unità di pianificazione della subarea MO/7.

Elaborazione iLStudio su dati "Piano di Gestione dello Spazio Marittimo Area Marittima Tirreno e Mediterraneo Occidentale".

Unità di pianificazione MO/7_30

Tale UP prevede quale uso prioritario la protezione dell'ambiente e delle risorse naturali, trattandosi di un'area dall'alto valore naturalistico e dalla presenza di aree SIC. Tuttavia, il percorso del cavo marino che attraversa tale unità non interseca aree di questo tipo e, pertanto, si ritiene che gli usi previsti non subiscano variazioni o ostacoli da parte del progetto di realizzazione del parco eolico.

Unità di pianificazione MO/7_31

Gli usi prioritari previsti per questa unità di pianificazione sono la protezione del paesaggio e del patrimonio



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
398 di 1053

culturale ed il turismo costiero e marittimo. Trattasi di un'area ad alta valenza turistica, paesaggistica e naturalistica, con presenza di SIC – ZPS. Il presente progetto non interferisce con tali usi, in quanto la UP è interessata esclusivamente dal parziale passaggio del cavo marino di esportazione, mentre l'impianto vero e proprio composto dalle turbine eoliche e dalle sottostazioni marine si collocano a grande distanza dalla costa (35 km) e, pertanto, l'impatto sul paesaggio e sulle attività turistiche si può ritenere trascurabile.

Unità di pianificazione MO/7 32

Relativamente a tale UP sono previsti usi vari, che dovranno condividere il medesimo spazio, nel rispetto di regole che possano garantirne la coesistenza. Questa zona comprende, inoltre, parte dell'area SIN Sulcis-Iglesiente-Guspinese.

In conclusione, gli usi definiti per le UP descritte non sarebbero compromessi dalla realizzazione del parco eolico in oggetto; infatti, esse sono attraversate esclusivamente dal cavo tripolare sottomarino di modeste dimensioni (diametro ~22 cm) al fine di permettere il trasporto dell'energia prodotta fino alla componente a terra del progetto. Inoltre, si precisa che il cavo sarà opportunamente protetto con metodologie atte a salvaguardare le eventuali biocenosi di pregio presenti nell'area.

8.6.1.3. Sub-area MO/11 – Piattaforma continentale e ZPE Tirreno Occidentale e Sardegna Occidentale

Nell'area in oggetto (Figura 8.92), gli usi principali sono rappresentati dal trasporto marittimo, dalla protezione dell'ambiente e delle risorse naturali, dai cavi di telecomunicazione e dalla pesca.

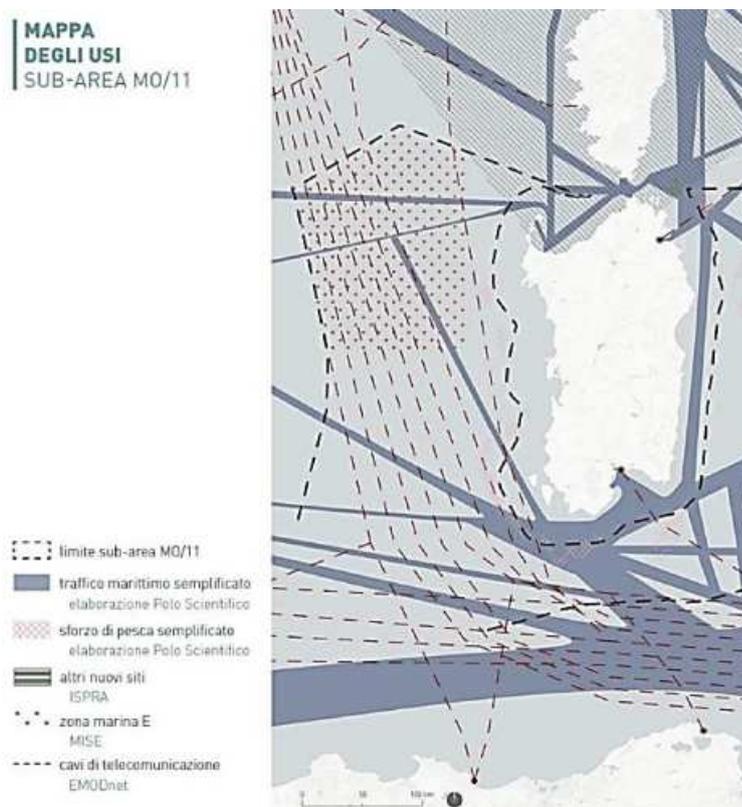


Figura 8.92 – Mappa di sintesi dei principali usi presenti nella sub-area MO/11.

Piano di Gestione dello Spazio Marittimo Area Marittima Tirreno e Mediterraneo Occidentale.

Nonostante ciò, il Piano riconosce la vocazione di tale sub-area relativamente allo sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili, citando espressamente l'energia eolica e disponendo che tale vocazione debba essere preservata e rafforzata verso la decarbonizzazione del settore delle energie marine. Infatti, la strategia adottata si incardina sui Sustainable Development Goals, come identificati dalla Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile e dall'Agenda 2030. Si tratta di fonti di pianificazione che mirano alla crescita e allo sviluppo



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

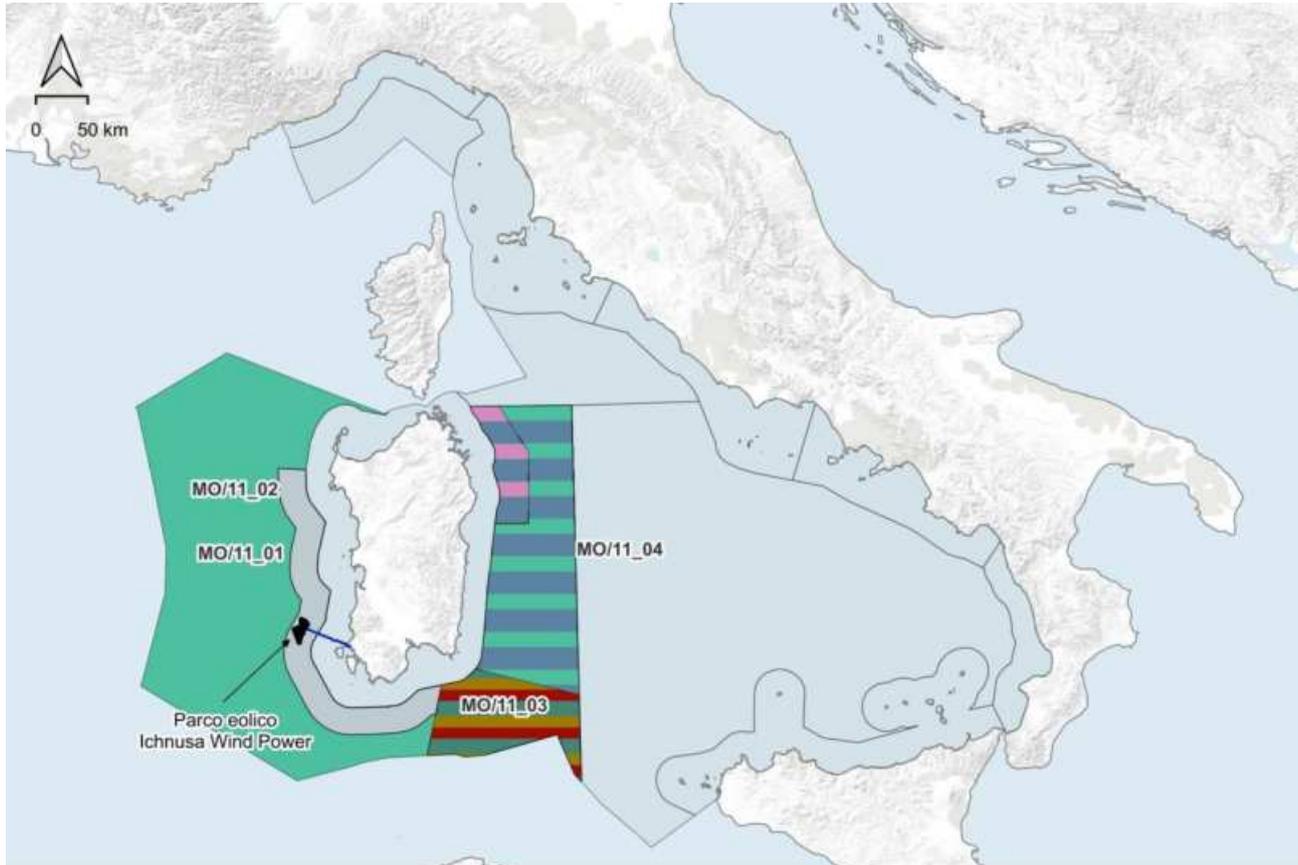
Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
399 di 1053

dell'economia marittima di medio-lungo periodo, sia per i settori maturi che per quelli emergenti.

Quanto detto è avallato dalla previsione, tra gli obiettivi specifici concernenti la sub-area MO/11, dell'obiettivo di contribuzione alla transizione energetica verso fonti rinnovabili e a ridotte emissioni attraverso lo sviluppo della produzione di energie rinnovabili a mare (OS.10).

Per quanto concerne le UP coinvolte dal progetto, viene in rilievo la MO/11_02, come di seguito illustrato.



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Ubicazione parco eolico su identificazione delle unità di pianificazione della sub-area MO/11.

Elaborazione iLStudio su dati "Piano di Gestione dello Spazio Marittimo Area Marittima Tirreno e Mediterraneo Occidentale".

Figura 8.93 – Identificazione delle unità di pianificazione della sub-area MO/11.

Piano di Gestione dello Spazio Marittimo Area Marittima Tirreno e Mediterraneo Occidentale.

Per la presente UP il Piano afferma come uso generico la presenza di usi vari che si trovano a dover convivere nello stesso spazio marino, nel rispetto delle specifiche regole di ciascun uso.

Allo stesso tempo, viene evidenziato, tra gli altri usi, quello energetico, relativamente al quale si dichiara il potenziale dell'area per quanto riguarda lo sviluppo degli impianti eolici offshore. Dunque, il posizionamento in quest'area del parco eolico proposto risulta assolutamente conforme agli usi auspicati per essa dal Piano di Gestione dello Spazio Marittimo.

8.6.1.4. Verifica di compatibilità

Dall'analisi del Piano di Gestione dello Spazio Marittimo Area "Tirreno – Mediterraneo occidentale" emerge con chiarezza che il progetto descritto dal presente SIA è perfettamente conforme agli obiettivi e agli usi previsti per quest'area marina. Infatti, il parco eolico si distanzia di ben 35 km dalla costa, eludendo ogni potenziale problematica concernente la visibilità dalla terraferma e, dunque, ogni ostacolo riguardante la tutela del paesaggio e delle attività ad esso correlate (rif. "Relazione tecnica – Valutazione impatto visivo" cod.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:

C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:

Giugno 2024

Pagina

400 di 1053

C0421YR19IMPVIS00). Per quanto concerne la tutela dell'ambiente e delle risorse naturali, sono stati condotti studi atti a definire quali misure adottare per la protezione degli habitat marini.

Per quanto concerne gli impatti che il progetto possa avere sulle attività di pesca, si ritiene che tali impianti possano facilmente integrarsi all'interno dello sfruttamento degli spazi marittimi come già descritto al paragrafo 7.7.11 "Attività di pesca". È infatti plausibile che la presenza dell'impianto dia l'opportunità per i fondali marini di rigenerarsi rispetto al disturbo antropico provocato dalle modalità estremamente invasive utilizzate per la pesca, come la pesca a strascico.

8.6.2. Piano regionale dei trasporti

Il Piano Regionale dei trasporti è uno strumento di pianificazione che riguarda i settori della mobilità aerea, marittima, viaria e ferroviaria finalizzato ad una migliore organizzazione del sistema dei trasporti della regione.

In seguito alla redazione del Piano Regionale dei trasporti, l'Assessorato Regionale ha avviato la procedura di VAS in conformità con i riferimenti normativi (2001/42/CE; D.lgs. n.4. del 6 Gennaio 2008, Delibera della giunta Regionale 24/23 del 23/04/2008).

Il Piano Regionale dei Trasporti ha come obiettivo la definizione di un Sistema di Trasporto Regionale mediante un aumento di interventi Regionali in questo settore ed un diverso approccio culturale alla mobilità. Tale approccio consiste in una corretta dimensione strategica ed economica nei confronti delle politiche di sviluppo economico, sociale ed ambientale. L'attuazione di una pianificazione integrata permette il corretto inserimento dei trasporti nel sistema economico territoriale e l'integrazione fisica, tipologica, organizzativa, funzionale e gestionale delle varie componenti. Il Piano contiene le procedure da rispettare per formulare le scelte sugli interventi da effettuare all'interno del quadro strategico di riferimento individuato, esso quindi si configura come un processo continuo nel tempo.

Il PRT si sviluppa in:

- Piano direttore: in cui si tratta a livello macro la riorganizzazione dei trasporti regionali;
- Piani attuativi: in cui si affrontano ove necessario dei temi specifici sempre nel rispetto delle prescrizioni presenti nel PRT;
- Studi di fattibilità: ove in maniera dettagliata vengono presentati gli interventi specifici previsti o nel rispetto del PRT.

L'attuale configurazione del PRT si compone del piano direttore e del piano del trasporto pubblico locale di interesse regionale (PRTL).

Il Sistema Nazionale dei Trasporti esige la massima coerenza tra gli obiettivi del Piano Generale dei Trasporti e della Logistica (PGT 2001) e del Piano Regionale dei Trasporti. Inoltre gli obiettivi del PRT devono essere conformi con il Programma di Viabilità (2003) e Programma sulla Mobilità (2004) e coerenti con i diversi piani e livelli programmatici della Regione, dalle Dichiarazioni programmatiche del Presidente, al nuovo Piano Strategico Regionale 2007 – 2013, al Programma di Sviluppo Regionale 2007-2009, al POR 2007-2013, al Piano Paesaggistico, al Piano Regionale di Sviluppo Turistico Sostenibile ed al Piano Energetico ed Ambientale Regionale.

Di seguito si riporta uno stralcio del rapporto di scoping riportante gli obiettivi specifici previsti nel PRT:

"[...]



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
401 di 1053

- *garantire elevati livelli di accessibilità per le persone e per le merci che intendono spostarsi sulle relazioni sia interregionali (Sardegna/Continente) che intraregionali (all'interno della Sardegna) al fine di conseguire ricadute anche di natura economica (migliorare la competitività delle imprese), territoriale (attrattività insediativa, riequilibrio verso l'interno, integrazione aree interne e versante costiero) e sociale (coesione, superamento dell'isolamento geografico dovuto all'insularità e dello spopolamento delle aree interne);*
- *rendere più accessibile il sistema a tutte le categorie fisiche e sociali, ed in particolare alle fasce più deboli e marginali in qualsiasi parte del territorio siano localizzate;*
- *assicurare elevata affidabilità e sicurezza al sistema;*
- *assicurare lo sviluppo sostenibile del trasporto riducendo il consumo energetico, le emissioni inquinanti, gli impatti sul territorio specie in quei contesti di particolare pregio, paesistico ed ambientale e storico-architettonico (aree costiere e aree montane interne), in coerenza con il Piano energetico ed ambientale regionale. La caratterizzazione paesistico/ambientale della Sardegna deve riconoscersi anche nella capacità di coniugare sviluppo (nuovi interventi, cultura del progetto sostenibile) con salvaguardia e valorizzazione ambientale come previsto nel Piano Paesaggistico Regionale e nel Piano Regionale del Turistico Sostenibile;*
- *contribuire a governare le trasformazioni volute dai piani economico sociali e di riassetto territoriale intervenendo, in combinazione con altre iniziative, per garantire l'unitarietà funzionale tra fenomeni di migrazione insediativa (spopolamento aree interne – deurbanizzazione delle due concentrazioni urbane di Cagliari e Sassari verso aree esterne economicamente ed ambientalmente più appetibili) e modelli mediativi a bassa densità e diffusi su ampi territori.”*

La realizzazione delle opere sarà condotta in modo da garantire i massimi standard di sicurezza in ottemperanza agli obiettivi del PRT. In fase di esercizio non si rilevano incongruenze con il PRT in quanto si prevede che l'elettrodotto fino alla stazione di consegna sarà posato in trincea al di sotto della sede stradale e che gli attraversamenti ferroviari e delle sedi stradali saranno interrati o aerei, senza costituire un impedimento alla circolazione o al conseguimento degli obiettivi sopra citati.

8.6.3. Piano paesaggistico regionale

Con Decreto del Presidente della Regione n. 82 del 7 settembre 2006 è stato approvato in via definitiva il Piano Paesaggistico Regionale (PPR) della Sardegna. Tale Piano è lo strumento di governo del territorio che persegue il fine di preservare, tutelare, valorizzare e tramandare alle generazioni future l'identità ambientale, storica, culturale e insediativa del territorio sardo, proteggere e tutelare il paesaggio culturale e naturale con la relativa biodiversità, assicurare la salvaguardia del territorio e promuoverne forme di sviluppo sostenibile al fine di migliorarne le qualità.

Il PPR divide il territorio sardo in 27 Ambiti di Paesaggio che delineano il paesaggio costiero e che aprono alle relazioni con gli ambiti di paesaggio interni in una prospettiva unitaria di conservazione attiva del paesaggio ambientale della regione. Queste rappresentano l'area di riferimento delle differenze qualitative del paesaggio del territorio regionale e sono stati individuati a seguito di analisi tra le interrelazioni degli assetti ambientale, storico-culturale e insediativo.

Parte del progetto in esame rientra negli ambiti:

- “Carbonia e Isole Sulcitane” (Ambito n.6) e
- “Bacino Metallifero” (Ambito n.7).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
402 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Ambito di paesaggio n.6 "Carbonia e Isole Sulcitane".

Elaborazione iLStudio

Figura 8.94 – Ambito di paesaggio n.6 "Carbonia e Isole Sulcitane".

La struttura dell'Ambito di paesaggio n.6 (Figura 8.94) è definita dal "mare interno" formato dal sistema insulare del Sulcis, che comprende le Isole di Sant'Antioco e di San Pietro, e dalla fascia costiera antistante che si estende a nord dell'istmo di Sant'Antioco fino alla tonnara di Porto Paglia, oltre il promontorio di Capo Altano (Portoscuso); su questa fascia insiste il nucleo del bacino carbonifero del Sulcis. Si tratta di un Ambito caratterizzato da un ricchissimo insediamento antico e da una sequenza moderna di centri di fondazione.

La struttura dell'Ambito n.7 (Figura 8.95) si definisce per il sistema orografico che si estende dal settore costiero occidentale di Buggerru, Nebida, Masua e della spiaggia di Fontanamare, fino al fluminese, ai rilievi di Gonnese ed alla sinclinale di Iglesias, arrivando a comprendere il sistema orografico meridionale della dorsale del Linas-Marganai.

Tali aree sono legate alle attività estrattive minerarie, che hanno coinvolto l'intero Ambito a partire dall'epoca protostorica sino ai giorni nostri e, tuttavia, ormai completamente cessate. Queste attività hanno segnato, pertanto, l'Ambito paesaggistico dell'anello metallifero e la struttura del sistema insediativo.

Il settore costiero inizia a partire da nord a sud dal promontorio di Punta Guardia de is Turcus, a sud di Capo Pecora, al sistema di spiaggia di Plag'e Mesu di Gonnese. La costa si presenta in maniera prevalente alta e rocciosa e vi si ubicano alcuni importanti sistemi sabbiosi (in particolare il sistema di spiaggia, il campo dunare parabolico di Portixeddu-San Nicolò e il sistema di spiaggia di Fontanamare-Plag'e Mesu), i quali costituiscono i terminali della piana alluvionale del basso corso del Riu Mannu di Fluminimaggiore e della piana costiera di Gonnese.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

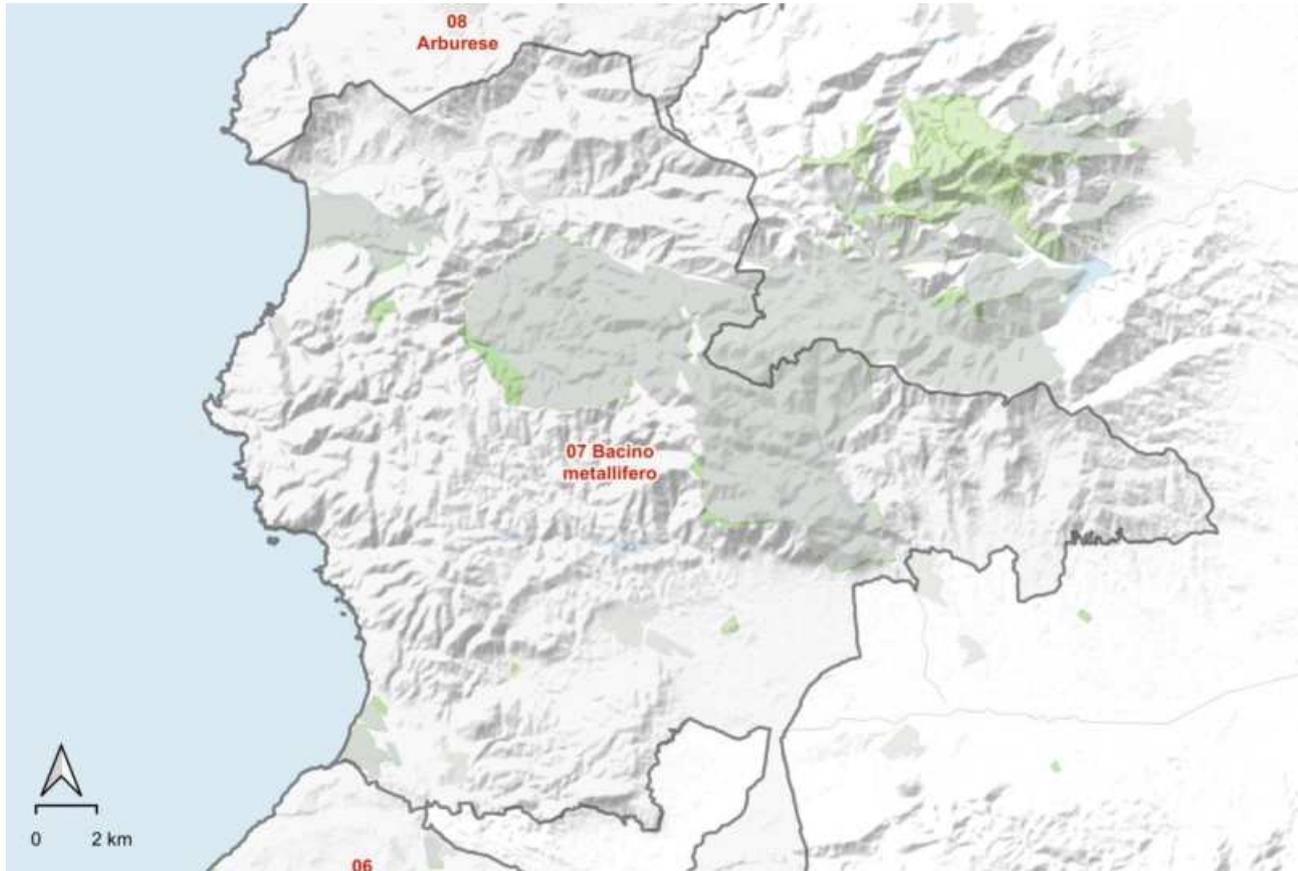
PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
403 di 1053



PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE

Ambito di paesaggio n.7 "Bacino Metallifero".

Elaborazione iLStudio

Figura 8.95 – Ambito di paesaggio n.7 "Bacino Metallifero".

Il tratto di costa che si estende da Buggerru a nord a il porto di Nébida a sud include il sistema di sabbioso di Cala Domestica ed il settore costiero meridionale del promontorio, per poi culminare con il capo roccioso di Torre Domestica, il quale separa fisicamente il sistema costiero di Portixeddu-Buggerru da quello di Nebida-Funtanamare a sud. Il settore di costa presenta uno scenario marino-litorale strettamente interconnesso a quello delle acque superficiali incanalate, che hanno dato luogo a incisioni torrentizie, valli incassate in roccia, canyon e canali, in cui gli acquiferi sotterranei rappresentano risorse importanti per l'estensione e la potenzialità, e i quali, tuttavia, per le loro caratteristiche intrinseche risultano ad elevata vulnerabilità. L'estremità meridionale dell'area costiera è caratterizzata dalla presenza degli insediamenti portuali minerari dismessi di Porto Flavia, Porto di Masua, Porto Corallo, Porto Ferro, Porto Nebida. Per quanto concerne il resto della presenza insediativa nella fascia costiera, essa risulta limitata ad alcuni elementi localizzati in prossimità dei principali sistemi sabbiosi presso la spiaggia di Portixeddu, dove si trova il centro abitato di Buggerru, e presso Porto Paglia-Plag'e Mesu.

L'analisi dei vincoli paesaggistici dell'area, è stata svolta secondo i tre assetti paesaggistici dettati dal PPR:

- Assetto ambientale;
- Assetto storico-culturale;
- Assetto insediativo.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
404 di 1053

Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo

La seguente analisi vincolistica è riferita alla sola componente elettrodotto interrato 380 kV (RTN Terna) dal momento che la restante parte sarà descritta nelle sezioni dedicate alla configurazione con elettrodotto aereo.

Per quanto riguarda gli ambiti di paesaggio, la scelta di utilizzare l'elettrodotto interrato evita un ulteriore consumo di suolo in quanto la posa degli elettrodotti avviene al di sotto di strade già esistenti; tale configurazione favorisce, inoltre, la tutela del paesaggio costiero.

Una piccola parte dell'elettrodotto aereo 380kV ST (circa 1 km) e la Stazione di Transizione cavo/aereo ricadono all'interno dell'ambito per impossibilità tecniche: le strade non sono idonee per via della loro larghezza per la posa del cavo. Pertanto, le Norme Tecniche di Attuazione del Piano Paesaggistico Regionale, in particolare l'art. 112 "Impianti energetici" co. 2 riporta: "Negli ambiti di paesaggio costieri di cui all'art. 14 è comunque vietata la realizzazione di impianti eolici e di trasporto di energia in superficie."

Il trasporto di energia all'interno degli ambiti di paesaggio avviene prevalentemente in modo interrato; la piccola parte dell'elettrodotto aereo ricade verso l'entroterra dell'ambito di paesaggio costiero (Figura 8.96).

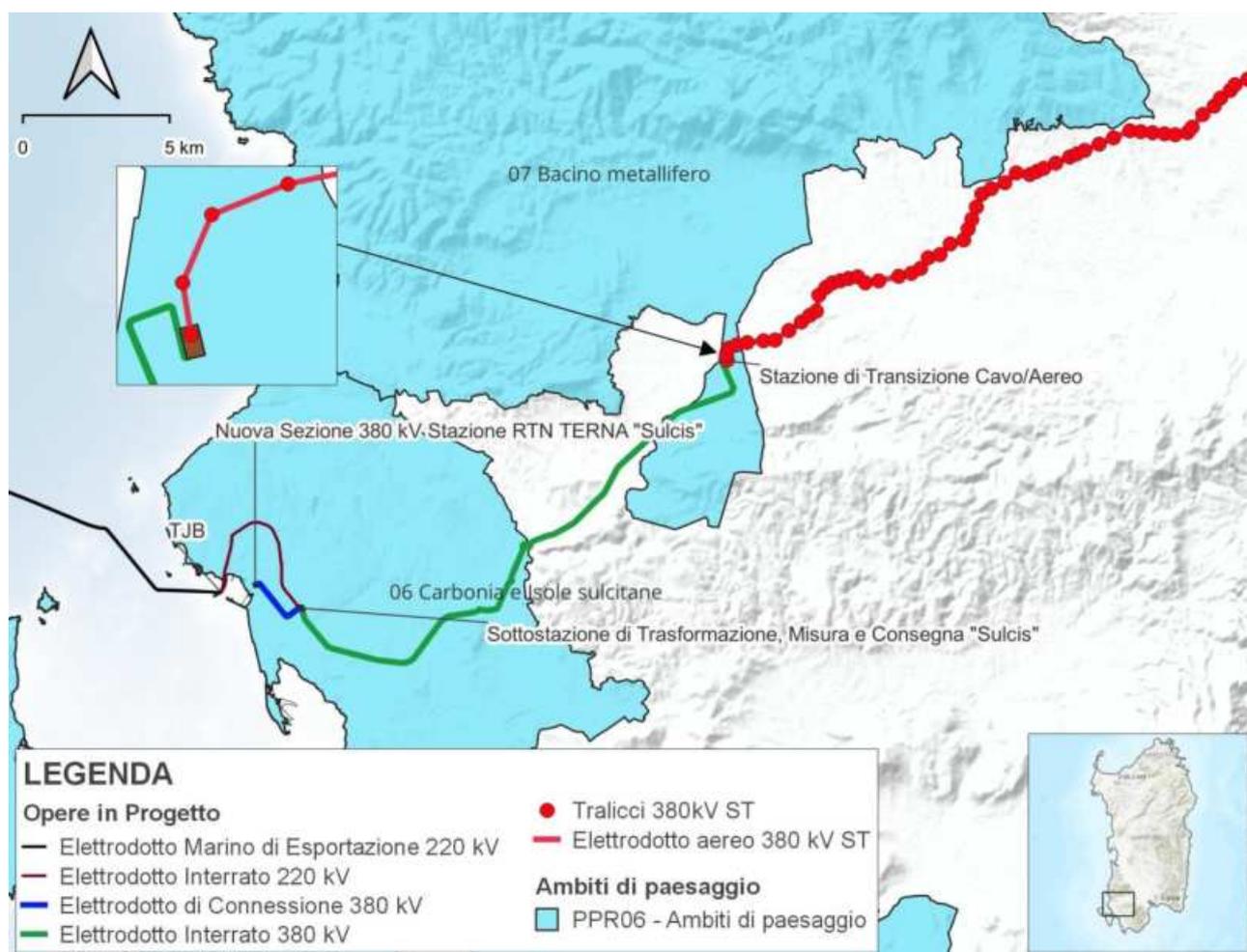


Figura 8.96 – Ambiti di paesaggio (configurazione ibrida).

Elaborazione iLStudio.

8.6.3.1.1. Assetto Ambientale

Le componenti dell'Assetto Ambientale interessate dall'elettrodotto interrato 380 kV sono (Figura 8.97 e Figura 8.98):



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 405 di 1053

- fascia costiera;
- fiumi e torrenti;
- aree di recupero ambientale (Sito Inquinato di Portovesme);
- componenti ambientali (aree antropizzate, praterie, macchie, colture erbacee specializzate, colture arboree specializzate, impianti boschivi artificiali, boschi) classificate in *Aree naturali e subnaturali*, *Aree seminaturali*, *Aree ad utilizzazione agro-forestale*



Ichnusa wind power srl

ilStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
406 di 1053

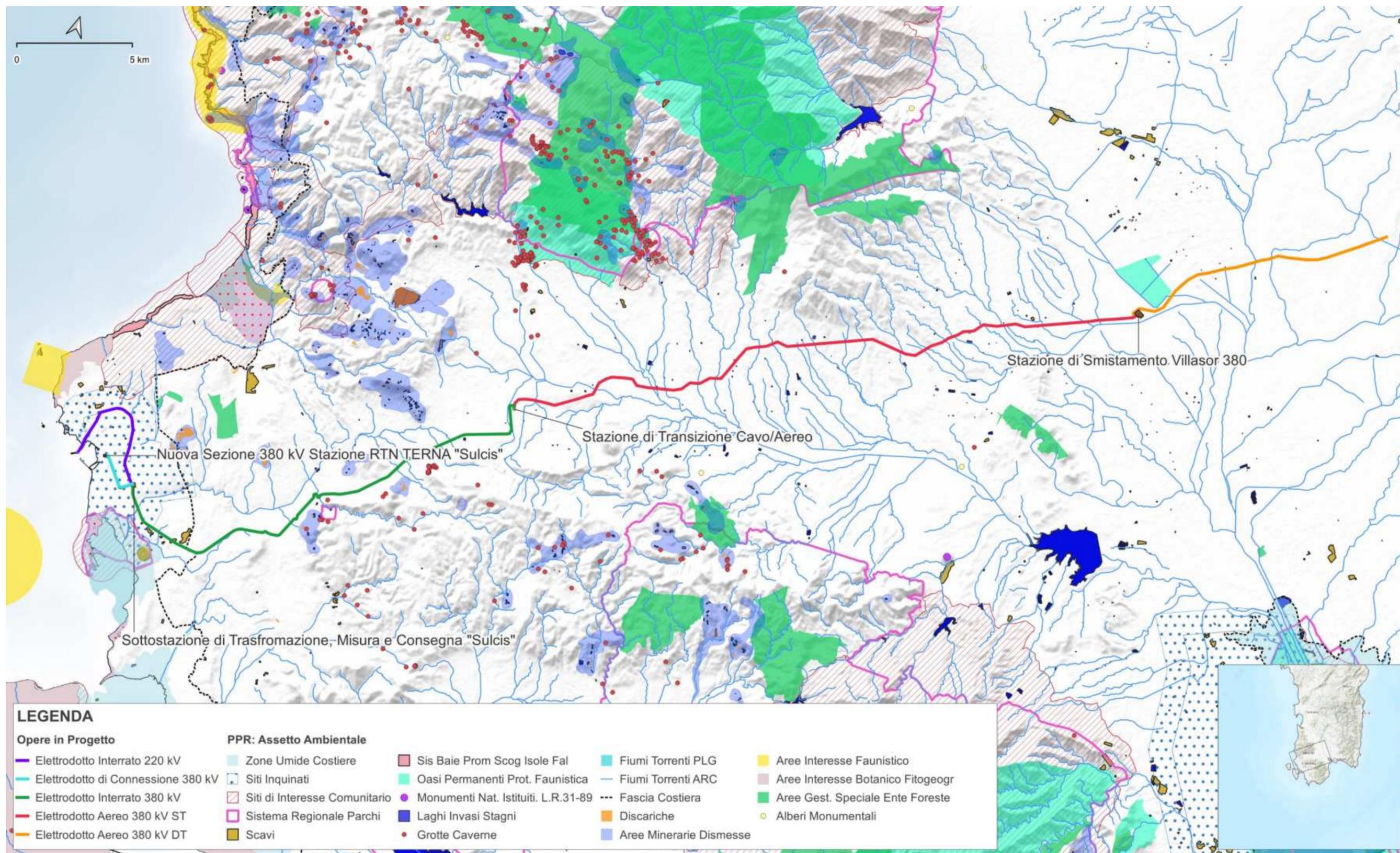


Figura 8.97 – Assetto Ambientale dell'area di intervento (Configurazione ibrida).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
407 di 1053

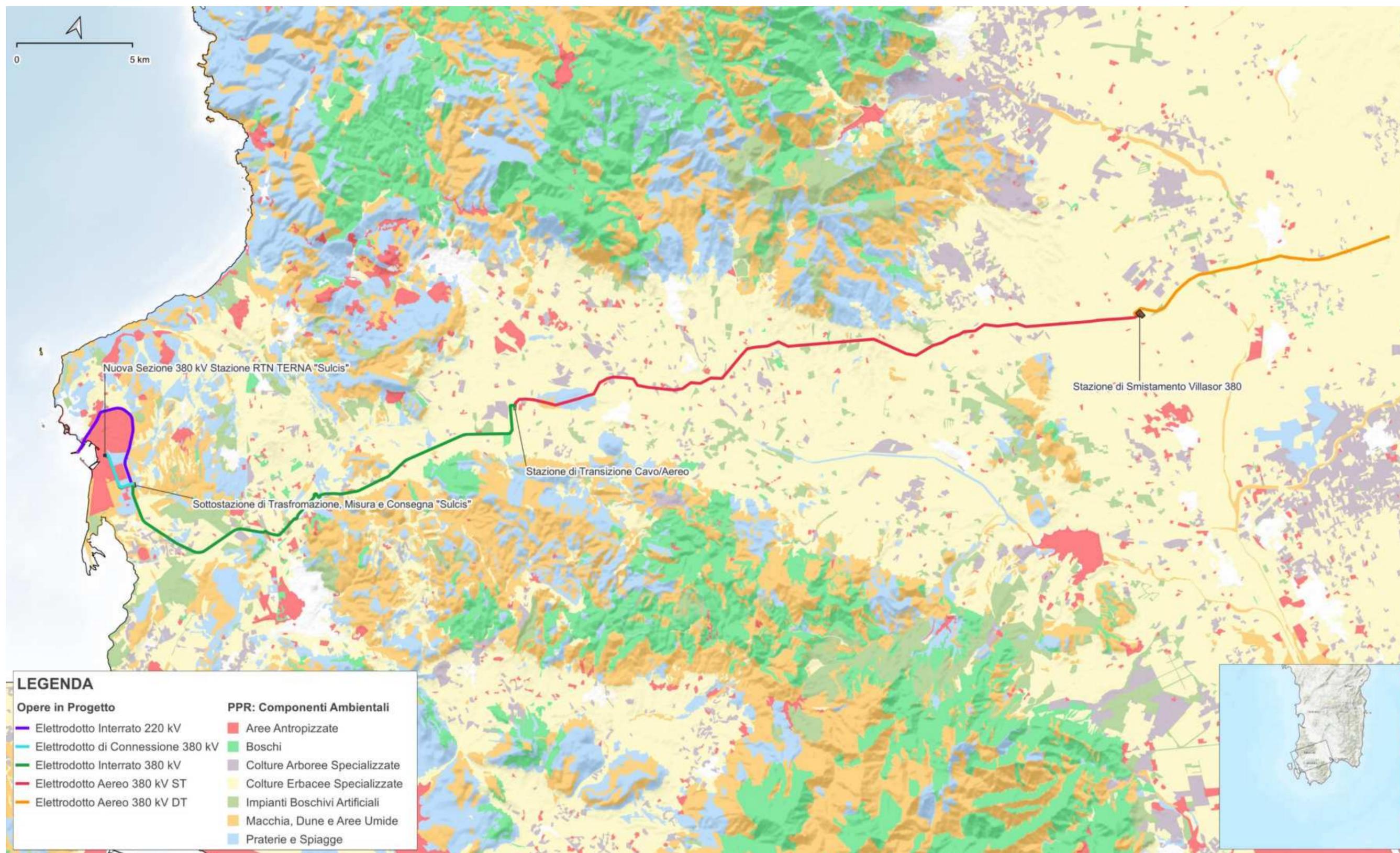


Figura 8.98 – Assetto Ambientale (Componenti ambientali) dell'area di intervento.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
408 di 1053

Fascia costiera

L'art. 19 comma 2 descrive i territori della fascia costiera come *“territori caratterizzati da un contesto territoriale i cui elementi costitutivi sono inscindibilmente interrelati e la preminenza dei valori ambientali è esposta a fattori di rischio che possono compromettere l'equilibrio dei rapporti tra habitat naturale e presenza antropica.”* Non sono comprese nel bene paesaggistico fascia costiera, ai sensi dell'art. 19 comma 3, le zone omogenee A e B nonché le zone C con piani attuativi efficaci, realizzati in tutto o in parte, immediatamente contigue al tessuto urbano consolidato nonché le zone D e G con piani attuativi efficaci, realizzati in tutto o in parte.

Gli elettrodotti interrati ricadono all'interno della fascia costiera. L'art. 103 *“Sistema delle infrastrutture- Prescrizioni”*, in particolare il comma 2 riporta:

“E' fatto obbligo di realizzare le linee MT in cavo interrato, salvo impedimenti di natura tecnica nelle aree sottoposte a vincolo paesaggistico ai sensi dell'articolo 134 del Decreto legislativo n. 42/04, nelle aree ricadenti all'interno del sistema regionale dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali, dei Siti d'Interesse Comunitario di cui alla Direttiva 92/43 CE “Habitat”, nonché dei parchi nazionali ai sensi della Legge n. 394/91, e di eliminare altresì le linee aeree che non risultassero più funzionali, a seguito della realizzazione dei nuovi interventi.”

Inoltre, in riferimento alle integrazioni della Delibera G.R. n. 11/17 del 20.3.2007: *“sono considerate linee a media tensione (M.T.) quelle con tensione uguale o superiore a 20 KV”*.

Dacché la fascia costiera è sottoposta a vincolo paesaggistico ai sensi del D.lgs. 42/04, e l'elettrodotto 220 kV viene considerato alta tensione e quello di 380 kV altissima tensione, la realizzazione degli elettrodotti risulta in linea con le prescrizioni dell'art. 103 in quanto interrati.

Aree di recupero ambientale

Con l'art. 41 delle NTA, il PPR definisce le *“aree di recupero ambientale”* come zone *“che comprendono aree degradate o radicalmente compromesse dalle attività antropiche pregresse, quali quelle interessate dalle attività minerarie dismesse e relative aree di pertinenza, quelle dei sedimenti degli impianti tecnologici industriali dismessi, le discariche dismesse e quelle abusive, i siti inquinati e i siti derivanti da servitù militari dismesse. [...]*

L'art. 42 fa riferimento alle prescrizioni di tali aree, in particolare afferma che nelle aree di recupero ambientale *non sono consentiti interventi usi o attività che possano pregiudicare i processi di bonifica e recupero o comunque aggravare le condizioni di degrado.*

Gli elettrodotti interrati ricadenti all'interno dei siti inquinati verranno posati al di sotto della piattaforma stradale non aggravando ulteriormente le condizioni della zona. Per queste aree si effettuerà il campionamento per la loro caratterizzazione dal punto di vista di contaminazione; nel caso di contaminazione si procederà con bonifica e prima dell'inizio degli interventi si valuteranno le interferenze con le bonifiche in atto. Infine, risulta in linea con le prescrizioni delle NTA.

Fiumi, torrenti, laghi, invasi, stagni

L'elettrodotto interrato, posizionato sempre al di sotto di sede stradale, interseca diversi fiumi e torrenti; per risolvere le interferenze si adatterà la tecnologia di Trivellazione Orizzontale Controllata. Infine, il progetto non risulta in contrasto con le NTA.

Componenti ambientali – Aree naturali e sub naturali

Per la pianificazione locale e settoriale nelle aree naturali e sub naturali, l'articolo 23 riporta al comma 1 a) che *“qualunque nuovo intervento edilizio o di modificazione del suolo ed ogni altro intervento, uso od attività, suscettibile di pregiudicare la struttura, la stabilità o la funzionalità ecosistemica o la fruibilità paesaggistica”*.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
409 di 1053

Gli elettrodotti interrati ricadono in aree perimetrare naturali e subnaturali, seminaturali e aree ad utilizzazione agroforestale; essi, verranno posati al di sotto della piattaforma stradale e pertanto non modificano il suolo come da prescrizioni delle NTA.

Pertanto, il progetto risulta in linea con le prescrizioni

Componenti ambientali – Aree ad utilizzazione agro-forestale

La stazione di transizione cavo/aereo ricade in una zona ad utilizzazione agro-forestale; pertanto non ci sono contrasti con le norme tecniche in quanto opera di rilevanza pubblica economica e sociale e non altrimenti localizzabile. Pertanto ai sensi delle prescrizioni dell'art. 29 risulta in linea.

Pertanto, il progetto risulta in linea con le prescrizioni.

8.6.3.1.2. Assetto Storico Culturale

L'area di progetto interessa aree del vincolo di Assetto Storico Culturale, in particolare, l'Area dell'Organizzazione Mineraria e del Parco Geominerario Ambientale e Storico (Figura 8.99).

Le componenti del Parco Geominerario Ambientale e Storico della Sardegna appartenente alla categoria delle "aree d'insediamento produttivo di interesse storico culturale", i quali ricomprendono anche le aree dell'organizzazione Mineraria, come definito dal comma 2 dell'art. 57 delle NTA del PPR riportato in seguito:

"Tali aree costituiscono elementi distintivi dell'organizzazione territoriale. Esse rappresentano permanenze significative riconoscibili come elementi dell'assetto territoriale storico consolidato, e comprendono aree di bonifica, aree delle saline e terrazzamenti storici, aree dell'organizzazione mineraria, Parco Geominerario Ambientale e Storico della Sardegna."

L'art. 58 delle NTA riporta le prescrizioni per tali aree:

"1. È fatto divieto di alterare le caratteristiche essenziali dei beni identitari di cui all'articolo precedente. [...]"

Gli elettrodotti interrati ricadenti all'interno delle perimetrazioni non alterano le caratteristiche dei beni poiché saranno posati al di sotto di piattaforme stradali esistenti. Pertanto, le opere in progetto non alterano essenziali caratteristiche dei beni identitari e risultano in linea con le prescrizioni.



Ichnusa wind power srl

ilStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
410 di 1053

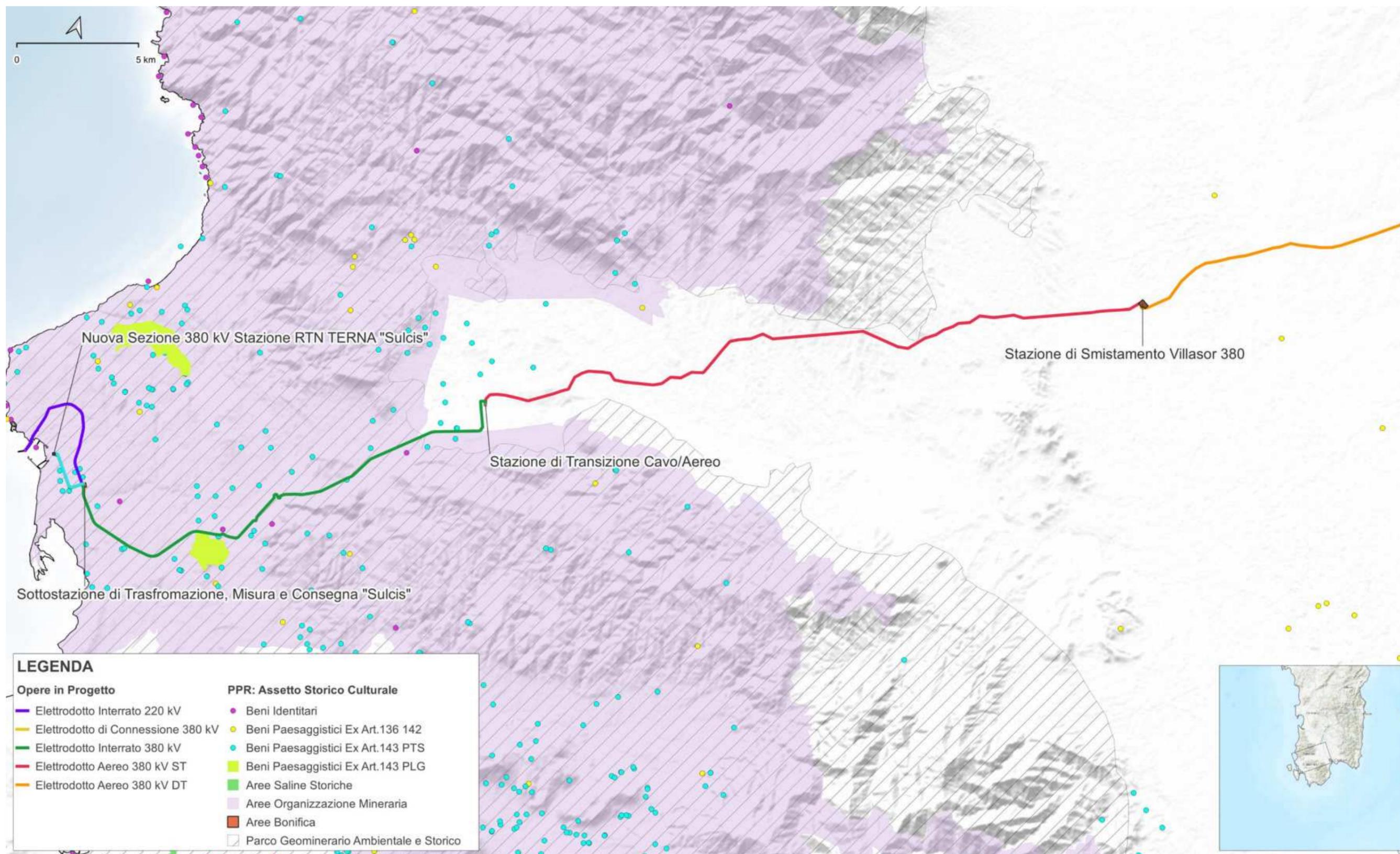


Figura 8.99 – Assetto Storico Culturale dell'area di intervento (Configurazione ibrida).

Elaborazione ilStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
411 di 1053

8.6.3.1.3. Assetto Insediativo

L'elettrodotto interrato 380 kV ricade all'interno di grandi aree industriali e componenti insediativi. Per tali aree non ci sono prescrizioni restrittive, pertanto risulta in linea con le NTA del PPR.

8.6.3.2. Configurazione con elettrodotto aereo

Parte dell'elettrodotto interrato Singola Terna ricade all'interno degli ambiti di paesaggio 6 e 7 (Figura 8.100). Pertanto, le Norme Tecniche di Attuazione del Piano Paesaggistico Regionale, in particolare l'art. 112 "Impianti energetici" co. 2 riporta: "Negli ambiti di paesaggio costieri di cui all'art. 14 è comunque vietata la realizzazione di impianti eolici e di trasporto di energia in superficie."

Sebbene l'art. 112 riporta il divieto di realizzazione di impianti di trasporto di energia in superficie è pur vero che l'elettrodotto aereo 380 kV rientra nelle opere di progetto di pubblica utilità, indifferibili ed urgenti mirate al potenziamento a 380 kV della linea elettrica sarda e l'inserimento delle energie rinnovabili all'interno del sistema energetico sardo. Pertanto, l'elettrodotto aereo risulta di primaria importanza sia per il trasporto di energia nel territorio che per l'inserimento delle energie rinnovabili con finalità della riduzione di CO₂.

L'art. 15 "Ambiti di paesaggio costieri. Disciplina transitoria" recita:

"Fatta salva la realizzazione degli interventi pubblici finanziati dall'Unione Europea, dallo Stato, dalla Regione, dalle Province, dai Comuni o dagli enti strumentali statali o regionali autorizzati con delibera della Giunta regionale, su proposta dell'Assessore regionale all'Urbanistica, non è ammesso il rilascio di concessioni edilizie in deroga ai sensi dell'art. 14 del T.U.380/2001."

Il T.U. sopracitato riporta:

"Il permesso di costruire in deroga agli strumenti urbanistici generali è rilasciato esclusivamente per edifici ed impianti pubblici o di interesse pubblico, previa deliberazione del consiglio comunale, nel rispetto comunque delle disposizioni contenute nel decreto legislativo 29 ottobre 1999, n. 490, e delle altre normative di settore aventi incidenza sulla disciplina dell'attività edilizia."

L'elettrodotto aereo 380kV rientra nel permesso di costruire in deroga agli strumenti urbanistici in quanto opera d'interesse pubblico.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
412 di 1053



Figura 8.100 – Ambiti di paesaggio (configurazione aereo)

Elaborazione iLStudio.

8.6.3.2.1. 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. All'interno di ciascuna di queste componenti, il PPR disciplina le misure necessarie per il corretto inserimento paesaggistico degli interventi proposti.

Le componenti dell'Assetto Ambientale interessate dal progetto sono (Figura 8.101):

- fascia costiera;
- fiumi e torrenti;
- aree di recupero ambientale (Sito Inquinato di Portovesme, aree minerarie dismesse);
- componenti ambientali (aree antropizzate, praterie, macchie, colture erbacee specializzate, colture arboree specializzate, impianti boschivi artificiali, boschi) classificate in *Aree naturali e seminaturali*, *Aree ad utilizzazione agro-forestale*;
- Riserva forestale "Nuraxi Figus" (Area di Gestione Ente Foreste).

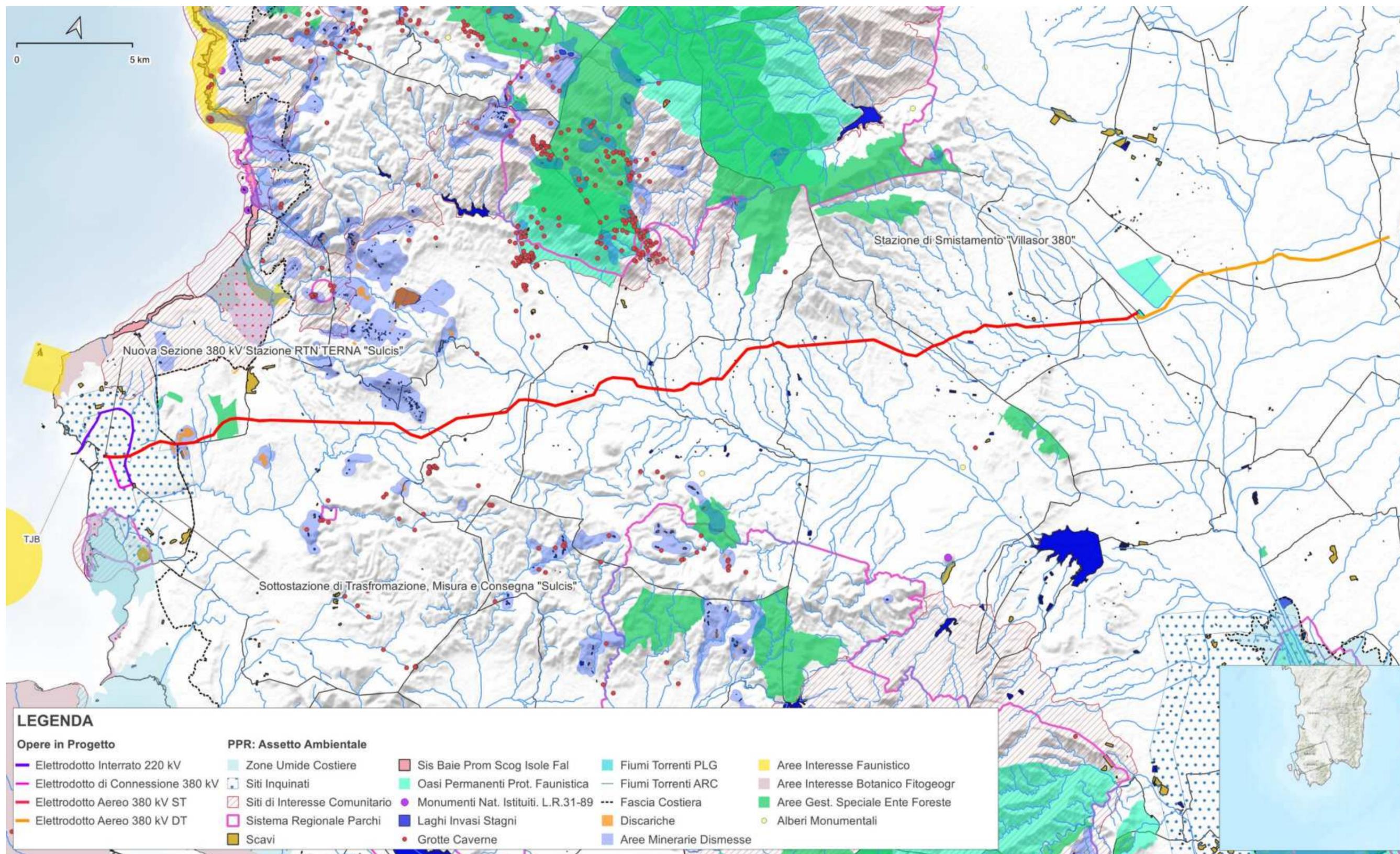


Figura 8.101 – Assetto Ambientale dell'area di intervento (configurazione aerea).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
414 di 1053

Fascia costiera

L'art. 19 descrive i territori della fascia costiera come *“territori caratterizzati da un contesto territoriale i cui elementi costitutivi sono inscindibilmente interrelati e la preminenza dei valori ambientali è esposta a fattori di rischio che possono compromettere l'equilibrio dei rapporti tra habitat naturale e presenza antropica. Non sono comprese nel bene paesaggistico fascia costiera le zone omogenee A e B nonché le zone C con piani attuativi approvati, realizzati in tutto o in parte, immediatamente contigue al tessuto urbano consolidato nonché le zone D e G con piani attuativi approvati, realizzati in tutto o in parte.”*

I primi tre tralicci della nuova linea aerea 380kV a partire dalla stazione TERNA non rientrano nel paesaggio di fascia costiera in quanto categorizzate in zona D1 (Zona industriale) secondo il Piano Urbanistico Comunale di Portoscuso.

I tralicci n.4 – 9 ricadono all'interno della fascia costiera tuttavia, l'art. 20 comma 2 punto 3 riporta:

“Fermo quanto previsto dal comma precedente, possono essere realizzati i seguenti interventi:

in tutta la fascia costiera:

a) interventi di conservazione, gestione e valorizzazione dei beni paesaggistici;

b) infrastrutture puntuali o di rete, purché previste nei piani settoriali, preventivamente adeguati al P.P.R.”

La Regione Sardegna con il Piano Energetico ed Ambientale 2015–2030 (PEARS) governa lo sviluppo del sistema energetico regionale con il compito di individuare le scelte fondamentali in campo energetico sulla base delle direttive e delle linee di indirizzo definite dalla programmazione comunitaria e nazionale, con l'obiettivo strategico di raggiungere per l'anno 2030 la riduzione delle emissioni di CO₂ associate ai consumi della Sardegna del 50% rispetto ai valori stimati per il 1990.

Inoltre, il Piano d'azione regionale per le energie rinnovabili in Sardegna, il quale rappresenta un primo nucleo del PEARS, prevede espressamente come Strategia 3 la *“DIVERSIFICAZIONE DELLE FONTI”*, consistente nella promozione dell'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili diverse all'interno del mix energetico regionale, che risulti il più possibile equilibrato alla luce della loro non programmabilità.

Tale Piano evidenzia anche la necessità che la RTN regionale sia implementata, che attualmente porta con sé elementi di notevole criticità, in quanto il sistema di trasmissione in alta e altissima tensione presenta una configurazione debolmente magliata per quanto riguarda la rete a 220 kV e l'assenza totale di una magliatura nella rete a 380 kV. A tal proposito, infatti, esso pone la Strategia 9 - *INFRASTRUTTURE ENERGETICHE ELETTRICHE*, relativamente alla quale si afferma che *“la rete di trasmissione sarda sarà l'elemento che vincolerà maggiormente la sfruttabilità delle risorse energetiche rinnovabili che la Sardegna possiede. Pertanto uno sviluppo della potenza installata da fonte rinnovabile non può prescindere da uno sviluppo della rete di trasmissione e soprattutto della rete di distribuzione”*.

L'attuale struttura della RTN all'interno del territorio sardo, infatti, impedisce di sfruttare le enormi potenzialità che esso offre in termini di produzione energetica rinnovabile. Come anche ribadito dal Piano, è necessario che lo sviluppo di impianti di produzione energetica rinnovabile siano affiancati da misure di rinforzo della rete di trasmissione dell'energia elettrica, affinché sia possibile rimuovere quello che, ad oggi, rappresenta un limite non superabile altrimenti. Dallo sviluppo della RTN ad alta e ad altissima tensione, pertanto, dipende il successo o il fallimento della penetrazione delle fonti rinnovabili all'interno del sistema energetico isolano. Il tutto a discapito anche del raggiungimento degli obiettivi di transizione energetica fissati ai livelli nazionale, europeo ed internazionale.

Inoltre, l'elettrodotto avverrà in sostituzione di quello già esistente con finalità di potenziare la configurazione della rete 380 kV nel territorio sardo; la rete inoltre, deve partire obbligatoriamente dalla fascia costiera sia per l'ubicazione della stazione TERNA Sulcis e per via della sostituzione dell'elettrodotto esistente 220 kV Sulcis-



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
415 di 1053

Villasor.

Pertanto, l'elettrodotto aereo ricadente all'interno della fascia costiera risulta coerente con i piani del settore (PEARS e Piano d'azione regionale per le energie rinnovabili in Sardegna).

La Nuova Sezione 380 kV Stazione RTN TERNA "Sulcis" non ricade all'interno della fascia costiera in quanto ricade nella zona D.

La sottostazione di trasformazione, misura e consegna ricade all'interno della fascia costiera, l'art. 20 "Fascia costiera. Disciplina" riporta:

"[...]2. Fermo quanto previsto dal comma precedente, possono essere realizzati i seguenti interventi:

[...]

3) in tutta la fascia costiera:

a) interventi di conservazione, gestione e valorizzazione dei beni paesaggistici;

b) infrastrutture puntuali o di rete, purché previste nei piani settoriali, preventivamente adeguati al P.P.R. [...]"

L'intervento può essere riconosciuto come di preminente interesse pubblico essendo un'opera necessaria per la trasformazione dell'energia prodotta dal parco eolico offshore e trasmessa successivamente in rete. Inoltre, fa parte dell'intero progetto che contribuisce a raggiungere gli obiettivi posti dal PEARS (Piano Energetico Ambientale della Regione Sardegna - piano di settore) di riduzione di CO₂ da fonti energetiche tradizionali.

Pertanto, le opere ricadenti all'interno della fascia costiera risultano in linea con le prescrizioni delle NTA.

Riserva forestale "Nuraxi Figus" (Area di Gestione Ente Foreste)

Il nuovo elettrodotto aereo 380kV, a realizzarsi in sostituzione dell'esistente elettrodotto 220kV "Sulcis-Villasor", interseca per un breve tratto (n. 3 tralicci dal 15 al 17 per una tratta di circa 960 m di lunghezza) la Riserva Forestale denominata "Nuraxi Figus", area di Gestione Ente Foreste. La riserva forestale in questione è già interessata dalla esistente linea 220kV, la quale sarà sostituita dalla nuova linea 380 kV e successivamente smantellata.

L'art. 37 indica i soggetti responsabili della Gestione delle aree tutelate: *"Le altre aree tutelate, costituite da oasi naturalistiche, oasi permanenti di protezione faunistica e cattura, aree dell'Ente foreste, aree della Conservatoria del litorale, sono gestite dagli enti o dalle Associazioni competenti, nel rispetto della disciplina del P.P.R."*

L'intervento infrastrutturale previsto non genera ulteriore alterazione del paesaggio rispetto all'attuale situazione. In fase esecutiva si presterà particolare attenzione al fine di preservare l'ambiente circostante mediante l'adozione di soluzioni tecniche che saranno concertate con l'ente Foreste. Non ci sono prescrizioni che vietino l'intervento, ergo, risulta in linea con le NTA del PPR.

Fiumi, torrenti, laghi, invasi, stagni

Alcuni tralicci di Singola Terna interessano aree del vincolo fiumi e torrenti, in particolare ricadono nella fascia di 150 m. In merito, si applicano le indicazioni dell'art. 18 comma 2 secondo cui:

"Qualunque trasformazione, fatto salvo l'art. 149 del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e succ. mod., è soggetta ad autorizzazione paesaggistica."

Inoltre, come riferisce l'art. 26 comma 5 lett. a *"Nei sistemi fluviali e delle fasce latitanti comprensive delle formazioni riparie sono vietati interventi che comportino la cementificazione degli alvei e delle sponde e l'eliminazione della vegetazione riparia;"*

[...]



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 416 di 1053

Gli interventi proposti non comprometteranno lo stato attuale degli alvei e delle sponde della zona, inoltre l'elettrodotto aereo rientra nella richiesta di autorizzazione paesaggistica. Pertanto, il progetto non risulta in contrasto con le prescrizioni delle NTA.

Aree di recupero ambientale

Con l'art. 41 delle NTA, il PPR definisce le "aree di recupero ambientale" come zone "che comprendono aree degradate o radicalmente compromesse dalle attività antropiche pregresse, quali quelle interessate dalle attività minerarie dismesse e relative aree di pertinenza, quelle dei sedimenti degli impianti tecnologici industriali dismessi, le discariche dismesse e quelle abusive, i siti inquinati e i siti derivanti da servitù militari dismesse." [...]

L'art. 42 fa riferimento alle prescrizioni di tali aree, in particolare afferma che nelle aree di recupero ambientale non sono consentiti interventi usi o attività che possano pregiudicare i processi di bonifica e recupero o comunque aggravare le condizioni di degrado.

Le opere che attraversano aree di recupero ambientale sono gli elettrodotti interrati, la sottostazione di trasformazione, misura e consegna, la nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA "Sulcis" e parte dell'elettrodotto aereo 380 kV singola terna. In particolare gli elettrodotti interrati, la sottostazione di trasformazione, misura e consegna, la nuova sezione 380 kV Stazione RTN TERNA "Sulcis" e i sostegni 1-6 (ST) ricadono all'interno della perimetrazione di siti inquinati mentre i tralicci 9 e 10 ricadono all'interno di aree minerarie dismesse. Per queste aree si effettuerà il campionamento per la loro caratterizzazione dal punto di vista di contaminazione; nel caso di contaminazione si procederà con bonifica e prima dell'inizio degli interventi si valuteranno le interferenze con le bonifiche in atto. Infine, risulta in linea con le prescrizioni delle NTA.

Componenti ambientali – Aree naturali e subnaturali

Per quanto riguarda gli elettrodotti aerei si ricade in aree naturali e subnaturali, aree seminaturali e aree ad utilizzazione agroforestale. Sempre l'art. 21 comma 4 riporta:

"Nelle aree di cui al comma 1, possono essere altresì realizzati gli interventi pubblici del sistema delle infrastrutture di cui all'art. 102 ricompresi nei rispettivi piani di settore, non altrimenti localizzabili."

L'intervento è in linea con l'art. 21 in quanto un'infrastruttura a rete, di interesse pubblico, essenziale e non altrimenti localizzabile con finalità di perseguire l'obiettivo previsto dal piano di settore "Piano Energetico Ambientale Regione Sardegna (PEARS)" per la riduzione delle emissioni di CO₂ e l'incentivazione di energie provenienti da fonti rinnovabili. Inoltre, sempre su PEARS sorge la necessità dell'ampliamento della rete a 380 kV regionale al fine di rinforzare la connessione Sa.Co.I.(collegamento a corrente continua Italia-Corsica-Sardegna) per incrementare l'interconnessione tra l'isola e il continente europeo e ridurre le problematiche associate al distacco della rete sarda dal Sa.Pe.I. Da sottolineare che linea aerea 380 kV singola terna andrà a sostituire l'esistente linea aerea 220 kV Sulcis-Villasor.

Componenti ambientali – Aree seminaturali

La sottostazione di trasformazione, misura e consegna ricade in un'area seminaturale. L'art. 26 comma 1 delle prescrizioni di aree seminaturali riporta:

"Nelle aree seminaturali sono vietati gli interventi edilizi o di modificazione del suolo ed ogni altro intervento, uso od attività suscettibile di pregiudicare la struttura, la stabilità o la funzionalità ecosistemica o la fruibilità paesaggistica, fatti salvi gli interventi di modificazione atti al miglioramento della struttura e del funzionamento degli ecosistemi interessati, dello status di conservazione delle risorse naturali biotiche e abiotiche, e delle condizioni in atto e alla mitigazione dei fattori di rischio e di degrado."

L'area ove avverrà l'installazione della sottostazione di trasformazione, misura e consegna è un'area parzialmente degradata destinata nel passato come deposito. La sottostazione andrà a valorizzare il paesaggio



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
417 di 1053

circostante con la sua forma nuragica che richiama i caratteri e i colori del territorio sardo e la recinzione con piante arrampicanti autoctone.

Pertanto, il progetto risulta in linea con le prescrizioni.

Componenti ambientali – Aree ad utilizzazione agro-forestale

La stazione di smistamento “Villasor 380” ricade in una zona ad utilizzazione agro-forestale; pertanto non ci sono contrasti con le norme tecniche in quanto opera di rilevanza pubblica economica e sociale e non altrimenti localizzabile. Pertanto ai sensi delle prescrizioni dell’art. 29 risulta in linea.

8.6.3.2.2. Assetto Storico Culturale

L’assetto storico-culturale è formato dalle aree e dagli immobili che rappresentano il territorio a seconda dei processi storici e di antropizzazione che caratterizzano la zona. Le aree e gli immobili compresi nell’assetto storico-culturale rappresentano la caratterizzazione del paesaggio e ne completano la ricognizione e l’analisi con riferimento ai valori storico-culturali.

L’area di progetto interessa aree del vincolo di Assetto Storico Culturale, in particolare, l’Area dell’Organizzazione Mineraria e del Parco Geominerario Ambientale e Storico (Figura 8.102).

Le componenti del Parco Geominerario Ambientale e Storico della Sardegna appartenente alla categoria delle “aree d’insediamento produttivo di interesse storico culturale”, i quali ricomprendono anche le aree dell’organizzazione Mineraria, come definito dal comma 2 dell’art. 57 delle NTA del PPR riportato in seguito:

“Tali aree costituiscono elementi distintivi dell’organizzazione territoriale. Esse rappresentano permanenze significative riconoscibili come elementi dell’assetto territoriale storico consolidato, e comprendono aree di bonifica, aree delle saline e terrazzamenti storici, aree dell’organizzazione mineraria, Parco Geominerario Ambientale e Storico della Sardegna.”

L’art. 58 delle NTA riporta le prescrizioni per tali aree:

“1.È fatto divieto di alterare le caratteristiche essenziali dei beni identitari di cui all’articolo precedente. [...]”

Gli interventi ricadenti in tali aree sono gli elettrodotti interrati, la sottostazione di trasformazione, misura e consegna, la nuova sezione 380 kV stazione RTN Terna “Sulcis” e parte dei tralicci di singola terna. Gli elettrodotti interrati non alterano le caratteristiche dei beni poiché saranno posati al di sotto di piattaforme stradali esistenti. La sottostazione di misura e consegna è ubicata vicino a un’area fortemente antropizzata peraltro precedentemente utilizzata come deposito del Consorzio Industriale Sulcis-Iglesiente(SICIP). La nuova sezione 380 kV invece, sorge all’interno dell’esistente stazione elettrica RTN Terna “Sulcis”. I tralicci andranno a sostituire la linea esistente 220 kV in aggiunta, si presterà attenzione a non alterare le caratteristiche essenziali dei beni identitari della zona. Pertanto, le opere in progetto non alterano essenziali caratteristiche dei beni identitari e risultano in linea con le prescrizioni.

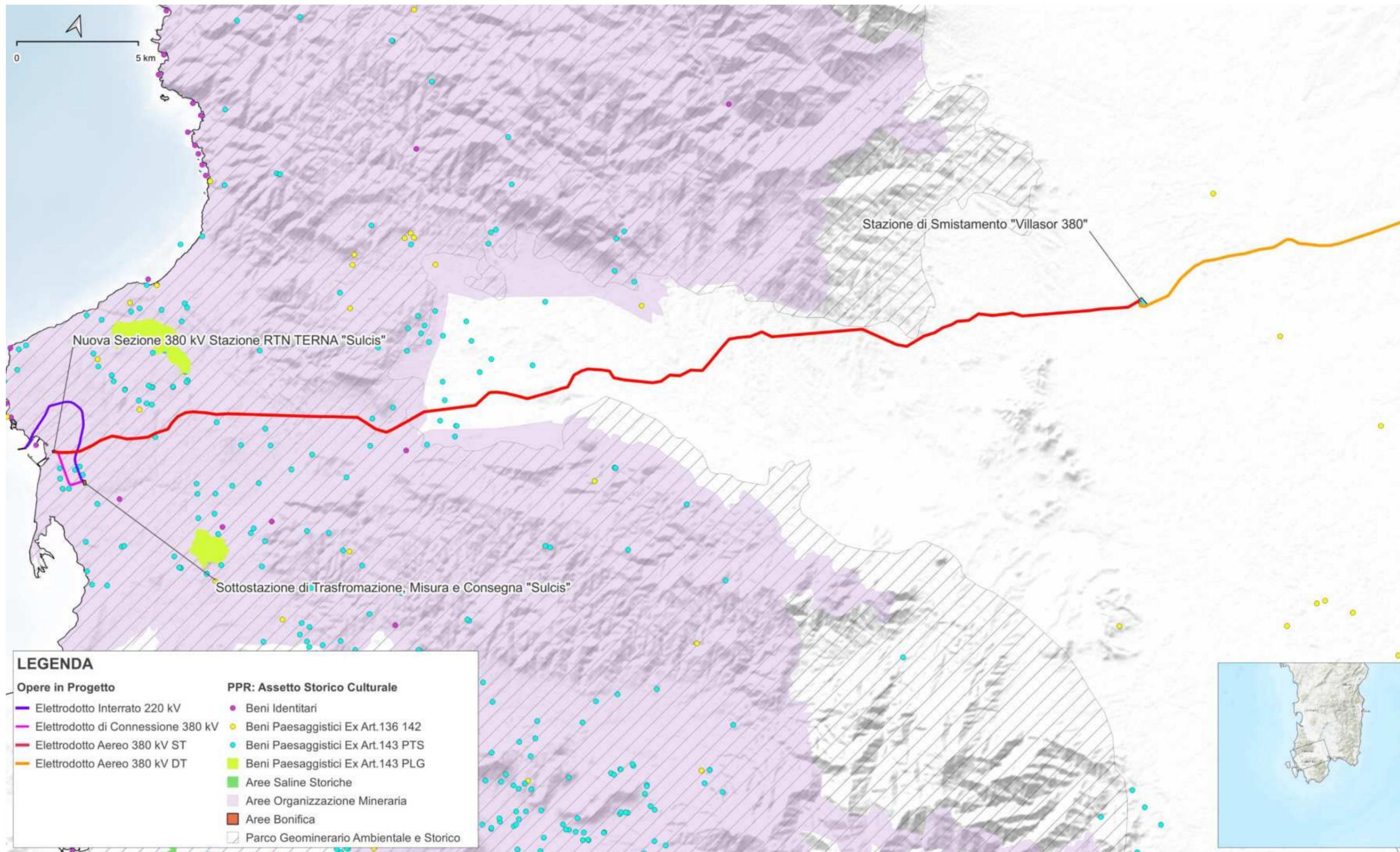


Figura 8.102 – Assetto Storico Culturale dell'area di intervento.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
419 di 1053

8.6.3.2.3. Assetto Insediativo

L'assetto insediativo rappresenta l'insieme degli elementi risultanti dai processi di organizzazione del territorio funzionali all'insediamento degli uomini e delle loro attività. Le NTA suggeriscono in merito indirizzi volti ad orientare l'azione di programmazione, progettazione e controllo degli interventi prioritariamente sugli obiettivi di qualità urbanistico-architettonica e di sostenibilità ambientale.

Il progetto ricade nella perimetrazione delle "Grandi aree industriali", negli "insediamenti produttivi" e nelle "aree delle infrastrutture", ovvero aree che comprendono i nodi dei trasporti, la rete della viabilità, il ciclo dei rifiuti, il ciclo delle acque, il ciclo dell'energia elettrica e della telefonia (centrali, stazioni, linee elettriche e telefoniche), gli impianti eolici e i bacini artificiali.

Per tali aree non ci sono prescrizioni restrittive. Pertanto l'elettrodotto risulta in linea con le NTA del PPR.

8.6.4. Piano regionale di gestione dei rifiuti – Sezione rifiuti speciali

La normativa concernente il settore dei rifiuti è composta, a livello europeo, dalla Direttiva n. 2008/98/CE del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e dalle successive modifiche apportate dal "Pacchetto sull'Economia Circolare", e, a livello nazionale, dal D.lgs. n. 152/2006. In particolare, la normativa europea ha disposto delle regole di indirizzo, le quali prevedono:

- La fissazione di criteri di definizione della pericolosità dei rifiuti;
- La definizione di un sistema obbligatorio di registrazione dei movimenti di rifiuti;
- La determinazione delle responsabilità delle varie fasi della loro gestione;
- La definizione di un sistema autorizzativo per la realizzazione degli impianti e delle fasi di gestione;
- Il controllo del flusso transfrontaliero.

Il D.lgs. n.152/2006 definisce l'attività di gestione dei rifiuti come "di pubblico interesse". Con il recepimento della citata direttiva (D.lgs. n. 205/2010), nonché con il successivo D.lgs. n. 116/2020, la parte IV del Testo Unico Ambientale, la quale si occupa della gestione dei rifiuti e della bonifica dei siti inquinati, è stata significativamente integrata. In tal modo, anche il legislatore nazionale ha richiamato i fondamentali principi comunitari da prendere in considerazione per una corretta gestione dei rifiuti. Trattasi dei principi di:

- Prevenzione;
- Preparazione per il riutilizzo;
- Riciclaggio;
- Recupero di altro tipo (es. di energia);
- Smaltimento.

Tale ordine è di tipo gerarchico e dispone un ordine di priorità che, dai punti di vista ambientale, economico, sociale e sanitario, permette di individuare la migliore opzione di gestione.

Con deliberazione n. 1/21 del 08/01/2021, in attuazione dell'art. 199 del D.lgs. n. 152/2006, la Giunta regionale della Regione Sardegna ha provveduto all'aggiornamento della Sezione rifiuti speciali del Piano regionale di gestione dei rifiuti, originariamente approvato con deliberazione n. 50/2017 del 21/12/2012.

Tale aggiornamento ha dato il giusto rilievo alla gerarchia comunitaria stabilita dalla direttiva n. 2008/98/CE anche a livello regionale. Inoltre, viene richiamato il VII Programma d'azione per l'ambiente comunitario che, nell'ambito della strategia Europa 2020, mira alla trasformazione del sistema economico europeo all'interno di un'economia intelligente, verde, sostenibile e circolare entro il 2020.

Dunque, l'aggiornamento del Piano si fonda sui seguenti indirizzi:

- Riduzione della produzione di rifiuti speciali;



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
420 di 1053

- Limitazione delle discariche ai rifiuti speciali non riciclabili e non recuperabili;
- Limitazione del recupero energetico ai materiali non riciclabili;
- Massimizzazione della reimmissione dei rifiuti speciali nel ciclo economico ovvero promozione dell'utilizzo dei rifiuti per la produzione di materiali commerciali debitamente certificati e la loro commercializzazione anche a livello locale;
- Promozione dello sviluppo di una “green economy” regionale, fornendo impulso al sistema economico produttivo nell'ottica di uno sviluppo sostenibile, all'insegna dell'innovazione e della modernizzazione;
- Ottimizzazione delle fasi di raccolta, trasporto, recupero e smaltimento;
- Promozione della realizzazione di un sistema impiantistico territoriale che consenta di ottemperare al principio di prossimità (cioè che i rifiuti speciali vengano trattati in punti il più possibile vicini ai luoghi di produzione) nel rispetto della libera circolazione delle merci nel territorio dell'Unione, senza compromettere l'autosufficienza del territorio regionale.

La gestione del ciclo-vita dei rifiuti deve essere improntata, *in primis*, alla riduzione della loro produzione. Il secondo elemento della gerarchia consiste, invece, nelle attività di recupero della materia, da sviluppare, per quanto possibile, sul territorio regionale. In particolare, le attività di recupero mirano a massimizzare il processo di reimmissione dei rifiuti speciali nel ciclo economico, al fine di promuovere un'economia circolare e verde a livello regionale, nell'ottica di un sistema produttivo sostenibile, innovativo e moderno.

Dunque, la riduzione della produzione di rifiuti speciali e, per i rifiuti in ogni caso prodotti, il recupero di tale materia, comporteranno la massima riduzione dei rifiuti destinati alle successive fasi indicate dall'ordine gerarchico e, in particolare, di quelli destinati alla valorizzazione energetica. Tale categoria di rifiuti sarà composta, pertanto, dai flussi relativamente ai quali non esiste attualmente un'alternativa.

Lo scopo ultimo del Piano regionale è di minimizzare il più possibile il ricorso all'ultima opzione posta dalla gerarchia, consistente nello smaltimento dei rifiuti in nessun modo recuperabili. A tal fine, sono previsti maggiori controlli sulle attività di conferimento in discarica, in particolar modo per quanto riguarda le analisi chimico-fisiche che accertando l'ammissibilità dei rifiuti.

Il Piano ricorda anche l'importanza del contrasto al fenomeno dell'abbandono dei rifiuti, evidenziando la necessità di aggiornare i piani di gestione dei rifiuti prodotti dalle navi e dei residui del carico, finalizzati a contribuire alla tutela dell'ecosistema marino.

Infine, il Piano regionale dispone nuovi criteri per l'individuazione delle aree idonee e non idonee alla localizzazione degli impianti di recupero e smaltimento dei rifiuti sul territorio regionale, di competenza delle Province.

Il progetto è stato sviluppato prevedendo modalità di gestione compatibili con gli obiettivi del Piano.

8.6.5. Piano d'Azione Ambientale Regionale

All'interno di un contesto europeo e nazionale volto alla tutela dell'ambiente e del territorio, il D.L. n. 4 del 16 gennaio 2008 ha imposto alle regioni di dotarsi “*di una complessiva strategia di sviluppo sostenibile che sia coerente e definisca il contributo alla realizzazione degli obiettivi della strategia nazionale. Le strategie regionali indicano, insieme al contributo della regione agli obiettivi nazionali, la strumentazione, le priorità, le azioni che si intendono intraprendere. In tale ambito le regioni assicurano unitarietà all'attività di pianificazione. Le regioni promuovono l'attività delle amministrazioni locali che, anche attraverso i processi di Agenda 21 locale, si dotano di strumenti strategici coerenti e capaci di portare un contributo alla realizzazione degli obiettivi della strategia regionale*”.

La Regione Sardegna, con Deliberazione della Giunta Regionale n. 56/52 del 29 dicembre 2009, ha adottato il Piano di Azione Ambientale Regionale (PAAR) 2009–2013 quale strumento di attuazione delle politiche ambientali, al fine di rendere unitarie ed efficaci le azioni adottate dalla Regione medesima. Con tale atto, la



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
421 di 1053

Regione mira a far convergere gli strumenti di programmazione dello sviluppo e quelli di governo del territorio, che trovano nel perseguimento della sostenibilità ambientale elemento di raccordo. Infatti, si tratta del primo Piano di tracciamento delle linee guida per il coordinamento di piani e programmi regionali del settore ambientale, che fornisce anche il supporto necessario al raggiungimento degli obiettivi ambientali disposti da tali atti di governo regionale.

Il PAAR individua quattro aree di azione prioritaria:

- Cambiamenti climatici;
- Natura, biodiversità e difesa del suolo;
- Ambiente e salute;
- Uso sostenibile delle risorse naturali e gestione dei rifiuti.

Tale impostazione ha condotto a definire sette macroazioni, tra le quali risultano di particolare interesse per il progetto qui proposto le seguenti:

- Macroazione B – Energia sostenibile (Area di azione prioritaria “Cambiamenti climatici”): il settore energetico sardo vede la prevalenza della fonte energetica termoelettrica, la quale è alimentata da prodotti petroliferi o da carbone. Di tale attività di produzione energetica è diretta conseguenza l'emissione di gas serra (e di anidride carbonica in particolar modo). Peraltro, in alcune aree industrializzate, come Portoscuso, Sarroch, Porto Torres e Sassari, la presenza di grossi impianti energetici determina il superamento dei valori limite di biossido di azoto (SO₂). Il PAAR, dunque, evidenzia la necessità di supportare l'obiettivo di incremento degli impianti da fonti rinnovabili, tra cui quelli eolici.
- Macroazione C – Gestione sostenibile del territorio (Area di azione prioritaria “Natura, biodiversità e difesa del suolo”), il cui obiettivo consiste nella valorizzazione delle risorse naturali, nella promozione della tutela della biodiversità e nella conservazione delle potenzialità produttive dei sistemi rurali. Ad esempio, viene citata la regolamentazione di tipo conservativo del suolo che risulta del tutto attinente alla proposta progettuale descritta dal presente elaborato, la quale, grazie all'utilizzo di fondazioni galleggianti, vede l'impianto eolico localizzato in mare a grandi distanze dalla costa e ciò anche ai fini di preservazione del suolo sardo.
- Macroazione D – Tutela della salute del cittadino (Area di azione prioritaria “Ambiente e salute”), relativamente alla quale sono molteplici gli strumenti utilizzabili, i quali vengono selezionati sulla base di un'approfondita conoscenza delle fonti inquinanti del territorio e che comprendono anche mezzi di prevenzione dell'inquinamento e misure di messa in sicurezza.
- Macroazione E – Gestione sostenibile dei rifiuti e bonifica dei siti inquinati (Area di azione prioritaria “Uso sostenibile delle risorse naturali e gestione dei rifiuti”): lo scopo principale, affinché possa ridursi al minimo la movimentazione dei rifiuti, consiste nell'indicare le attività e i fabbisogni degli impianti che sono necessari a garantire lo smaltimento dei rifiuti in luoghi vicini a quelli di produzione.

È evidente che gli obiettivi fissati dalla Regione Sardegna accolgono pienamente la realizzazione di un progetto come quello presentato dalla proponente, in quanto esso mira a garantire una produzione energetica pulita, contestualmente riducendo al minimo i potenziali impatti ambientali.

8.6.6. Piano Energetico e Ambientale della Regione Sardegna

Il Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna (P.E.A.R.S.) rappresenta il documento pianificatorio che governa, in condizioni dinamiche, lo sviluppo del sistema energetico regionale con il compito di individuare le scelte fondamentali in campo energetico sulla base delle direttive e delle linee di indirizzo definite dalla programmazione comunitaria e nazionale.

Il P.E.A.R.S. rappresenta un Documento Quadro, al quale contribuiscono i documenti stralcio già approvati costituiti da:



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:

C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:

Giugno 2024

Pagina

422 di 1053

- “Documento di indirizzo per migliorare l’efficienza energetica in Sardegna 2013-2020”;
- “Piano d’azione regionale per le energie rinnovabili”;
- “Studio sulle potenzialità energetiche delle biomasse in Sardegna”.

In particolare, il “Piano d’azione regionale per le energie rinnovabili” (2012) definisce degli indirizzi strategici per le azioni future da svolgere al fine di massimizzare i loro effetti per il raggiungimento degli obiettivi preposti.

Il progetto in esame risulta essere in coerenza con i seguenti indirizzi strategici per le azioni future del Piano d’Azione:

- Strategia 2, GENERAZIONE DIFFUSA: promozione della generazione diffusa e distribuita sul territorio dell’energia da fonte rinnovabile;
- Strategia 3, DIVERSIFICAZIONE DELLE FONTI: promozione della diversificazione delle fonti energetiche al fine sia di ottenere un mix energetico equilibrato tra le diverse fonti rinnovabili che di limitare gli effetti negativi della loro non programmabilità;
- Strategia 5, EOLICO: durante la redazione dei documenti di pianificazione energetica è emersa la necessità di compiere un’ulteriore ricognizione delle aree idonee all’installazione degli impianti eolici onshore all’interno di quanto previsto dalla legge regionale n. 3/2009, al fine di indirizzare gli operatori del mercato verso scelte funzionali agli obiettivi regionali di produzione di energia da fonte rinnovabile. Una volta compiuta la suddetta ricognizione si auspica di codificare, anche per via legislativa, un termine di riferimento quantitativo oltre il quale l’affollamento degli impianti è da ritenersi insostenibile dal punto di vista paesaggistico, del consumo del territorio e del grado di saturazione dell’infrastruttura di rete, oltre che non funzionale al raggiungimento degli obiettivi regionali;
- Strategia 8, EFFICIENZA ENERGETICA: gli scenari analizzati nel piano prevedono un obiettivo pari al 17,8% di produzione da fonte rinnovabile sui consumi finali lordi. Al fine di raggiungere gli obiettivi di scenario è ineludibile puntare non solo alla massimizzazione del numeratore della frazione obiettivo (O), ma anche alla riduzione sensibile del denominatore ossia i Consumi Finali Lordi (CFL).

Tali indirizzi sono tesi a creare un Sistema Complessivo di macro-azioni in cui tutte le azioni presenti e future trovano una loro collocazione razionale e concorrono in maniera calibrata e consapevole al raggiungimento degli obiettivi regionali di produzione di energia rinnovabile ed efficienza energetica.

Per il conseguimento di tali strategie, le linee di indirizzo del Piano Energetico Regionale ed Ambientale propongono i seguenti Obiettivi Generali (OG) e Specifici (OS):

- OG1: Trasformazione del sistema energetico Sardo verso una configurazione integrata e intelligente (Sardinian Smart Energy System):
 - OS1.1. Integrazione dei sistemi energetici elettrici, termici e della mobilità attraverso le tecnologie abilitanti dell’Information and Communication Technology (ICT);
 - OS1.2. Sviluppo e integrazione delle tecnologie di accumulo energetico;
 - OS1.3. Modernizzazione gestionale del sistema energetico;
 - OS1.4. Aumento della competitività del mercato energetico regionale e una sua completa integrazione nel mercato europeo dell’energia;
- OG2: Sicurezza energetica:
 - OS2.1. Aumento della flessibilità del sistema energetico elettrico;
 - OS2.2. Promozione della generazione distribuita da fonte rinnovabile destinata all’autoconsumo;
 - OS2.3. Metanizzazione della Regione Sardegna tramite l’utilizzo del Gas Naturale quale vettore energetico fossile di transizione;
 - OS2.4. Gestione della transizione energetica delle fonti fossili (Petrolio e Carbone);
 - OS2.5. Diversificazione nell’utilizzo delle fonti energetiche;
 - OS2.6. Utilizzo e valorizzazione delle risorse energetiche endogene;
- OG3: Aumento dell’efficienza e del risparmio energetico



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
423 di 1053

- OS3.1. Efficientamento energetico nel settore elettrico, termico e dei trasporti;
- OS3.2. Risparmio energetico nel settore elettrico termico e dei trasporti;
- OS3.3. Adeguamento e sviluppo di reti integrate ed intelligenti nel settore elettrico, termico e dei trasporti;
- OG4: Promozione della ricerca e della partecipazione attiva in campo energetico
 - OS4.1. Promozione della ricerca e dell'innovazione in campo energetico;
 - OS4.2. Potenziamento della "governance" del sistema energetico regionale;
 - OS4.3. Promozione della consapevolezza in campo energetico garantendo la partecipazione attiva alla attuazione delle scelte di piano;
 - OS4.4. Monitoraggio energetico;

La Giunta Regionale, con la Delibera n. 5/1 del 28/01/2016, ha adottato il nuovo P.E.A.R.S. 2015-2030. La sua adozione assume un'importanza strategica alla luce degli obiettivi che, a livello europeo, l'Italia è chiamata a perseguire entro il 2020 ed al 2030. Tali obiettivi riguardano la riduzione dei consumi energetici, la riduzione della CO₂ prodotta associata ai propri consumi e lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili, le quali, in base alla Direttiva 2009/28/CE, dovranno coprire il 17% dei consumi finali lordi nel 2020.

Il P.E.A.R.S., inoltre, concorre al raggiungimento degli impegni nazionali e comunitari in tema di risparmio ed efficientamento energetico, secondo una ripartizione di quote di competenza (Burden Sharing) stabilite nel Decreto MiSE del 15 marzo 2012; per la Sardegna è stato posto l'obiettivo di raggiungere nel 2020 una percentuale di consumi finali lordi soddisfatti da fonti energetiche rinnovabili pari al 17,8%, obiettivo che è stato altamente raggiunto già nel 2019 con una quota del 25,1%, come illustrato in Figura 8.103.

In conclusione, gli strumenti di programmazione energetica a livello comunitario, nazionale e regionale promuovono la diversificazione delle fonti energetiche e lo sviluppo della produzione di energia da fonti rinnovabili, privilegiando la loro installazione in aree industriali dismesse o difficilmente riutilizzabili.

Pertanto, il progetto oggetto del presente studio risulta coerente con tali strumenti e in particolare consente il conseguimento delle strategie regionali indicate nelle linee di indirizzo del Piano Energetico Regionale ed Ambientale negli Obiettivi Generali (OG) e Specifici (OS). Inoltre contribuisce alla soluzione delle annose problematiche energetiche motivo della perdurante crisi delle aree industriali del Sulcis.

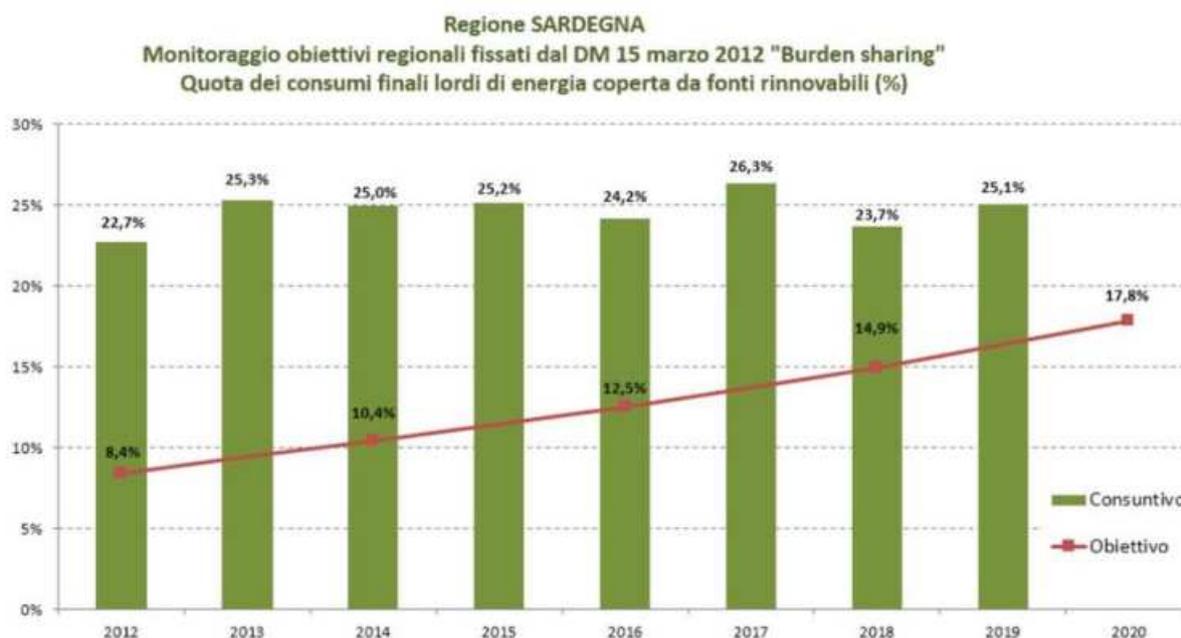


Figura 8.103 – Monitoraggio obiettivi regione Sardegna.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 424 di 1053

8.6.7. Piano di Sviluppo Regione Sardegna

Il Programma Regionale di Sviluppo della Regione Autonoma della Sardegna (PRS), ai sensi della LR 11/2006, persegue i seguenti obiettivi:

- determina le strategie e gli obiettivi generali e specifici che, nel periodo dell'intera legislatura, la Regione intende perseguire per lo sviluppo economico e sociale e definisce le principali linee progettuali che si intendono adottare per il conseguimento degli obiettivi nonché i risultati attesi;
- effettua una stima delle risorse disponibili, individuando le fonti di copertura per l'attuazione delle azioni previste;
- stabilisce le funzioni obiettivo con particolare riguardo all'esigenza di inquadrare le politiche regionali, sulle quali l'azione strategica dell'Amministrazione regionale trova riscontro nel bilancio regionale;
- individua le eventuali modifiche e integrazioni alla normativa vigente nonché gli ulteriori provvedimenti legislativi necessari all'attuazione del PRS.

Si tratta, nella sostanza, di una Strategia di sviluppo centrata su una comune struttura di obiettivi programmatici ai quali destinare le risorse finanziarie più idonee per il loro conseguimento. Si fa riferimento, in particolare, ai fondi strutturali comunitari (FESR, FSE, FEASR) e al relativo cofinanziamento nazionale (risorse dello Stato centrale e della Regione), del Fondo di Sviluppo e Coesione nazionale e delle principali leggi di finanziamento nazionale, ed infine delle risorse di fonte regionale.

In tale contesto, i diversi temi strategici richiedono in molti casi la predisposizione di Programmi di natura settoriale e talora di natura territoriale (contratti istituzionali di sviluppo).

La complessità delle diverse procedure e la diversa destinazione delle risorse per settore e territori richiede pertanto un'attenta pianificazione dei tempi e delle modalità procedurali di attuazione da parte del Centro decisionale della Regione. Da qui nasce l'esigenza di definire un PRS 2020-2024 che risulti puntuale nelle indicazioni della strategia di sviluppo da adottare e, al tempo stesso, flessibile sulla base delle risorse effettive che verranno assegnate, con il concorso di tutte le fonti finanziarie disponibili per lo sviluppo territoriale. Soltanto quando le risorse saranno puntualmente quantificate sarà possibile costruire il piano finanziario per l'attuazione degli interventi.

Con riferimento a questi aspetti, il PRS delinea l'insieme delle strategie programmatiche attraverso le quali la Regione intende raggiungere la crescita economica e lo sviluppo occupazionale

Di seguito, si riportano gli obiettivi e gli interventi previsti in merito al tema dell'energia pulita.

Tabella 8.10 – Obiettivi e interventi previsti per l'Energia pulita.

ENERGIA PULITA

Obiettivi

L'obiettivo è quello di perseguire la riduzione globale delle emissioni climalteranti in un quadro generale di ottimizzazione dell'uso dell'energia, di autoconsumo ed autosufficienza energetica quali fattori di sviluppo socio-economico e rilancio delle filiere produttive anche al fine di una riduzione dei costi energetici per gli utenti finali (civili e industriali).

Nell'ambito della Priorità programmatica Identità energetica, l'Amministrazione regionale intende perseguire le seguenti Strategie di Sviluppo:

- Autosufficienza energetica della Sardegna intesa come Sicurezza energetica;
- Transizione energetica verso gli obiettivi di decarbonizzazione;
- Energia pulita (solare ed eolico) in zone / territori non vocati per le produzioni agricole/pastorizia;
- Efficientamento energetico e mobilità sostenibile;
- Sostegno energetico delle fasce deboli;

Incentivazione e sviluppo delle reti intelligenti (smart grid).

Interventi



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
425 di 1053

L'Amministrazione regionale, per raggiungere l'obiettivo strategico, intende sostenere la realizzazione dei seguenti interventi:

- Autosufficienza energetica della Sardegna e produzione di energia pulita da solare ed eolico;
- Efficientamento energetico, mobilità sostenibile incentivazione e sviluppo delle reti intelligenti (smart grid).

Il progetto non è in contrasto con gli obiettivi previsti dal PRS e può incentivare azioni sinergiche tra pubblico e privato.

8.6.8. Piani Provinciali

Il Piano Urbanistico Provinciale/Piano Territoriale di Coordinamento, di seguito denominato PUP/PTC, rappresenta il principale strumento di pianificazione territoriale di competenza provinciale; quello preso in considerazione è quello dell'ex provincia Carbonia Iglesias, in assenza del Piano Provinciale dell'attuale provincia Sud Sardegna.

Il PUP/PTC è lo strumento che definisce gli obiettivi di assetto generale e di tutela del territorio e ha il compito di assicurare la coerenza degli interventi al Piano Paesaggistico Regionale, alle direttive e ai vincoli regionali. Inoltre, esso ha funzioni d'indirizzo e di coordinamento, in riferimento ad ambiti territoriali omogenei ed a specifici ambiti di competenza, costituendo il riferimento per il coordinamento e l'indirizzo della pianificazione urbanistica comunale.

I sistemi di coordinamento del territorio provinciale descrivono le linee guida, in coerenza con gli indirizzi e le scelte di politica territoriale espresse nel PUP/PTC, per la gestione dei servizi e delle risorse territoriali afferenti al sistema ambientale, al sistema insediativo e al patrimonio storico-culturale.

La tipologia di progetto da realizzare nell'area sud occidentale della Sardegna coinvolge, in particolare, il "sistema della gestione della risorsa energetica".

Per tale sistema di coordinamento, il Piano Urbanistico Provinciale assume i seguenti obiettivi per l'impostazione del tema dell'Energia:

- incrementare il risparmio e l'efficienza energetica complessiva del sistema territoriale;
- favorire il risparmio e la produzione energetica diffusa da fonti rinnovabili;
- incrementare la produzione energetica da fonti rinnovabili.

Il quadro delle strategie e delle relative azioni promosse nell'ambito del PUP/PTC si basa su tre principali indirizzi che implicano differenti modalità di indirizzo e di gestione dei processi territoriali da parte della Provincia:

- indirizzi e requisiti energetici per i PUC;
- piano di intervento per la promozione di fonti rinnovabili, del risparmio energetico e dell'uso razionale dell'energia (LR 9/2006, art. 21, comma 3, lett.a);
- promozione di accordi intercomunali per la realizzazione di impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili;

Il Piano di Intervento costituisce uno strumento preliminare alla formulazione di un piano di settore, che contiene e sistematizza il complesso di conoscenze e di azioni necessarie per la gestione delle competenze in materia di energia, basandosi sui seguenti obiettivi e strategie generali di intervento:

- maggiore efficienza e razionalità negli usi finali dell'energia;
- ricorso a modi innovativi, più puliti ed efficienti, di utilizzo e trasformazione dei combustibili fossili;
- incremento del ricorso alle fonti rinnovabili di energia;
- incremento della consapevolezza diffusa fra gli operatori socio-economici, soggetti gestori e cittadini, relativamente alle tematiche del risparmio energetico e delle potenzialità delle energie rinnovabili;
- sostegno ai processi di ricerca e di innovazione produttiva in materia di fonti rinnovabili.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 426 di 1053

Il Progetto, finalizzato alla fornitura di energia elettrica sostenibile, risulta essere in linea con i suddetti indirizzi.

8.6.9. Piani comunali

8.6.9.1. Configurazione con elettrodotto ibrido cavo/aereo

La seguente analisi vincolistica è riferita alla sola componente elettrodotto interrato 380 kV (RTN Terna) dal momento che la restante parte sarà descritta nelle sezioni dedicate alla configurazione con elettrodotto aereo.

Piano Urbanistico Comunale - Portoscuso

La gestione del territorio comunale di Portoscuso è affidata al Piano Urbanistico Comunale (PUC), strumento urbanistico che regola l'organizzazione del territorio, esercitando un controllo sulle nuove edificazioni e raggiungendo obiettivi di qualità paesaggistica e ambientale, così come richiesto dalle normative regionali, nazionali e comunitarie sovraordinate.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 428 di 1053

Al fine della caratterizzazione delle interferenze delle opere con la zonizzazione prevista dal PUC del Comune di Portoscuso, si ritiene opportuno evidenziare che le attività di costruzione saranno condotte adottando le migliori tecnologie/tecniche disponibili al fine di limitare la produzione di polveri e il conseguente rischio di contaminazione.

L'elettrodotto interrato 380 kV verrà posizionato al di sotto della sede stradale. Pertanto non ci sono particolari prescrizioni che vietino l'intervento.

Piano Urbanistico Comunale – Carbonia

Il Piano Urbanistico Comunale (PUC) di Carbonia, in adeguamento con il Piano Paesaggistico Regionale (PPR) e in conformità al Piano Assetto Idrogeologico (PAI), suddivide il territorio comunale in zone omogenee. L'elettrodotto interrato 380 kV è posizionato al di sotto della piattaforma stradale, pertanto non vi sono prescrizioni in contrasto nelle NTA del PUC di Carbonia.



Ichnusa wind power srl

ilStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
429 di 1053

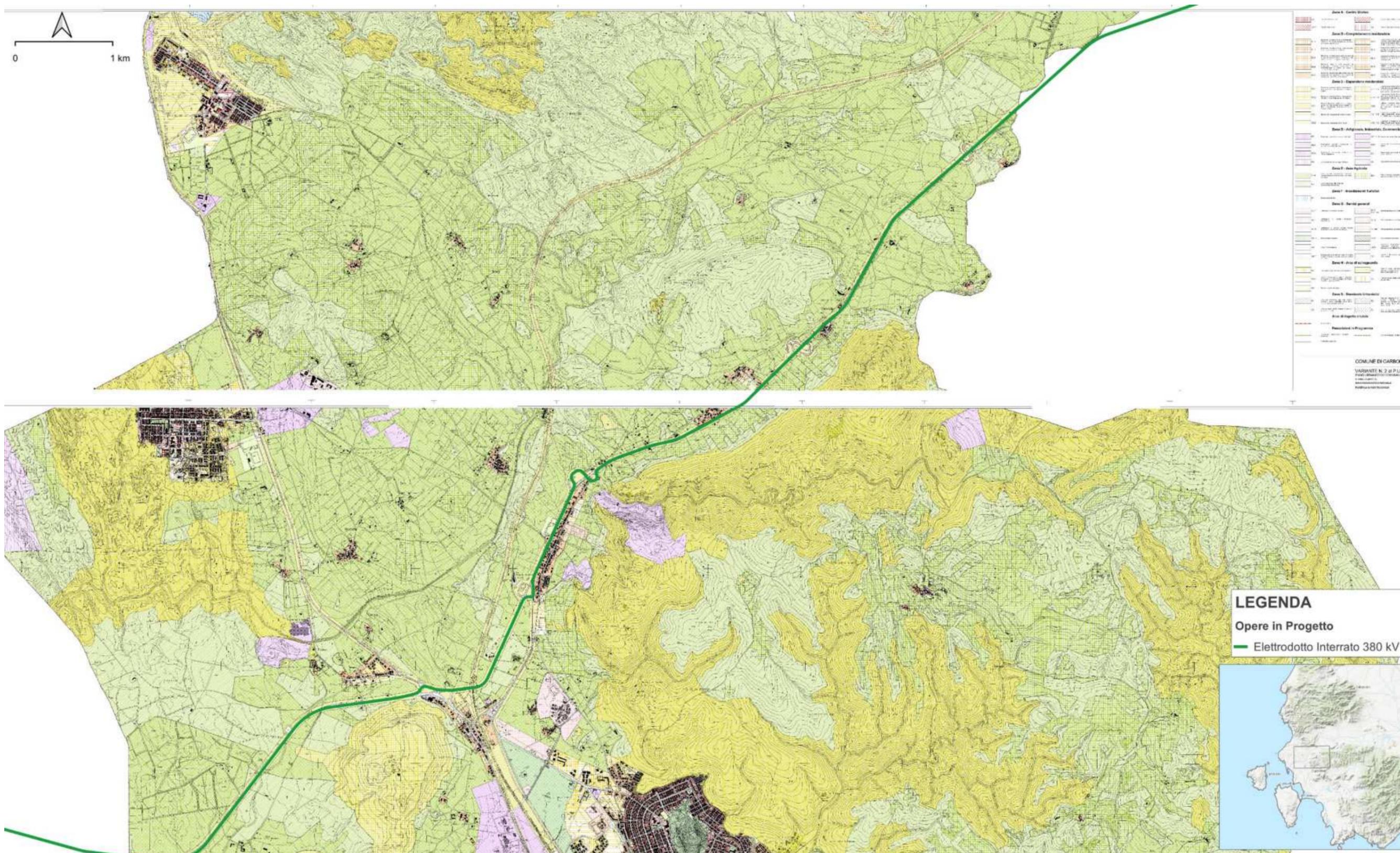


Figura 8.105 – PUC, Comune di Carbonia.
Elaborazione ilStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
430 di 1053

Piano Regolatore Generale – Iglesias

Il Piano Regolatore Generale (PRG) viene definito dalla legge n.1150/1942 come uno strumento di pianificazione urbanistica che ha lo scopo di regolamentare il settore edilizio, la destinazione d'uso delle aree e la loro zonizzazione, la definizione delle aree destinate a servizi pubblici, i vincoli da considerare e tutelare in aree di elevato pregio e gli eventuali permessi per sfruttamento edificatorio.

Secondo il Piano Regolatore Generale del comune di Iglesias, l'area di intervento ricade nell'area omogenea E (Aree agricole e silvo pastorali). Nella fattispecie, il PRG riporta all'art. 23 che:

"[...] L'indice fondiario massimo stabilito rispettivamente in:

c) 1.00 mc/mq per impianti di interesse pubblico quali cabine ENEL, centrali telefoniche, stazioni di ponti – radio ripetitori e simili, impianti strettamente connessi con la ricerca mineraria.

Le opere saranno di volta in volta autorizzate previa conforme deliberazione del Consiglio Comunale. [...]"

L'elettrodotto interrato, aereo e la stazione di transizione cavo/aereo rientrano nella zona omogenea E, pertanto il proponente terrà conto di tali prescrizioni. Per quanto riguarda l'elettrodotto interrato non ci sono prescrizioni che vietino la posa del cavo ergo, risulta in linea con il PRG.

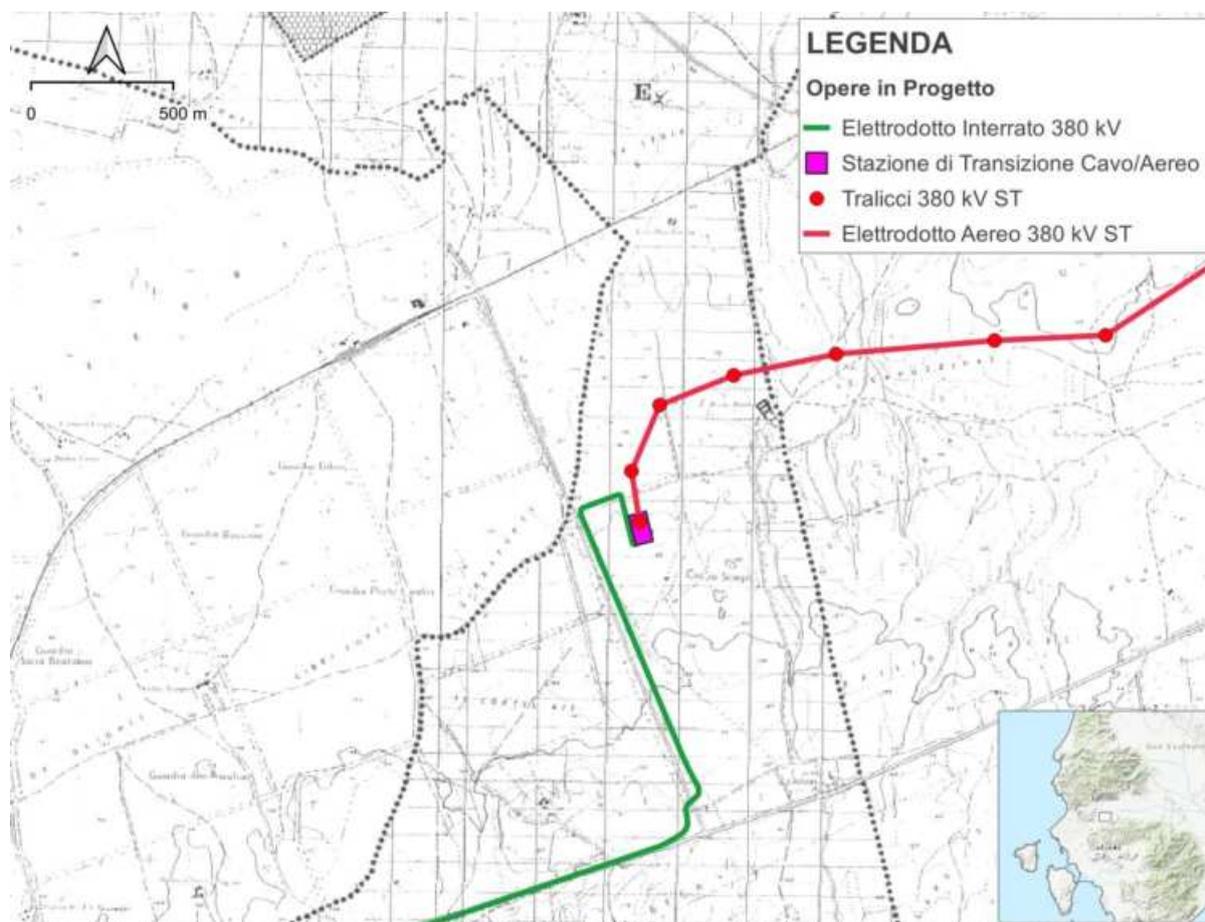


Figura 8.106 – PRG, Comune di Iglesias.

Elaborazione iLStudio.

8.6.9.2. Configurazione con elettrodotto aereo

Piano Urbanistico Comunale - Portoscuso

La gestione del territorio comunale di Portoscuso è affidata al Piano Urbanistico Comunale (PUC), strumento



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
431 di 1053

urbanistico che regola l'organizzazione del territorio, esercitando un controllo sulle nuove edificazioni e raggiungendo obiettivi di qualità paesaggistica e ambientale, così come richiesto dalle normative regionali, nazionali e comunitarie sovraordinate.

Nella zonizzazione effettuata dal PUC di Portoscuso, l'elettrodotto interrato, la sottostazione di trasformazione, misura e consegna "Sulcis" e parte dell'elettrodotto aereo ricadono all'interno delle seguenti zone omogenee:

- D1: D1_1: Insediamenti produttivi a carattere industriale – Agglomerato Industriale di Portovesme (nuova sezione 380kV della esistente stazione elettrica TERNA Sulcis, tralicci);
- H3_2: Zona di salvaguardia attorno all'Agglomerato industriale di Portovesme. Al suo interno è vietato qualsiasi tipo di intervento, ad eccezione della realizzazione di piccoli volumi legati ad impianti tecnologici o industriali non ubicabili al di fuori della fascia (sottostazione di trasformazione, misura e consegna, tralicci).
- E5**: Aree marginali per l'attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale, nelle quali è consentito il solo uso pascolo senza alcun tipo di lavorazione meccanica del terreno né possibilità edificatoria. Le porzioni di zona E5 classificate dal P.P.R. come aree naturali e sub naturali sono definite come aree marginali per attività agricole non permanenti e/o stanziali, appartenenti alle classi IV, V, VI, VII, VIII della capacità d'uso del suolo in cui prevalgono elementi di naturalità. Sono consentite le attività agricole e zootecniche non stanziali che non compromettano l'evoluzione degli elementi di naturalità. Gli interventi consentiti in queste porzioni di zona E5 sono quelli specificati negli Artt. 22 e 23 delle N.T.A. del P.P.R. (tralicci)

Di seguito si riportano alcune prescrizioni d'interesse al progetto in esame per la sottozona D1_1:

"[...] Il PUC detta inoltre alcune norme generali di carattere ambientale volte a garantire la compatibilità ambientale delle attività industriali e connesse con il territorio circostante, con la qualità dell'ambiente, la salvaguardia delle risorse naturali, le altre attività produttive e la salute pubblica.

1. *Tutte le operazioni di movimentazione (carico, scarico, e trasporto) di materiali (materie prime, prodotti, sottoprodotti e materie prime secondarie) e rifiuti sfusi polverulenti devono avvenire con mezzi ed impianti a tenuta stagna dove prescritto dalle BAT di riferimento, e comunque preferibilmente con sistemi chiusi e/o confinati, tali da impedire la fuoriuscita, anche parziale e/o accidentale della frazione fine. In ogni caso, deve essere garantita la qualità dell'aria ambiente lungo il perimetro dell'area di operatività, adottando idonei sistemi di abbattimento polveri, dimensionati anche attraverso studi modellistici previsionali, che dovranno essere verificati da un sistema di monitoraggio, in fase di esercizio, da concordarsi con gli Enti di controllo. Il deposito/stoccaggio temporaneo di materiali, come sopra definiti, e rifiuti sfusi polverulenti di volume superiore a 250 m³ devono avvenire in ambiente confinato." Al presente fine, si intendono:*

per temporanei:

a) i depositi/stoccaggi di materiali di durata non superiore a quella ordinariamente necessaria a garantire l'approvvigionamento dei processi produttivi a cui sono destinati o la commercializzazione;

b) i depositi/stoccaggi di rifiuti previsti dalla normativa vigente alle lettere D13, D14, D15, R12 e R13, rispettivamente degli Allegati B e C alla Parte Quarta del D.lgs. 152/06, nonché i depositi temporanei, così come dalla stessa individuati.

In assenza o nelle more di interventi di bonifica/messa in sicurezza la costruzione/trasformazione di manufatti, l'installazione di nuovi impianti e la rimodulazione/adequamento e rinnovamento di impianti esistenti è subordinata all'acquisizione delle autorizzazioni e/o nulla osta rilasciati da parte dell'Autorità competente nell'ambito dei procedimenti del SIN Sulcis Iglesiente Guspinese per le attività di bonifica/messa in sicurezza di siti inquinati, previsti dalla vigente normativa, relativi al lotto fondiario su cui insiste l'intervento. Tali autorizzazioni e/o nulla osta costituiscono condizione necessaria ed indispensabile per l'acquisizione di autorizzazioni, permessi, nulla-osta e pareri favorevoli da parte dell'Amministrazione Comunale. [...]" (NTA PUC Portoscuso).



Ichnusa wind power srl

iLStudio.

Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
432 di 1053

Inoltre:

“[...] L'acquisizione di autorizzazioni, permessi, nulla-osta e pareri favorevoli da parte dell'Amministrazione comunale relativa a nuovi insediamenti produttivi ed alla rimodulazione/adequamento e rinnovamento di impianti esistenti (ad esclusione della manutenzione straordinaria) è subordinata alla dimostrazione oggettiva della sostenibilità ambientale dello stesso, sulla base del criterio di accettabilità degli impatti cumulativi a carico delle matrici ambientali.

- a) *Per tutte le opere e/o impianti assoggettate a VIA e/o AIA, nell'ambito dell'iter autorizzativo previsto dalla vigente normativa di settore, dovrà essere dimostrata l'accettabilità degli impatti cumulativi con gli impianti esistenti. [...]”*

Per le opere sono previsti i seguenti parametri di edificazione:

- Indice fondiario rapporto tra superficie coperta e superficie del lotto uguale a 0.30 mq/mq ;
- Indice fondiario rapporto tra la superficie occupata da edificio o impianti a cielo e superficie del lotto uguale a 0.40 mq/mq;
- Distanza minima dai confini (Dc) = 8.00 m;
- Distanza minima tra i fabbricati (Df) = 10.00 m;
- Superficie minima lotto edificabile (S.m.l.) = 2500 mq.

Al fine della caratterizzazione delle interferenze delle opere con la zonizzazione prevista dal PUC del Comune di Portoscuso, si ritiene opportuno evidenziare che le attività di costruzione saranno condotte adottando le migliori tecnologie/tecniche disponibili al fine di limitare la produzione di polveri e il conseguente rischio di contaminazione.

Sulla base di quanto sopra descritto si ritiene che le opere in progetto non determinino un incremento delle criticità ambientali in ciascuna sottozona interessata.

Per quanto riguarda la zona H3_2, l'art.34 riporta:

“[...] INTERVENTI CONSENTITI: È consentita esclusivamente la realizzazione di piccoli volumi legati ad impianti tecnologici o industriali non ubicabili al di fuori della fascia. [...]”

L'area sopracitata è interessata dalla realizzazione di due tralicci, di conseguenza il volume di terreno occupato sarà di modesta entità.

La sottostazione di trasformazione, misura e consegna ricade in Zona H3_2-Zona di Salvaguardia ambientale.

Si tratta di una zona di tutela ambientale che circonda l'agglomerato industriale di Portovesme. Al suo interno è vietato qualsiasi tipo di intervento. A tal proposito, una volta rilasciata, l'AU costituirà variante urbanistica.

Infine, il progetto risulta in linea con le indicazioni del Piano.

TAVOLA 14A-Beni ex. Art. 142 bis Complesso archeologico S'imperacarta

La sottostazione di trasformazione, misura e consegna ricade all'interno del perimetro di tutela condizionata-beni ex tabella n.7 (Complesso archeologico S'imperacarta riportato in Figura 8.107) dove l'allegato 5 Normativa beni paesaggistici del PUC riporta:

“Zona di Tutela condizionata”

Non sono ammesse nuove costruzioni o ristrutturazioni che compromettano le caratteristiche di naturalità del contesto e dei luoghi complementari al bene. Non sono consentiti gli interventi che modifichino lo stato dei luoghi con piantumazioni arboree ex novo tali da compromettere le attuali visuali sceniche del bene. Non sono consentite attività agricole tali da compromettere la naturalità dei luoghi, ma è sempre consentito il pascolo. Dovranno essere mantenuti e valorizzati tutti i caratteri storico tradizionali e naturalistici: in particolare è prescritta la valorizzazione e la conservazione delle recinzioni storiche. Le eventuali nuove sistemazioni a terra (stradelli, viali, etc.) dovranno avere caratteri di semplicità, con materiali ed essenze arboree di tipo locale, e in ogni caso dovranno essere adeguati o riutilizzati in via prioritaria i tracciati eventualmente già esistenti. Non



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 433 di 1053

è in alcun modo consentita l'installazione di cartellonistica pubblicitaria, ma è consentito l'inserimento di segnaletica e/o di altri sistemi informativi e didattici attinenti al bene stesso purché di proporzionate dimensioni e che non pregiudichino né le visuali verso il bene né quelle verso il paesaggio circostante, prediligendo localizzazioni ai margini dell'area. Sono sempre ammessi piani, programmi e progetti coordinati di tutela, valorizzazione e riassetto paesaggistico autorizzati dagli enti preposti alla tutela del bene e del paesaggio. Sono ammessi eventuali interventi relativi a opere pubbliche di difesa del suolo, di irrigazione o reti di distribuzione nei casi in cui risulti che la collocazione più idonea debba indispensabilmente gravare sull'area. Sono consentite opere edili minori aventi il fine di rendere possibile al pubblico l'accessibilità, la fruizione e il godimento del bene stesso, senza alterare la qualità naturale e ambientale del paesaggio in cui il bene si trova inserito. Tali opere devono essere di disegno semplice ed essenziale, e devono essere privilegiati materiali naturali locali. Con riferimento agli impianti eolici esistenti (generatori, torri, fondazioni, piazzole e viabilità di accesso) sono consentite unicamente opere di manutenzione ordinaria e straordinaria. L'eventuale demolizione o dismissione dell'impianto e delle infrastrutture di accesso comporta l'obbligo del ripristino integrale dei valori naturalistici e paesaggistici. Gli eventuali sistemi di illuminazione pubblica e di trasporto dell'energia elettrica devono essere rispettosi del paesaggio e del territorio, privilegiando in ogni caso soluzioni che prevedano l'interramento dei cavi o delle tubazioni."



Ichnusa wind power srl

ilStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
434 di 1053

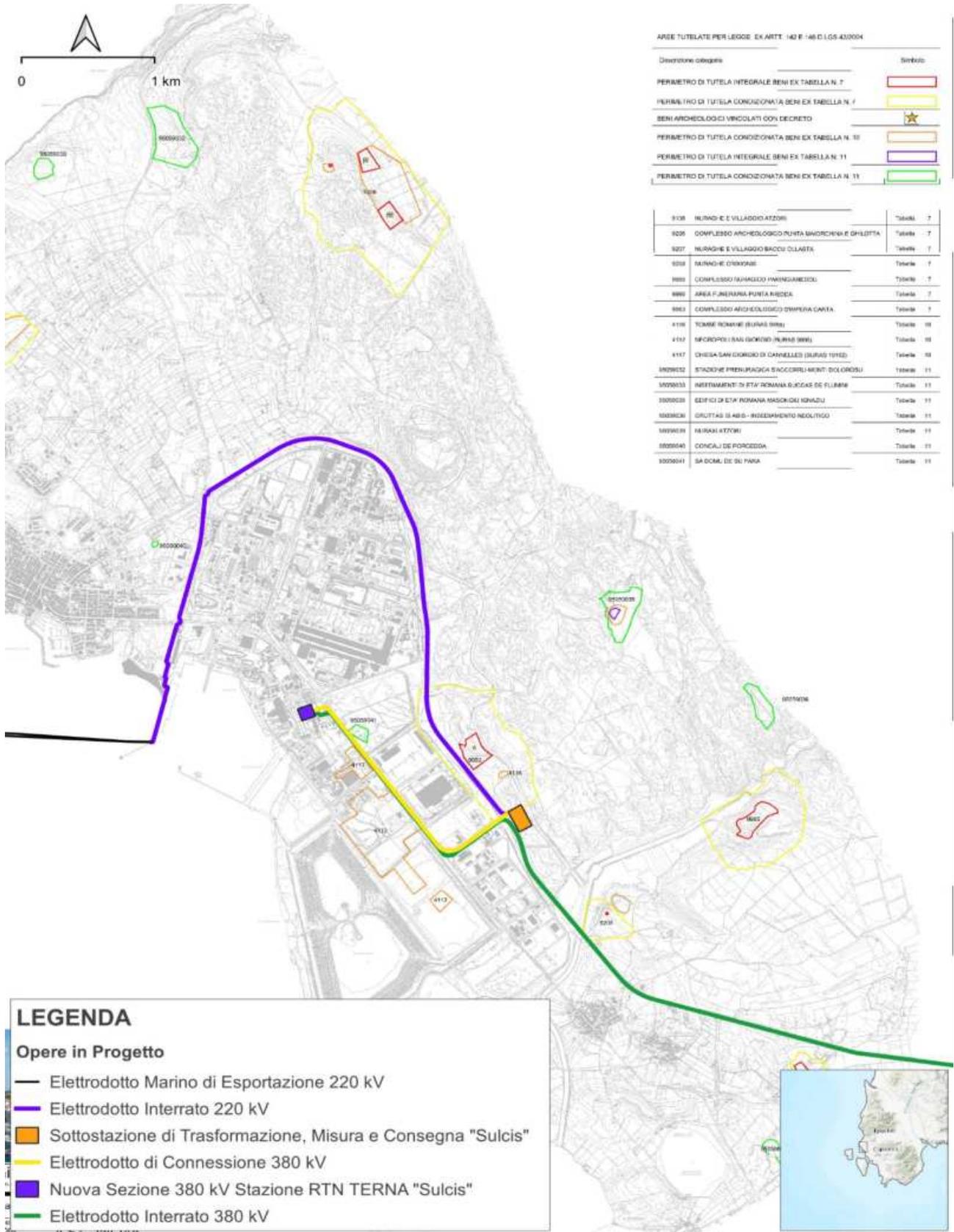


Figura 8.107 – Beni ex. art. 142 bis, PUC comune Portoscuso.

Elaborazione ilStudio.

Sempre la sottostazione di trasformazione, misura e consegna ricade, secondo il PUC, in zone vincolate e



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
435 di 1053

sottoposte a tutela - Assetto Storico Culturale (ex. art. 136 D.lgs. n° 42/2004). In particolare, ricade all'interno della zona di tutela condizionata di Fortificazioni regio esercito e Wehrmacht (color giallo, l'area di tutela condizionata comprende gli edifici immediatamente circostanti che hanno una connessione, visiva o di contesto, con il bene tutelato).

L'allegato 5 "NORMATIVA BENI PAESAGGISTICI - IDENTITARI E PER LE AREE ARCHEOLOGICHE DI POTENZIALE INTERESSE PAESAGGISTICO" del PUC Portoscuso 2019 riporta:

"Non sono ammesse nuove costruzioni o ristrutturazioni che compromettano le caratteristiche di naturalità del contesto e dei luoghi complementari al bene. Non sono consentiti gli interventi che modifichino lo stato dei luoghi con piantumazioni arboree ex novo tali da compromettere le attuali visuali sceniche del bene. [...]"

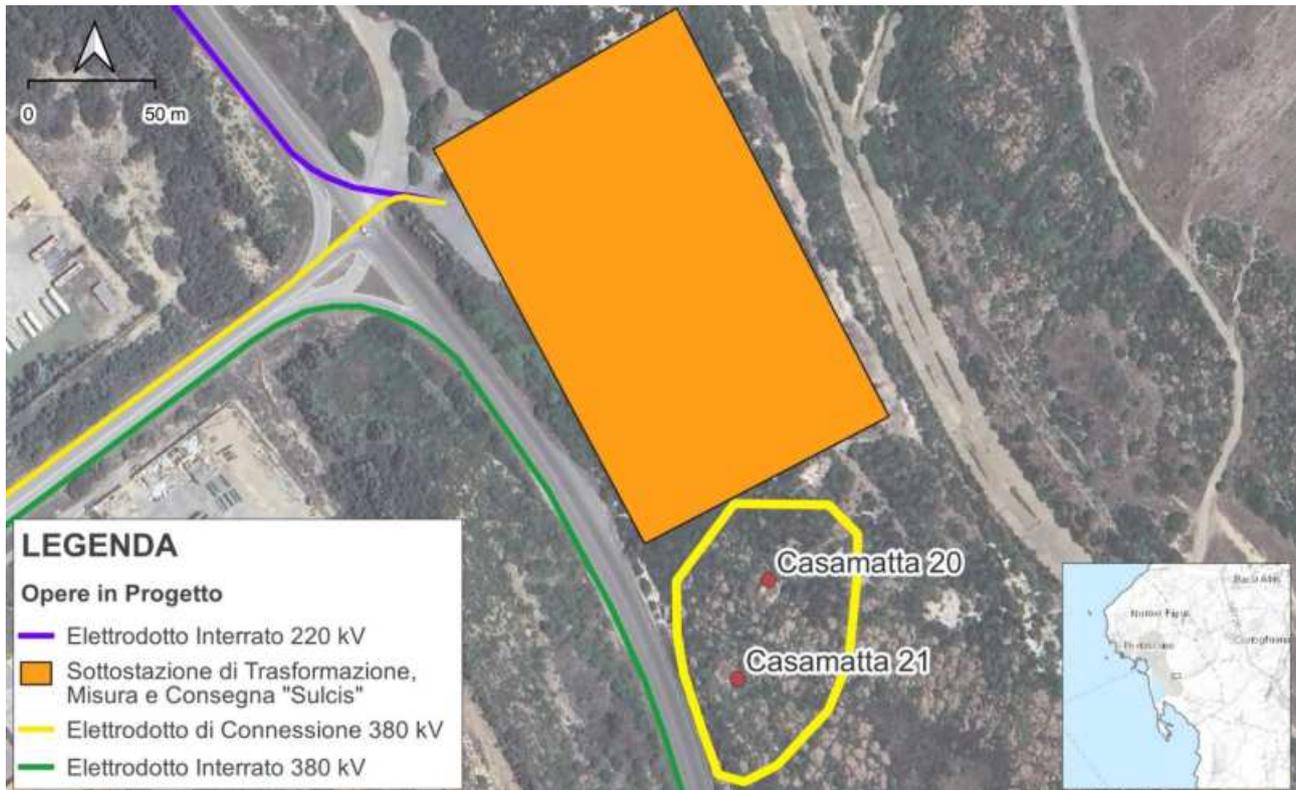


Figura 8.108 – Beni ex. art. 136 D.lgs. n° 42/2004, PUC comune Portoscuso.

L'area ove avverrà l'installazione della sottostazione di trasformazione, misura e consegna era destinata come deposito per il Consorzio Industriale Sulcis-Iglesiente ed è un'area parzialmente antropizzata. Il design della sottostazione richiamerà l'architettura, la forma, i colori e i materiali tipici del territorio sardo. Infatti, la sottostazione avrà la forma di un nuraghe per un miglior inserimento nel contesto paesaggistico sardo e valorizzerà la zona circostante, una zona industrializzata. Infine il progetto non è in contrasto con le prescrizioni in quanto non comprometterà le caratteristiche di naturalità del contesto e dei luoghi ma le valorizzerà.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
437 di 1053

Piano Urbanistico Comunale – Gonnese

Il Piano Urbanistico Comunale (PUC) di Gonnese, in adeguamento con il Piano Paesaggistico Regionale (PPR) e in conformità al Piano Assetto Idrogeologico (PAI), suddivide il territorio comunale in zone omogenee.

L'elettrodotto aereo attraversa le seguenti zone (Figura 8.110):

- D.1.1: sottozona della zona D (artigianale), destinata ad attività industriali minerarie già esistenti;
- E3: aree agricole, caratterizzate da un elevato frazionamento fondiario, contemporaneamente utilizzabili per scopi agricolo-produttivi e per scopi residenziali;
- E5: aree marginali per attività agricola, nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale.

L'art. 16 "Norme edilizie di carattere generale per le zone agricole" delle Norme Tecniche di Attuazione del PUC di Gonnese riporta:

"[...] IMPIANTI DI INTERESSE PUBBLICO: Per gli impianti di interesse pubblico quali cabine ENEL, centrali telefoniche, serbatoi e ripartitori di acquedotti, impianti di depurazione, stazioni di ponti radio, ripetitori e simili, costruibili dietro autorizzazione e previa conforme deliberazione del Consiglio Comunale, l'indice di fabbricabilità fondiario non potrà superare 1.00 mc/mq. [...]"

Nella zona Agricola del Comune di Gonnese rientra parte dell'elettrodotto aereo in singola terna; il progetto è stato sviluppato in coerenza con le indicazioni del Piano.

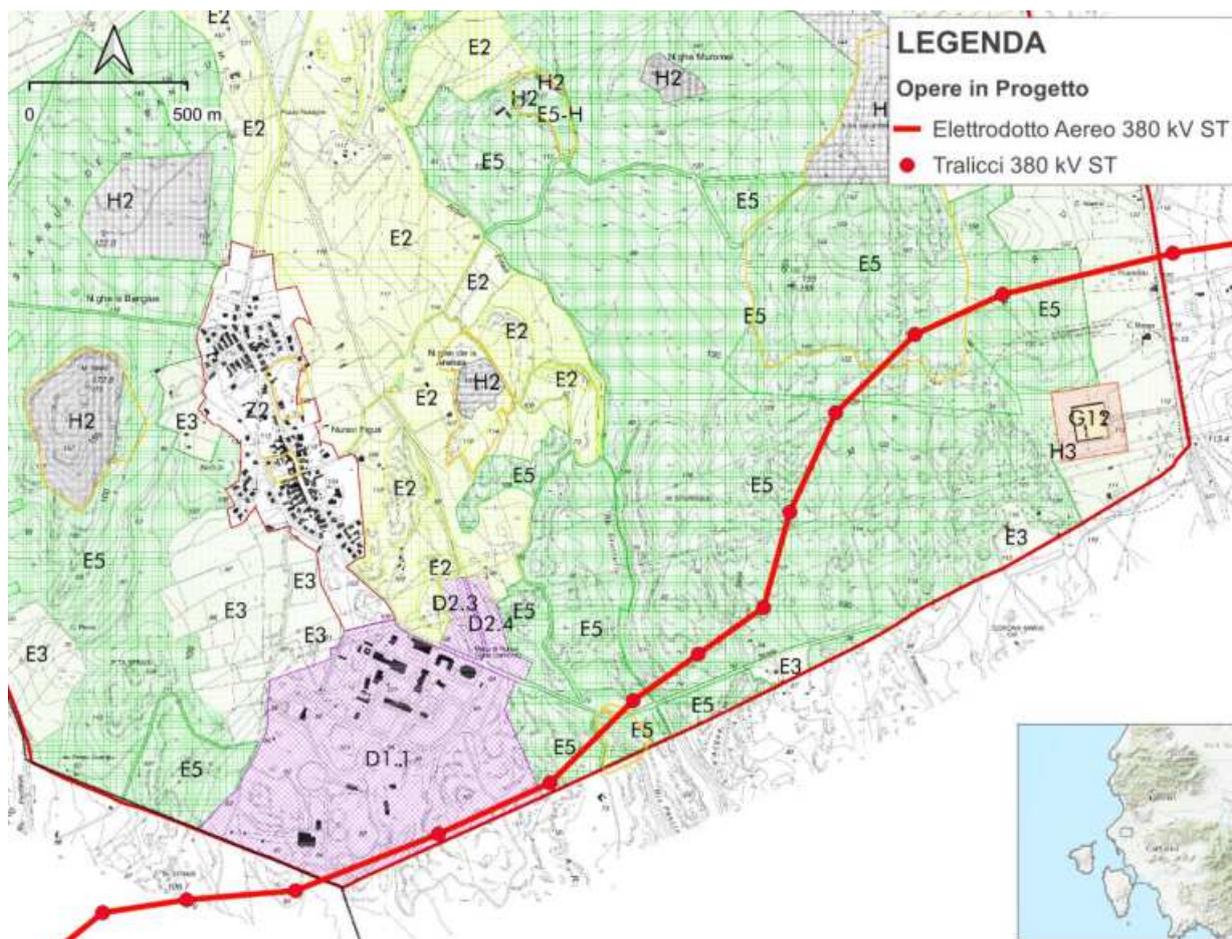


Figura 8.110 – PUC, Comune di Gonnese.

Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
438 di 1053

Il Piano Urbanistico Comunale – Carbonia

Il Piano Urbanistico Comunale (PUC) di Carbonia, in adeguamento con il Piano Paesaggistico Regionale (PPR) e in conformità al Piano Assetto Idrogeologico (PAI), suddivide il territorio comunale in zone omogenee. L'elettrodotto aereo attraversa la zona agricola (zona E) e, in particolare, le sottozone:

- E2ab: Aree di primaria importanza per la funzione agricolo produttiva in terreni irrigui” (es.: seminativi, erbai) e in terreni non irrigui” (es.: seminativi in asciutto, erbai autunno-vernini, colture oleaginose)

E2c: Aree di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva anche in funzione di supporto alle attività zootecniche tradizionali in aree a bassa marginalità (es.: colture foraggiere, seminativi anche erborati, colture legnose non tipiche e non specializzate);

- E5: Aree marginali per attività agricole (prevalentemente boschive).

L'art.10 del PUC di Carbonia riporta:

“[...] IMPIANTI DI INTERESSE PUBBLICO: Per gli impianti di interesse pubblico quali cabine ENEL, centrali telefoniche, serbatoi e ripartitori di acquedotti, impianti di depurazione, stazioni di ponti radio, ripetitori e simili, costruibili dietro autorizzazione e previa conforme deliberazione del Consiglio Comunale, l'indice di fabbricabilità fondiario non potrà superare 1.00 mc/mq. [...]”

Nella zona Agricola del Comune di Carbonia rientra parte dell'elettrodotto aereo 380 kV in singola terna; il progetto è stato sviluppato in coerenza con le indicazioni del Piano.



Ichnusa wind power srl

ilStudio.
Engineering & Consulting Studio

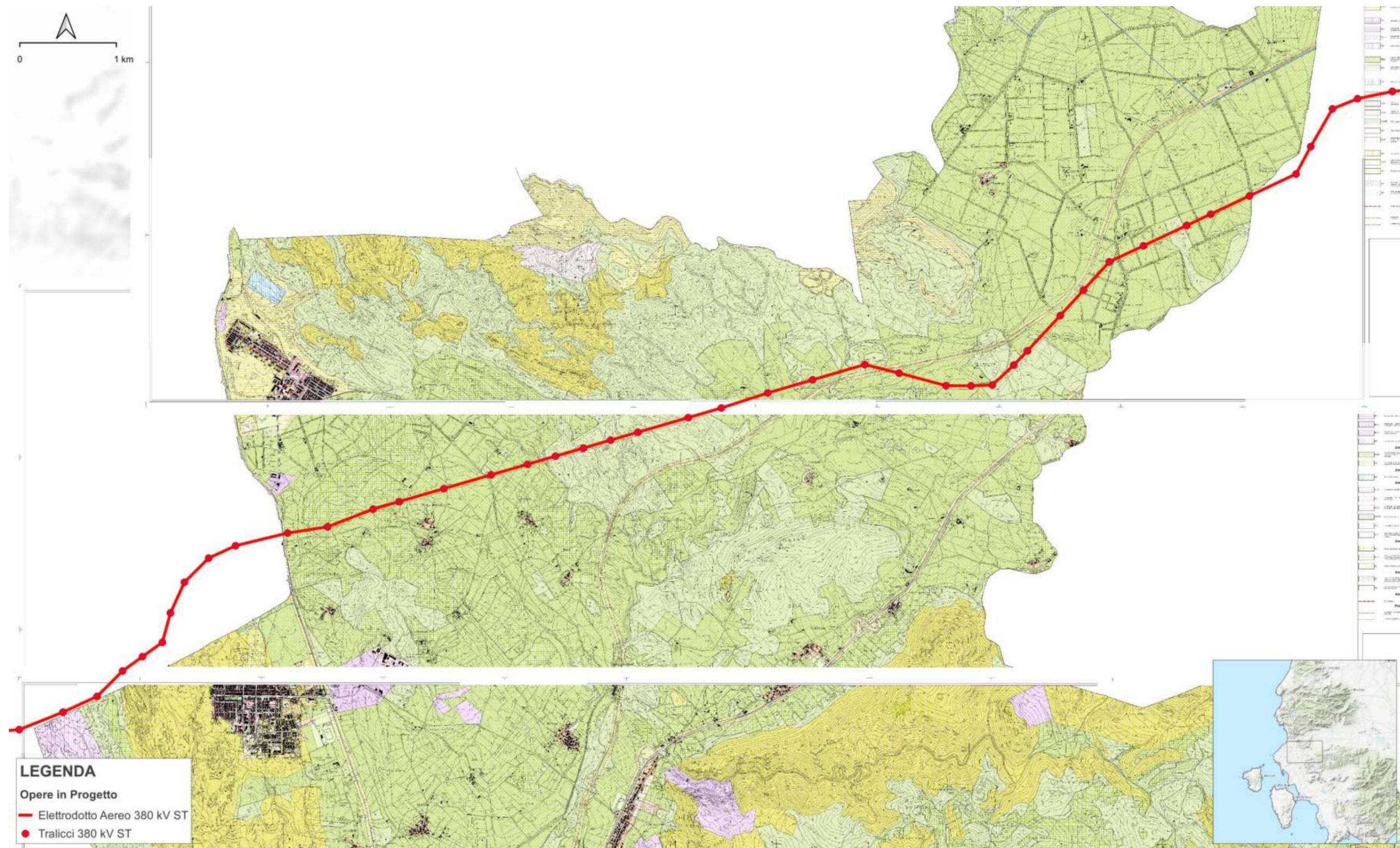


Figura 8.111 – PUC, Comune di Carbonia.
Elaborazione ilStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
440 di 1053

Piano Urbanistico Comunale – Villamassargia

Il Piano Urbanistico Comunale (PUC) di Villamassargia suddivide il territorio comunale in zone omogenee.

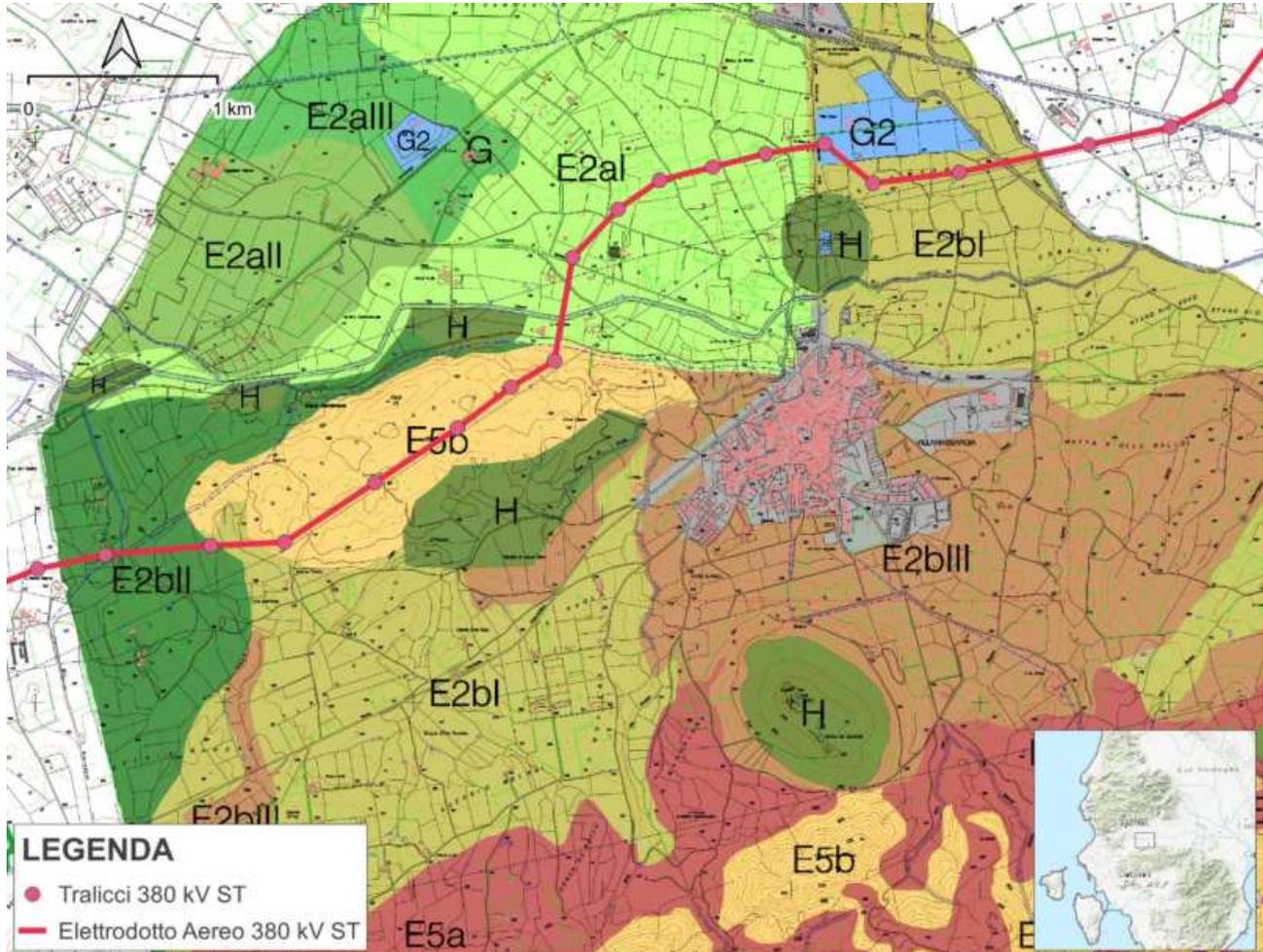


Figura 8.112 – PUC, Comune di Villamassargia

Elaborazione iLStudio.

L'elettrodotto aereo attraversa le seguenti zone:

- E2aI: aree di primaria importanza per la funzione agricola produttiva, caratterizzate dalla presenza degli impianti irrigui consortili;
- E2bI: aree di primaria importanza per la funzione agricola produttiva;
- E2bII: aree di primaria importanza per la funzione agricola produttiva, in cui è consentita la presenza degli impianti agro-industriali;
- E5b: aree marginali per ogni tipo di attività, fatta salva la tutela e la ricostituzione ambientale;
- G2: attrezzature pubbliche di interesse generale, in particolare le attrezzature assistenziali di importanza comunale o sub-provinciale.

Il PUC non dà indicazioni in merito alla realizzazione di elettrodotti aerei, pertanto, il progetto proposto è compatibile con il piano.

Piano Urbanistico Comunale – Musei

Il Piano Urbanistico Comunale (PUC) di Musei suddivide il territorio comunale in zone omogenee. L'elettrodotto



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
441 di 1053

aereo attraversa la zona agricola E.

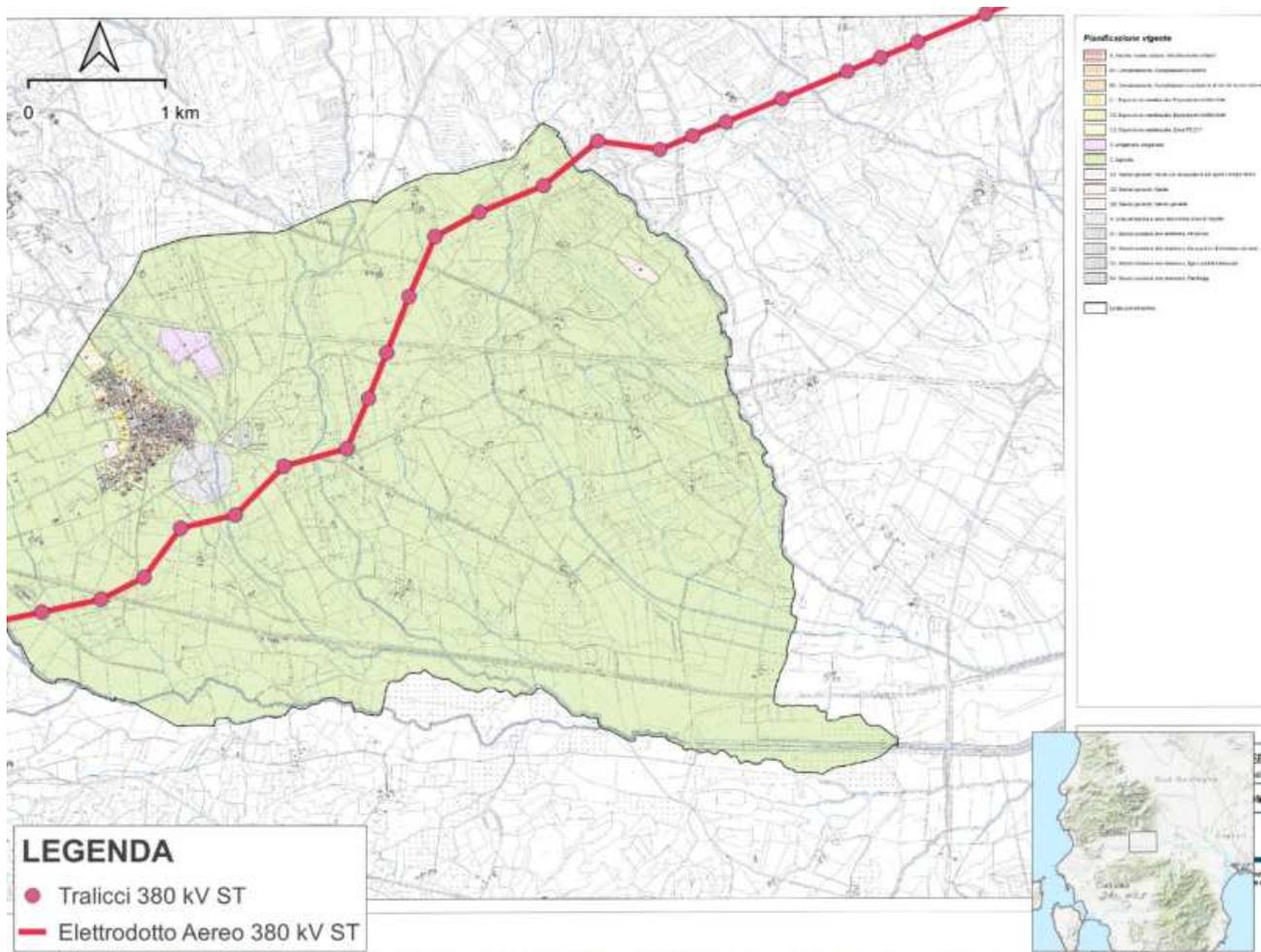


Figura 8.113 – PUC, Comune di Musei.

Elaborazione iLStudio.

L'art. 21.3.2. delle N.T.A. del PUC del Comune di Musei riporta gli interventi ammessi nelle zone agricole, tra cui ricade anche l'elettrodotto aereo. Infatti, il Piano ammette “[...] attrezzature e impianti di carattere particolare che per le loro caratteristiche non possono essere ubicate in altre zone omogenee, quali cabine Enel, telefoniche, impianti radio, etc. [...]” e, pertanto, il progetto proposto è compatibile con quanto previsto.

Piano Urbanistico Comunale – Siliqua

Il Piano Urbanistico Comunale di Siliqua riporta una zonizzazione del territorio comunale, secondo la quale l'area del progetto interseca la zona E2, ossia la zona agricola principale.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
442 di 1053

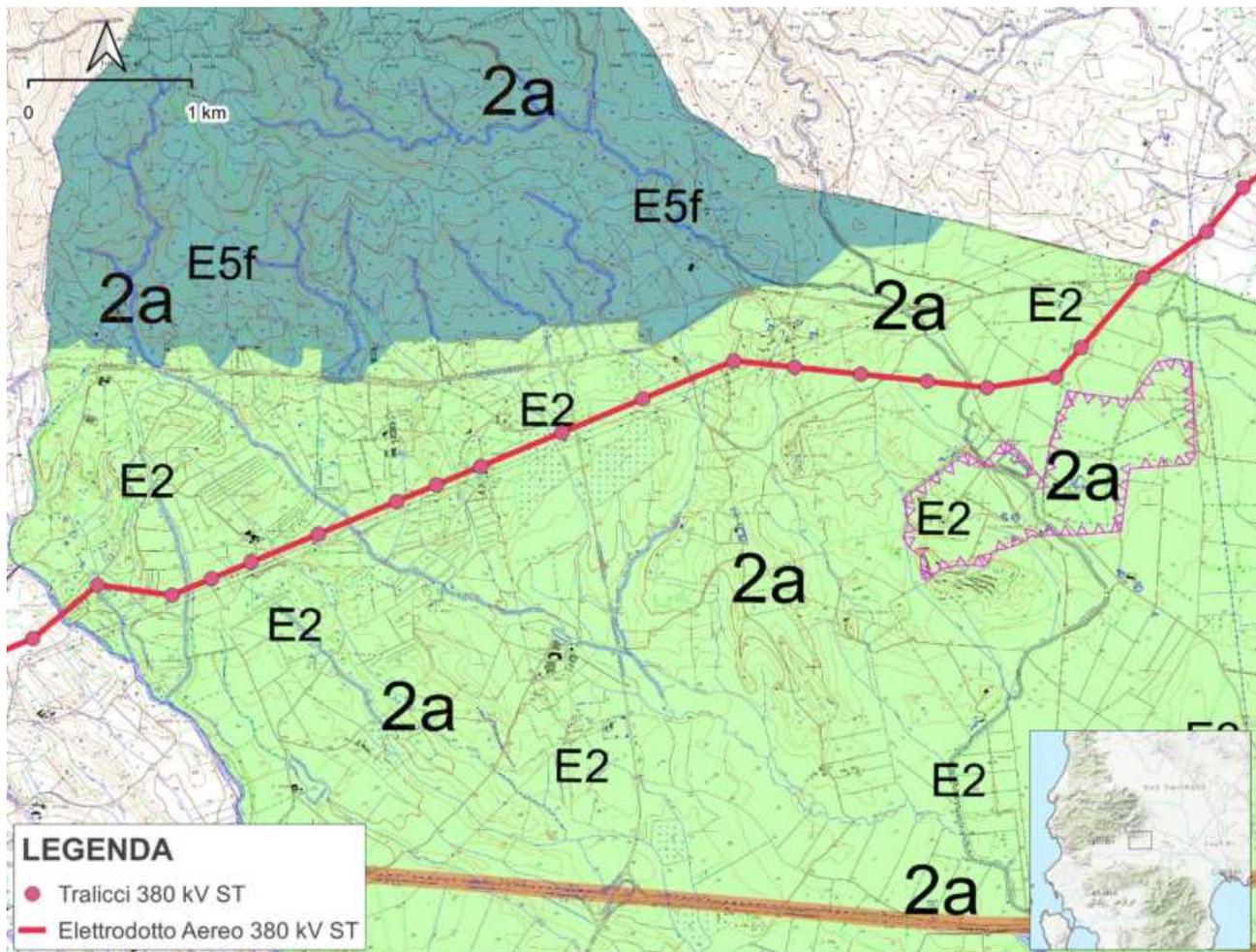


Figura 8.114 – PUC, Comune di Siliqua.

Elaborazione iLStudio.

In tali zone il PUC contiene prescrizioni incompatibili con il progetto. In particolare, l'art. 25 dispone: “[...] Criteri per l'edificazione nelle zone agricole (art.3 del D.P.GR. n. 228 del 03.08.1994 e art.4 del D.A. n°2266/u 1983 1. Entro il territorio del Comune di Siliqua sono ammessi i seguenti indici massimi di edificabilità relativi alle strutture sotto indicate:

f) impianti di interesse pubblico quali cabine ENEL, centrali telefoniche, stazioni di ponti radio, ripetitori e simili. - Indice di edificabilità 1.00 mc/mq. [...]”

Parte dell'elettrodotto aereo 380 kV in singola terna rientra nella zona Agricola del Comune di Siliqua; il progetto è stato sviluppato in coerenza con le indicazioni del Piano.

Piano Urbanistico Comunale – Decimoputzu

Secondo la zonizzazione del Piano Urbanistico Comunale di Decimoputzu, l'area di intervento ricade nella zona E5 (Aree marginali per l'attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale).

Secondo quanto riportato nell'art. 13 delle Norme di Attuazione, in zona E “sono ammessi i fabbricati ed impianti di interesse pubblico quali cabine ENEL, centrali telefoniche, stazioni di ponti radio, ripetitore e simili, con deliberazione del Consiglio comunale. Gli indici massimi da applicare sono 1.00 mc/mq per i fabbricati”.

Nella zona Agricola del Comune di Decimoputzu rientra parte dell'elettrodotto aereo 380 kV in singola terna; il progetto è stato sviluppato in coerenza con le indicazioni del Piano.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
443 di 1053

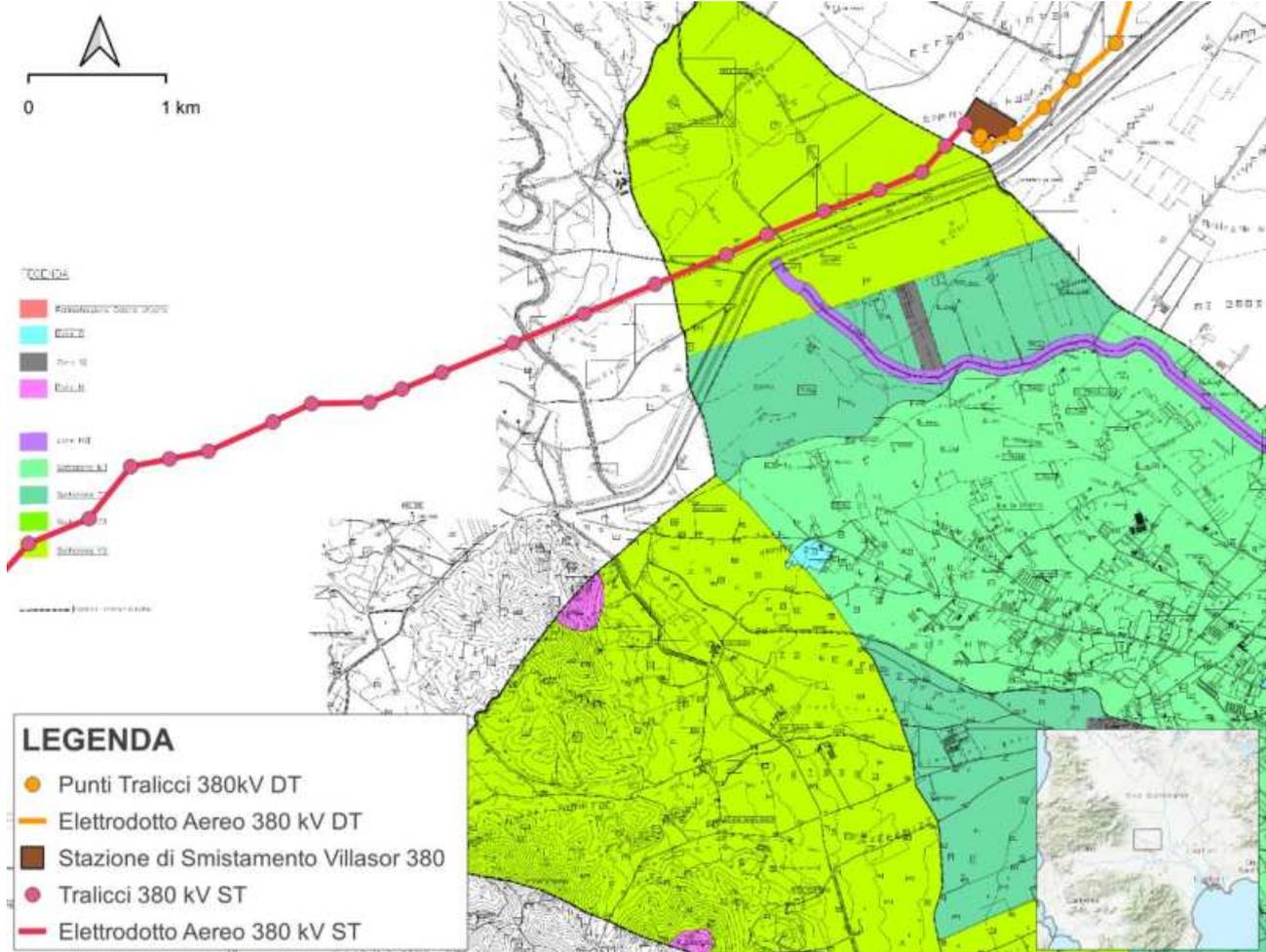


Figura 8.115 – PUC, comune di Decimoputzu.

Elaborazione iLStudio.

Piano Urbanistico Comunale - Vallermosa

Secondo la zonizzazione del Piano Urbanistico Comunale di Vallermosa, l'area del progetto interseca la zona E2, di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva in relazione all'estensione, composizione e localizzazione dei terreni, ma che non contempla delle prescrizioni che vanno in contrasto con il progetto.



Ichnusa wind power srl

ilStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
444 di 1053

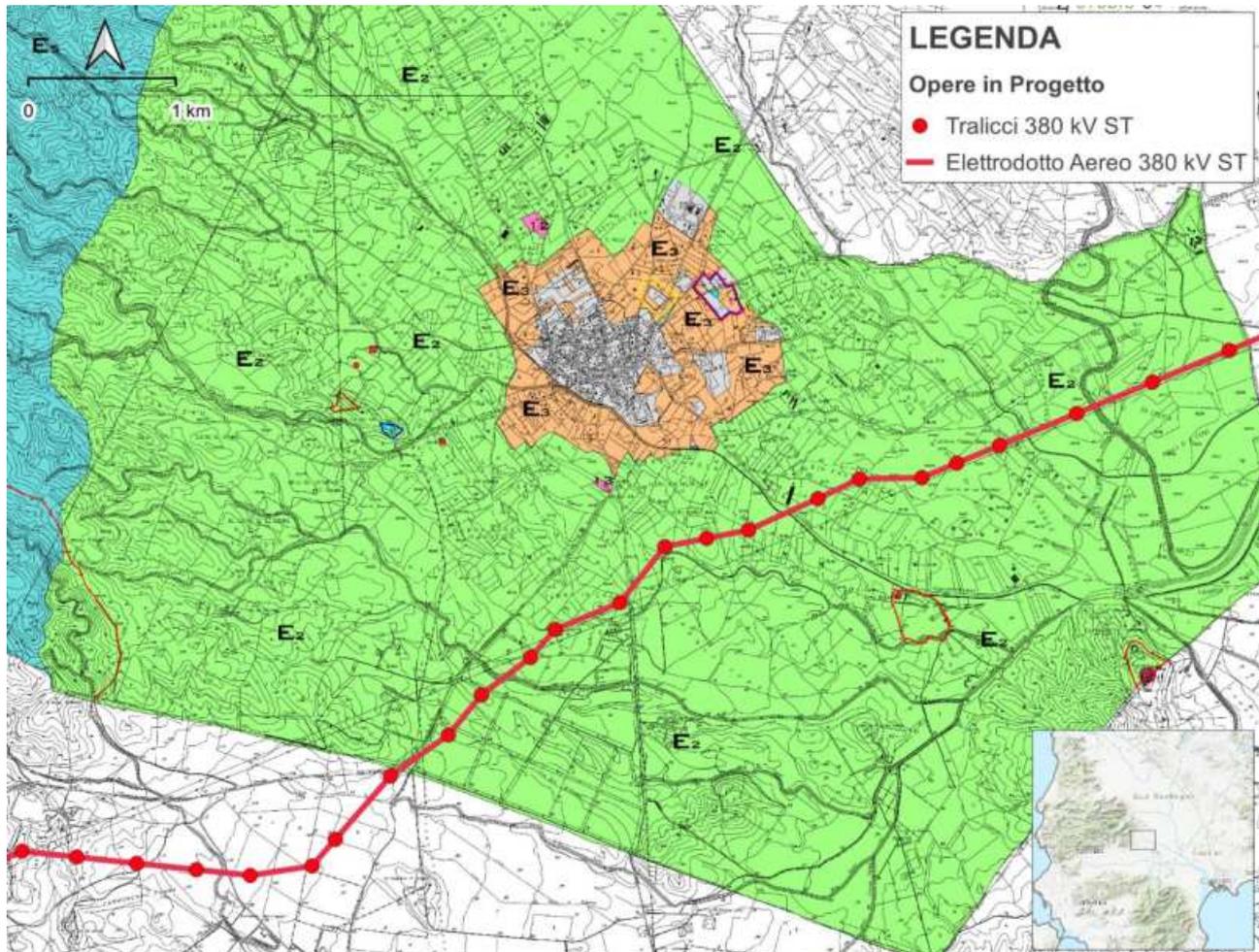


Figura 8.116 – PUC, Comune di Vallermosa.

Elaborazione ilStudio.

L'articolo art.8 del NTA del PUC del comune di Vallermosa riporta:

"[...] Fermo restando che qualsiasi intervento proposto deve essere supportato da una relazione sottoscritta da un tecnico abilitato che ne dimostri la compatibilità con le caratteristiche della sottozona interessata, in generale in tutte le sottozone sono ammessi i seguenti tipi di costruzione:

f) fabbricati ed impianti di interesse pubblico quali cabine ENEL, centrali telefoniche, stazioni di ponti radio, ripetitori e simili, con deliberazione del Consiglio Comunale; Gli indici massimi da applicare sono 1.00 mc/mq per i fabbricati. [...]"

Parte dell'elettrodotto aereo 380 kV in singola terna rientra nella zona E2 del Comune di Vallermosa; il progetto è stato sviluppato in coerenza con le indicazioni del Piano.

Piano Urbanistico Comunale – Nuraminis

L'area di intervento, ai sensi delle NTA del PUC del comune di Nuraminis, ricade nella zona E2, aree di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva, anche in relazione all'estensione, composizione e localizzazione dei terreni.

Secondo quanto riportato dall'art. 4.4.4, in tutte le zone agricole è ammessa la costruzione, la ricostruzione e l'ampliamento di reti tecnologiche; in particolare, gli interventi riguardanti linee ed impianti elettrici sono soggetti al rispetto della legislazione vigente in materia, DPCM 23/4/1992 e LR 43/89.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
445 di 1053

Il progetto è stato sviluppato in coerenza con le indicazioni del Piano.

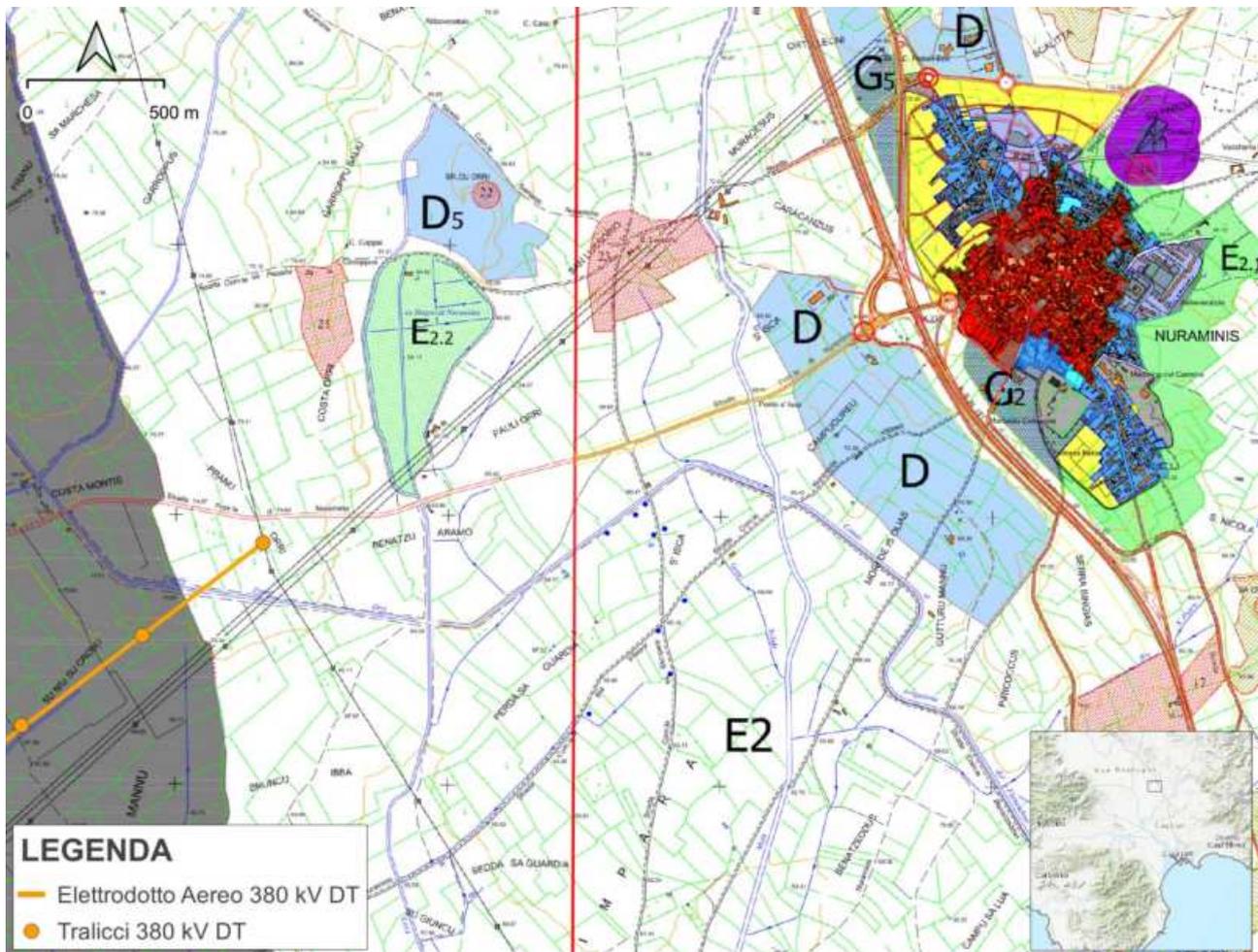


Figura 8.117 – PUC comune di Nuraminis.

Elaborazione iLStudio.

Piano Urbanistico Comunale – Serramanna

L'area di intervento, secondo il PUC di Serramanna, ricade nella zona E (agricola). Le Norme Tecniche di Attuazione del PUC ammettono la realizzazione di impianti di interesse pubblico quali “[...] cabine ENEL, centrali telefoniche, stazioni di ponti radio, ripetitori e simili, autorizzati di volta in volta con delibera comunale, con indice massimo pari a 1.00 mc/mq [...]”.

Il progetto è quindi compatibile con le indicazioni del Piano Urbanistico Comunale.



Ichnusa wind power srl

ilStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
446 di 1053

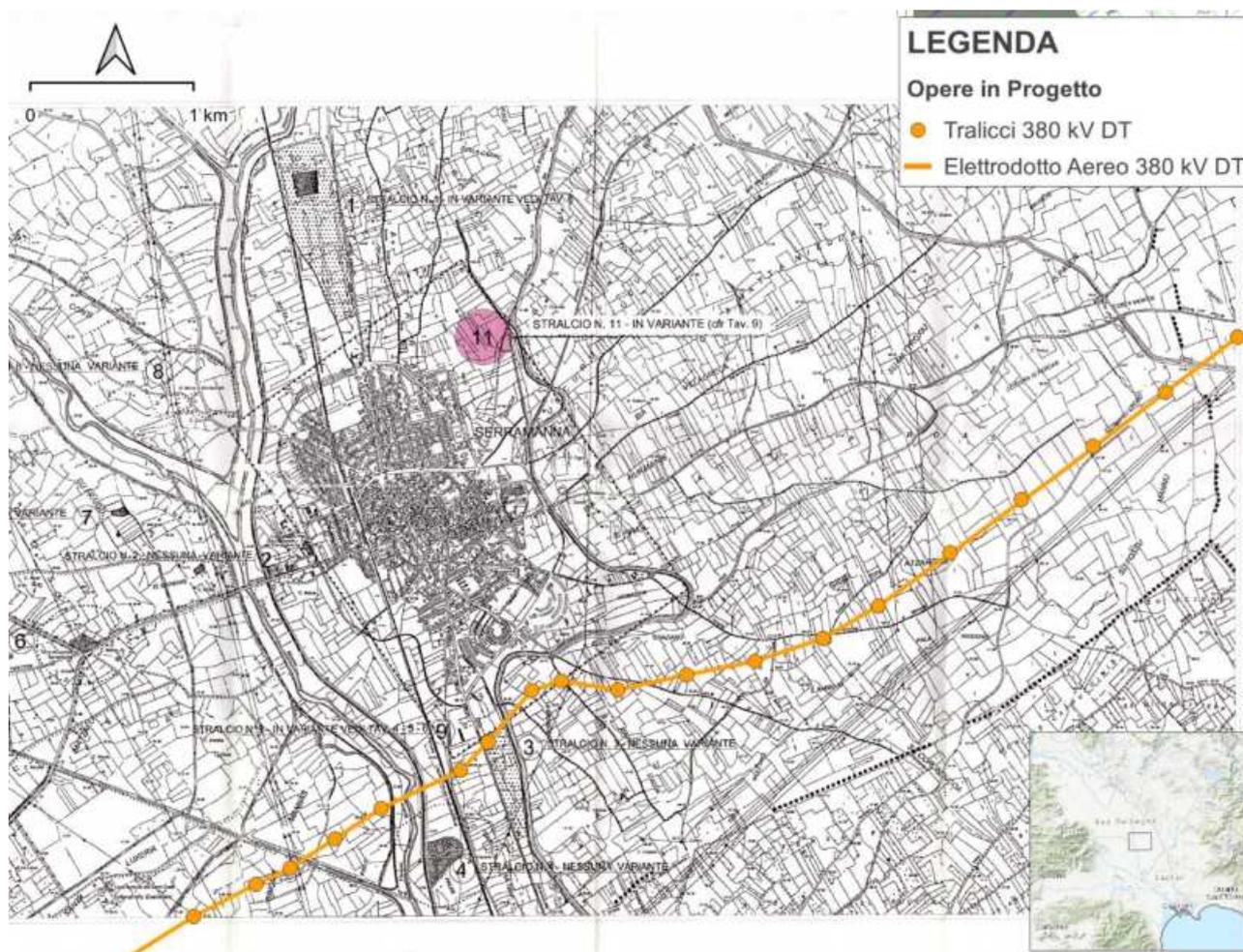


Figura 8.118 – PUC, Comune di Serramanna.

Elaborazione ilStudio.

Piano Regolatore Generale – Iglesias

Il Piano Regolatore Generale (PRG) viene definito dalla legge n.1150/1942 come uno strumento di pianificazione urbanistica che ha lo scopo di regolamentare il settore edilizio, la destinazione d'uso delle aree e la loro zonizzazione, la definizione delle aree destinate a servizi pubblici, i vincoli da considerare e tutelare in aree di elevato pregio e gli eventuali permessi per sfruttamento edificatorio.

Secondo il Piano Regolatore Generale del comune di Iglesias, l'area di intervento ricade nell'area omogenea E (Aree agricole e silvo pastorali). Nella fattispecie, il PRG riporta all'art. 23 che:

"[...] L'indice fondiario massimo stabilito rispettivamente in:

c) 1.00 mc/mq per impianti di interesse pubblico quali cabine ENEL, centrali telefoniche, stazioni di ponti – radio ripetitori e simili, impianti strettamente connessi con la ricerca mineraria.

Le opere saranno di volta in volta autorizzate previa conforme deliberazione del Consiglio Comunale. [...]"

L'elettrodotto aereo rientra nella zona omogenea E, pertanto il proponente terrà conto di tali prescrizioni.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
447 di 1053

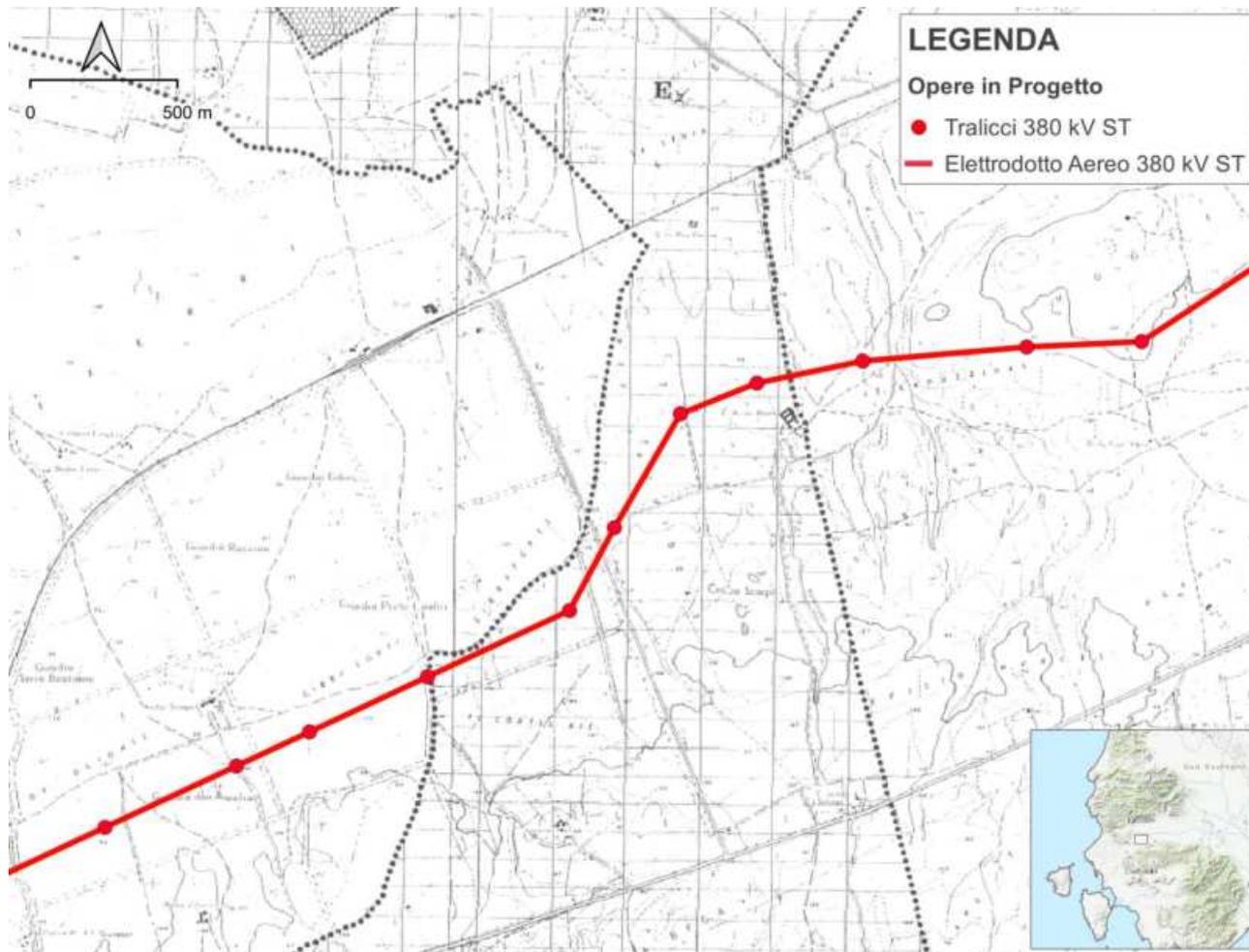


Figura 8.119 – PRG, Comune di Iglesias.

Elaborazione iLStudio.

Programma di fabbricazione – Villasor

Il Programma di Fabbricazione (PdF) è stato introdotto nel 1942 con la legge urbanistica nazionale n. 1150 ed è uno strumento di pianificazione territoriale ed urbanistica, con lo scopo di garantire ai comuni di minor estensione un certo livello di regolamentazione edilizia; tale Programma è obbligatorio per i comuni con assenza di un Piano Regolatore Generale ed ha una scadenza indeterminata. Esso comprende la zonizzazione del territorio (entro i limiti comunali) e le definizioni delle varie tipologie edilizie.

L'area di intervento (tralicci e stazione di smistamento "Villasor 380") ricade nella zona omogenea agricola-pastorale (zona E) e secondo l'art. 20:

"[...] Gli interventi ammessi sono i seguenti:

- a) *Impianti tecnologici di interesse pubblico, quali: cabine ENEL, centraline telefoniche, stazioni di ponti radio, ripetitori e simili [...]."*

Per tali impianti sono previsti i seguenti limiti:

- **Densità edilizia**, *"[...] b) Indice fondiario massimo di 0,03 mc/mq per impianti tecnologici di interesse pubblico, con la possibilità di aumento di detto limite fino ad un massimo di 1,00 mc/mq previa specifica deliberazione del Consiglio Comunale [...]."*
- **Limiti di altezza**, *"[...] c) per impianti tecnologici di interesse pubblico l'altezza massima di m. 7,00; saranno*



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	Pagina 448 di 1053

consentite altezze maggiori se giustificate da necessità specifiche e dimostrate di funzionamento degli impianti stessi e, comunque, previa deliberazione del Consiglio Comunale. [...]”;

- **Distacchi:** “[...] per ogni intervento edificatorio dovrà essere assicurato il rispetto delle norme di cui al D.l. 1° aprile 1968, n. 1404, relative alle distanze minime a protezione del nastro stradale, secondo il disposto dell’art. 5 del D. Ass. EE.LL., Finanze e Urbanistica del 20 settembre 1983, n. 2266/U e successive modificazioni.

Dovranno inoltre essere rispettati i seguenti distacchi:

a) tra corpi di fabbrica prospettanti, anche di uno stesso fabbricato, dovrà essere assicurata una distanza pari all’altezza dell’edificio più alto;

b) dai confini aziendali dovrà essere assicurata una distanza pari allo 0,50 dell’altezza dell’edificio e, comunque, non inferiore a mm. 10,00;

c) dal ciglio delle strade di penetrazione agraria e da quelle non menzionate dal D. l. 1° aprile 1968, n. 1404, ad eccezione di quelle interne all’area di pertinenza aziendale, dovrà essere assicurata una distanza minima non inferiore a m. 14,00;

d) tra edifici residenziali e locali strumentali, adibiti al ricovero degli animali, dovrà essere assicurata una distanza minima non inferiore a m. 10,00.

e) quando il confine è costituito da una strada le distanze delle costruzioni dal confine non devono essere inferiori a m. 10,00, o a quanto stabilito dal D. M. del 01.04.1968, n. 1404, qualora le strade siano comunali, provinciali o statali. (quest’ultimo punto è stato introdotto come eccezione dalla Nota Ass. n. 1242/U del 31.03.1988 in approvazione della delibera C.C. n. 118 del 177.1.1987) [...]”;

- **Tipi edilizi,** “[...] i fabbricati dovranno sorgere isolati nel fondo aziendale [...]”;
- **Recinzioni,** “[...] le nuove recinzioni saranno consentite esclusivamente del tipo “a vista. Sarà consentita la manutenzione, la demolizione e ricostruzione di recinzioni a parete piena esistenti. Nel caso in cui le recinzioni, come pure eventuali alberature o insegne pubblicitarie o onomastiche si trovino nella diretta pertinenza di curve, incroci, biforcazioni e diramazioni stradali, i distacchi minimi dal ciglio stradale potranno essere aumentati e regolati a norma del R. D. 8 settembre 1933, n. 1740 e successive modificazioni. [...]”.

Il progetto è stato sviluppato in coerenza con le indicazioni del Programma di Fabbricazione.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting Studio

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE
PROGETTO DEFINITIVO

Studio di Impatto Ambientale

Codice documento:
C0421YR03RELSIA01a

Data emissione:
Giugno 2024

Pagina
449 di 1053

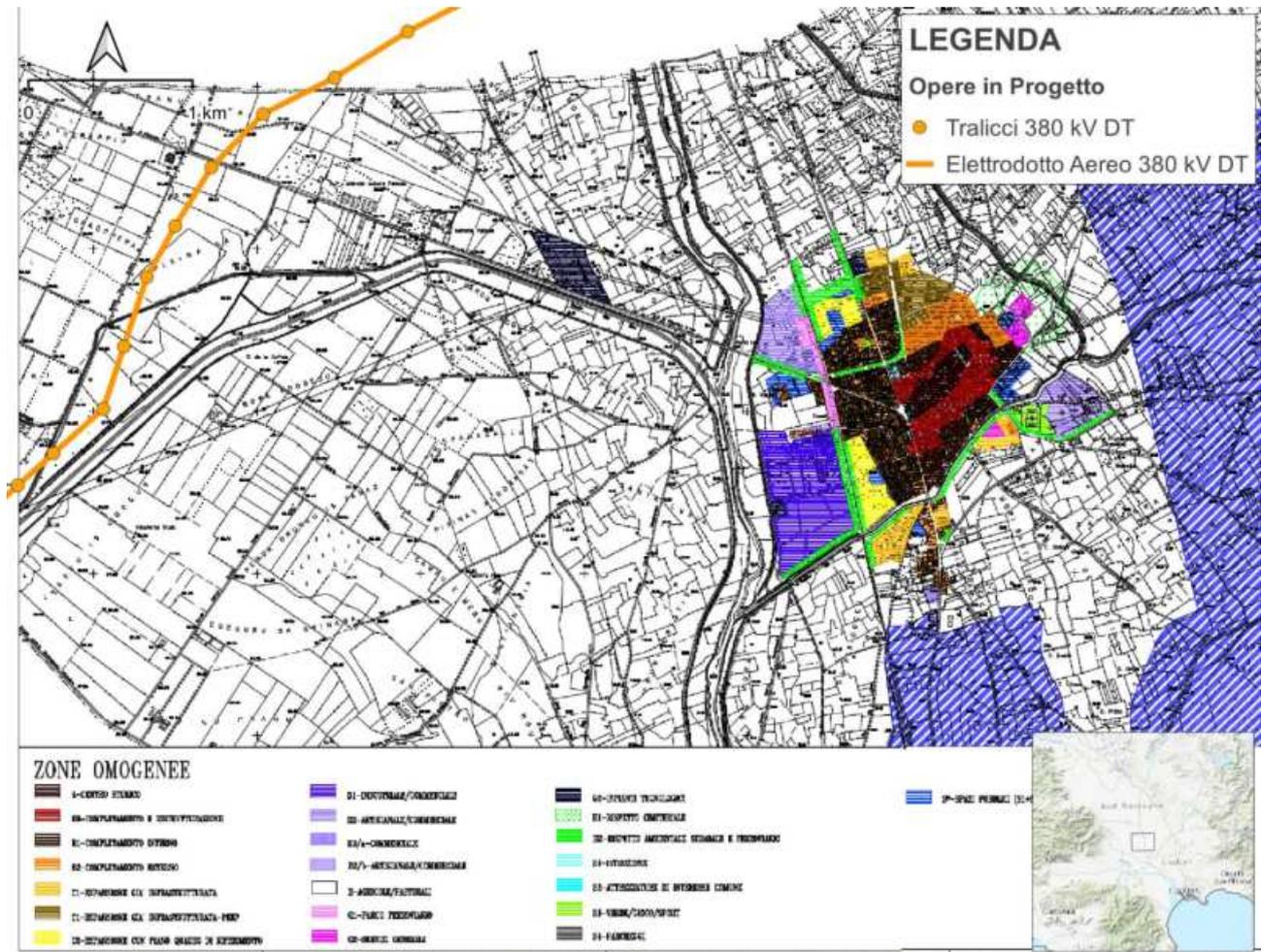


Figura 8.120 – Programma di fabbricazione del Comune di Villazor.
Elaborazione iLStudio.



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	

SEGUE SU 2_C0421YR03RELSIA01a



Ichnusa wind power srl

iLStudio.
Engineering & Consulting **Studio**

PARCO EOLICO FLOTTANTE NEL MARE DI SARDEGNA SUD OCCIDENTALE PROGETTO DEFINITIVO		
Studio di Impatto Ambientale		
Codice documento: C0421YR03RELSIA01a	Data emissione: Giugno 2024	

Il presente documento, composto da n. 505 fogli è protetto dalle leggi nazionali e comunitarie in tema di proprietà intellettuali delle opere professionali e non può essere riprodotto o copiato senza specifica autorizzazione.

Taranto, giugno 2024

Dott. Ing. Luigi Severini