



Regione Sardegna
 Provincia di Sassari
 Comuni di Tergu, Nulvi, Sedini, Chiaramonti,
 Ploaghe e Codrongianos



Proposta di ammodernamento complessivo (“repowering”) del “Parco Eolico Nulvi Tergu” esistente da 29,75 MW, con smantellamento degli attuali 35 aerogeneratori e sostituzione in riduzione degli stessi con l’installazione di 15 aerogeneratori, per una potenza totale definitiva di 99 MW

Titolo:

RELAZIONE SULL’ARIA

Numero documento:

Commissa	Fase	Tipo doc.	Prog. doc.	Rev.
2 2 4 3 0 8	D	R	0 4 1 5	0 0

Proponente:



FRI-EL ANGLONA S.R.L.
 azza del Grano 3
 100 Bolzano (BZ)
fri-el_anglona@legalmail.it
 P.iva 02429050210

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione:



PROGETTO ENERGIA S.R.L.

Via Cardito, 202 | 83031 | Ariano Irpino (AV)
 Tel. +39 0825 891313
www.progettoenergia.biz | info@progettoenergia.biz

SERVIZI DI INGEGNERIA INTEGRATI
 INTEGRATED ENGINEERING SERVICES



Progettista:

Ing. Massimo Lo Russo



Sul presente documento sussiste il DIRITTO di PROPRIETA'. Qualsiasi utilizzo non preventivamente autorizzato sarà perseguito ai sensi della normativa vigente

REVISIONI	N.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
	00	01.08.2023	Riscontro nota MASE – Prot. n. 5969 del 22.05.2023	S. P. IACOVIELLO	A. FIORENTINO	M. LO RUSSO

INDICE

1. PREMESSA	3
2. SCOPO	3
3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO EOLICO ESISTENTE DA DISMETTERE	4
3.1. CONSISTENZA ED UBICAZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO ESISTENTE	4
3.2. PARERI ACQUISITI IN AUTORIZZAZIONE.....	5
4. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO D'AMMODERNAMENTO	6
4.1. CONSISTENZA ED UBICAZIONE DEL PROGETTO D'AMMODERNAMENTO	6
5. STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	9
5.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	9
5.2. ZONIZZAZIONE E CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO REGIONALE	9
5.2.1 IT2010 – Zona Rurale	10
6. PREVISIONE DELLE EMISSIONI IN FASE DI CANTIERE.....	14
7. MONITORAGGIO.....	19
8. CONCLUSIONI	19

1. PREMESSA

Il Progetto definitivo in esame si riferisce all' **ammodernamento complessivo (repowering) di un impianto eolico esistente, sito nei Comuni di Tergù (SS) e Nulvi (SS)**, realizzato con Concessione Edilizia (n. 24 del 2003 del comune di Tergu e n. 55 del 2003 del comune di Nulvi per il progetto definitivo e n. 16 del 2004 del comune di Tergu e n. 55 del 2004 del comune di Nulvi per la variante in corso d'opera del Parco eolico Nulvi-Tergu), di proprietà della società FRI.EL Anglona S.r.l..

L'impianto eolico esistente è costituito da 35 aerogeneratori (modello Vestas V52) con diametro di 52 m, altezza massima pari a 81 m e potenza di 850 kW per una potenza totale di impianto pari a 29,75 MW, realizzato nei Comuni di Tergù e Nulvi, con opere di connessione ricadenti nel Comune di Tergù (SS), dove il cavidotto in media tensione interrato raggiunge la Stazione Elettrica di Utenza 150/20 kV, a sua volta connessa alla dell'esistente C.P. 150/20 kV di Enel Distribuzione Spa di Tergu. L'impianto eolico appena descritto è definito nel seguito "**Impianto eolico esistente**".

L'ammodernamento complessivo dell'impianto eolico esistente, oggetto della presente valutazione, consta invece nell'installazione di 15 aerogeneratori con diametro massimo di 170,0 m, altezza massima pari a 203,00 m e potenza unitaria massima di 6,6 MW, per una potenza totale pari a 99 MW, da realizzare nel medesimo sito. Le opere connesse ed infrastrutture indispensabili saranno ubicate nei comuni di Tergu, Nulvi, Sedini, Chiaramonti, Ploaghe e Codrongianos collegato alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 150 KV in antenna all'interno della Stazione elettrica 380/150KV RTN ricadente nel comune di Codrongianos (SS). Il repowering descritto è definito nel seguito "**Progetto di ammodernamento**".

Si evidenzia che nel Documento relativo alla **Strategia Energetica Nazionale (SEN 2017)** del 10 novembre 2017 si fa riferimento ai progetti di *repowering*, quali **occasione per attenuare l'impatto degli impianti eolici esistenti**, considerata la possibilità di ridurre il numero degli aerogeneratori a fronte di una maggiore potenza prodotta dall'installazione di nuove macchine, con ciò **garantendo comunque il raggiungimento degli obiettivi assegnati all'Italia**.

Si precisa che l'ammodernamento tecnico è stato progettato come "**un intervento non sostanziale**", ai sensi dell'**art. 5, comma 3, 3-bis, 3-ter e 3-quater del D.Lgs 28/2011**, così come modificato dall'art. 32 comma 1, del D.L. 77/2021 e dall'art. 9 comma 1 della Legge n.34 del 2022.

Inoltre, ai sensi dell'art. 22 comma 1 del D.Lgs 199/2021 del D.Lgs 199/2021, dato che il Progetto di Ammodernamento ricade in area idonea ai sensi dell'art. 20 comma 8 del medesimo D.Lgs. **l'autorità competente in materia paesaggistica si esprime con parere obbligatorio non vincolante ed i termini delle procedure di autorizzazione sono ridotti di un terzo**.

2. SCOPO

Scopo del presente documento è la redazione di una relazione sullo stato della qualità dell'aria in riscontro alle integrazioni pervenute con nota del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (Commissione Tecnica PNRR-PNIEC), Prot. n. 5969 del 22.05.2023.

Si rende noto che è stata predisposta un'ottimizzazione del layout come soluzione migliorativa riguardante gli aspetti tecnici ed ambientali mediante una modesta modifica alla posizione dell'aerogeneratore WTG NEW 06 pari a circa 75 m. Pertanto, data l'esigua modifica, si ritengono inalterate le valutazioni di compatibilità ambientale e territoriale riportate alla data di presentazione dell'istanza di VIA. Per ulteriori approfondimenti, si rimanda ai seguenti elaborati:

- 224308_D_D_0120_01 Corografia di inquadramento
- 224308_D_D_0226_01 Planimetria di progetto su catastale - Foglio 6

3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO EOLICO ESISTENTE DA DISMETTERE

3.1. CONSISTENZA ED UBICAZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO ESISTENTE

L'impianto eolico esistente, da dismettere, è costituito come di seguito descritto:

- ✓ n° 35 aerogeneratori (modello Vestas V52) e relative fondazioni, piazzole e viabilità;
- ✓ cavidotto interrato di collegamento in media tensione (MT = 20 kV) fra gli aerogeneratori e la Stazione di Utenza di utenza;
- ✓ n° 1 Stazione elettrica di Utenza con relativi impianti elettrici MT/AT (MT = 20 kV -AT=150 kV) ubicata nel Comune di Tergù;

Le macchine hanno tutte una potenza dichiarata di 850 kW per un totale di 29,75 MW con tre pale, un rotore da 52 m di diametro ed un'altezza di hub di 55 m.

L'impianto eolico esistente come innanzi descritto, è ubicato a nord del comune di Nulvi (SS) e a Sud del comune di Tergù (SS), situato ad un'altitudine compresa fra i 370 e 570 m slm.

Le opere di connessione, il cavidotto di collegamento e la stazione di utenza sita in prossimità della "C.P. Tergù" interessano i territori comunali di Nulvi e Tergù, entrambi in provincia di Sassari.



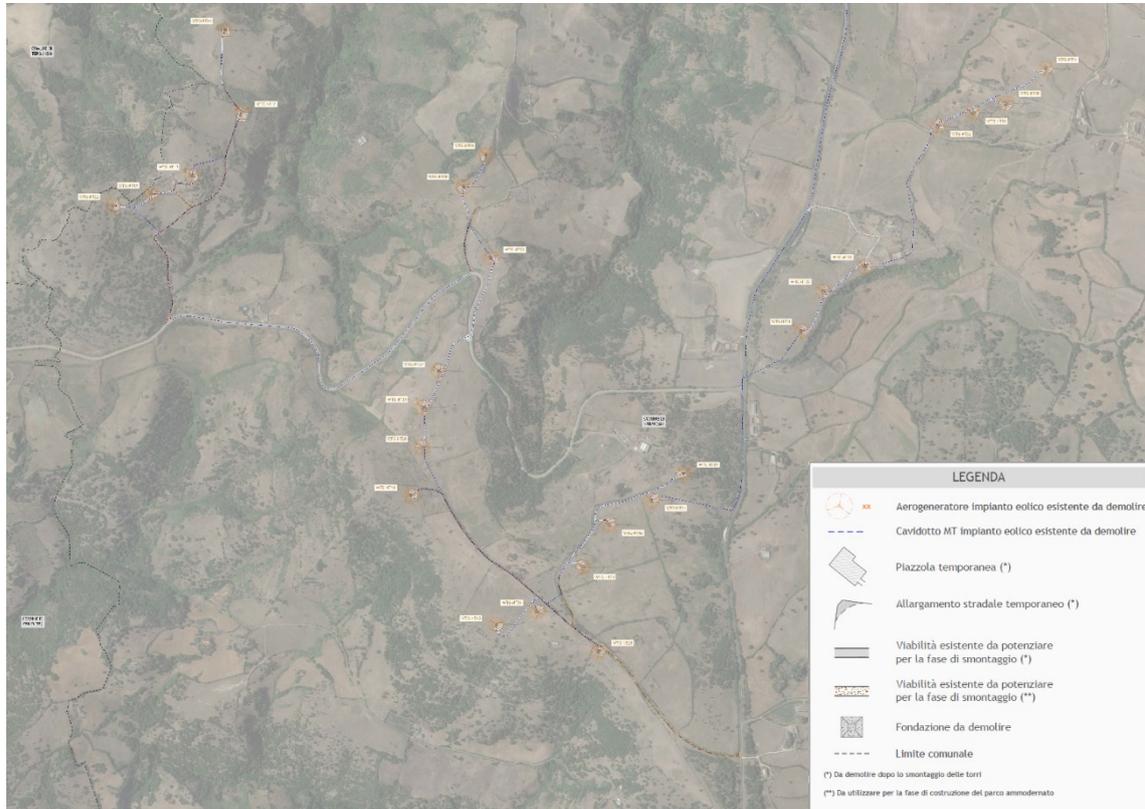


Figura 1 – Stralcio della planimetria con individuazione dell'impianto eolico esistente su ortofoto

3.2. PARERI ACQUISITI IN AUTORIZZAZIONE

L'Impianto Eolico esistente ha ottenuto a suo tempo tutti i permessi necessari alla sua realizzazione, in dettaglio:

- Concessione edilizia n. 24 del 2003 del comune di Tergu e n. 55 del 2003 del comune di Nulvi per il progetto definitivo; Concessione edilizia n. 16 del 2004 del comune di Tergu e n. 55 del 2004 del comune di Nulvi per la variante in corso d'opera del Parco eolico Nulvi-Tergu;
- Concessione edilizia n. 17 del 2004 del comune di Tergu per la costruzione punto di raccolta dell'energia prodotta dal parco eolico Nilvi-Tergu.
- Certificato di assenza di vincolo idrogeologico ai sensi dell'articolo 1 del R.D.L. 3267/1923 – Prot. n. 8522 Pos. 4/4.1 del 01.12.03, Assessorato Regionale Difesa Ambientale Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale della Regione Sarda.
- Consenso di massima alla costruzione di linee elettriche – Prot. n. 03595/IE 9232/MU/CA del 16.09.2004, Ministero delle Comunicazioni Ispettorato Territoriale della Sardegna Cagliari.
- Nulla osta e parere favorevole Ministero per i Beni e le Attività Culturali – Soprintendenza per i Beni Archeologici di Sassari, Prot. n. 3544 del 14.03.2004.
- Autorizzazione in materia di beni culturali e ambientali (D.Lgs. n. 490 del 29.10.1999) – Prot. n. 2029 Posizione n. 705-02 del 04.11.2003, Regione Autonoma della Sardegna – Assessorato della Pubblica Istruzione, Beni Culturali, Informazioni, Spettacolo e Sport – il Direttore del Servizio Tutela del Paesaggio di Sassari.
- Autorizzazione in materia di beni culturali e ambientali (D.Lgs. n. 490 del 29.10.1999) – Prot. n. 4959 Posizione n. 705-02 del 06.05.2004, Regione Autonoma della Sardegna – Assessorato della Pubblica Istruzione, Beni Culturali, Informazioni,

Spettacolo e Sport – il Direttore del Servizio Tutela del Paesaggio di Sassari.

- Autorizzazione Regione Autonoma della Sardegna – Servizio del Genio Civile alla realizzazione dell'impianto elettrico (punto di raccolta per ampliamento cabina primaria AT 150 kV Comune di Tergu), prot. n.10683 del 30.12.2004.
- Autorizzazione Regione Autonoma della Sardegna – Servizio del Genio Civile alla realizzazione dell'impianto elettrico (costruzione linee elettriche MT interrate, località Monte Sos Paris comuni di Nulvi e Tergu) prot. n. 8187 del 30.09.2004.
- Consenso di massima alla costruzione di linee elettriche del Ministero delle Comunicazioni – Ispettorato territoriale della Sardegna Cagliari, prot. n. 03595/IE 9232/MU/CA del 16.09.2004
- Nulla osta Ministero delle Comunicazioni – Ispettorato territoriale della Sardegna, prot. n. 4573/CA/IE/2004/06/9256/MU del 30.11.2004.
- Ministero per i Beni e le Attività Culturali Soprintendenza Archeologica di Sassari, parere favorevole (con condizioni) alla realizzazione del progetto di parco eolico nei comuni di Nulvi e Tergu, prot. n. 13867 del 2.11.2003.
- Nulla osta Ministero per i Beni e le Attività Culturali Soprintendenza Archeologica di Sassari relativo agli aerogeneratori contrassegnati con i numeri 10-11-31-34-35, prot. n. 3544 del 17.03.2004.
- Deposito Genio Civile ai sensi dell'art.4 della Legge n.10886 del 05.11.1971, protocollo n.23250 del 22.09.06.

4. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO D'AMMODERNAMENTO

4.1. CONSISTENZA ED UBICAZIONE DEL PROGETTO D'AMMODERNAMENTO

Il Progetto di ammodernamento è realizzato nell'ambito dello stesso sito in cui è localizzato l'Impianto eolico esistente, autorizzato ed in esercizio, dove per stesso sito si fa riferimento alla definizione del comma 3-bis dell'art. 5 del D. Lgs. N. 28/2011.

Il Parco eolico (aerogeneratori, piazzole e viabilità d'accesso agli aerogeneratori) ricade nei Comuni di Tergù (SS) e Nulvi (SS), con opere connesse ed infrastrutture indispensabili nei comuni di Tergù (SS), Nulvi (SS), Sedini (SS), Chiaramonti (SS), Ploaghe (SS), e Codrongianos (SS), collegato alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 150 KV in antenna alla Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di Codrongianos (SS).

Si riporta di seguito lo stralcio della corografia dell'area di impianto e si rimanda all'elaborato cartografico "224308_D_D_0120 Corografia di inquadramento" dove viene riportato l'intero progetto.

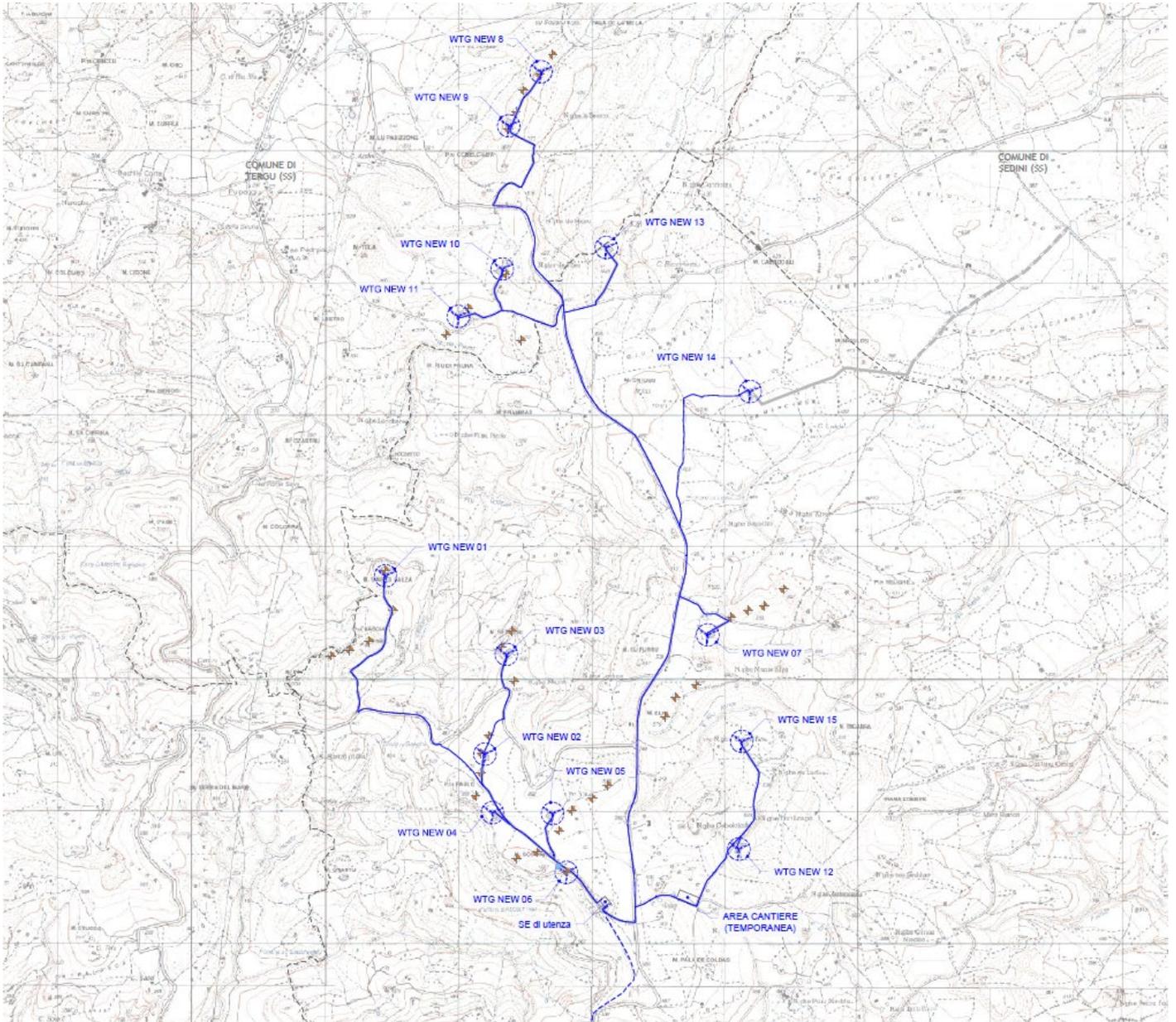


Figura 2 – Corografia d'inquadramento

L'Impianto eolico esistente e il Progetto di ammodernamento ricadono all'interno dei Comuni di Tergu, Nulvi, Sedini, Chiamonti, Ploaghe e Codrongianos, tutti in Provincia di Sassari (SS), sulle seguenti particelle catastali:

- Comune di Codrongianus Foglio 16 particelle 113-125-103-101-100-99-68-132-15-130-14;
- Comune di Sedini Foglio 70 particelle 5-6; Foglio 71 particelle 6-17-14-15-113-86-85-87-110-117-32-31; Foglio 72 particelle 21-48-23-28-18-29-30; Foglio 76 particelle 47-3-49-45-58-5-51;
- Comune di Tergu Foglio 2 particelle 259-50-256-55-253-48-56-53-394-395-397-396-63-69-70-311-1223-75; Foglio 3 particelle 58-60-105-106-107; Foglio 4 particelle 14-124-15-186-209-185-123-121-12-207-218-220-24-16-127-187-13-192-

57;

- Comune di Chiaramonti Foglio 17 particelle 174-176-194-178-180-190-192-196-199-202-269-205-204-206-207-211-210-213-214-217-216-221; Foglio 32 particelle 45-46-47-48-49-50;
- Comune di Ploaghe Foglio 3 particelle 226-229-182; Foglio 7 particelle 123-131; Foglio 9 particelle -350-261-115-44-227-328-144-139; Foglio 14 particelle 5-44-38-6-43-59; Foglio 23 particelle 3-4-282-81-80-420-279-277-277-90; Foglio 13 particelle 227-226-126-125-308-224-128-39-32-219; Foglio 22 particelle 42-486-43-44-183-87-188-84-844-82-229-81-73-72-71-74-140-137-136-477-142-133-490-132-475-474-888-164-162-161; Foglio 18 particelle 64-63-62-193-61-60-251-59-333-57-56-41-40; Foglio 25 particelle 287-17-19-20-821-53-355-377-276-50-832-835-788-798-801-804;
- Comune di Nulvi Foglio 3 particelle 117-119-116-62-63; Foglio 7 particelle 29-46; Foglio 5 particelle 11-128-114-82-83-146-9-126-125-123; Foglio 8 particelle 123-101-1; Foglio 11 particelle 313-44-40-34-245-244-19-106-15-11-16-107-312-13-18-101-14-12; Foglio 10 particelle 35-103-106-117-108-28-27-146-145-144-135-136-99-143-10-101-137-141-31-20; Foglio 14 particelle 137-146-30-32-128-127-62-154-156-176-178-15; Foglio 6 particelle 47-133-141-45-74-89-129-127-114-53-119-124-12-75-90-88-115-39-85-10-36; Foglio 15 particelle 248-272-266-85-229-228-281; Foglio 16 particelle 47; Foglio 22 particelle 787-691-742-758; Foglio 24 particelle 205; Foglio 27 particelle 158-213-211; Foglio 25 particelle 80-125-295-145-146-205-323-197-199; Foglio 28 particelle 164-165-176; Foglio 29 particelle 281-199-283-235-14-155-154-160-157-163-166.

Si riportano di seguito le coordinate del **progetto di ammodernamento** con i fogli e le particelle in cui ricade la fondazione degli aerogeneratori:

AEROGENERATORE	COORDINATE AEROGENERATORE UTM (WGS84) - FUSO 32		COORDINATE AEROGENERATORE GAUSS BOAGA - WEST		Identificativo catastale			Elevazione Z [m]
	Long. E [m]	Lat. N [m]	Long. E [m]	Lat. N [m]	Comune	Foglio	Particella	
WTG NEW 01	476.380,0	4.519.595,0	1.476.409,6	4.519.603,4	NULVI	6	124	427,5
WTG NEW 02	477.126,0	4.518.245,0	1.477.155,6	4.518.253,4	NULVI	10	136-143	571,0
WTG NEW 03	477.287,0	4.519.001,0	1.477.316,6	4.519.009,4	NULVI	6	133	507,0
WTG NEW 04	477.183,0	4.517.802,0	1.477.212,6	4.517.810,4	NULVI	14	128	580,0
WTG NEW 05	477.634,0	4.517.795,0	1.477.663,6	4.517.803,4	NULVI	10	27	580,5
WTG NEW 06	477.738,0	4.517.350,0	1.477.767,6	4.517.358,4	NULVI	14	146-137	600,5
WTG NEW 07	478.800,0	4.519.148,0	1.478.829,6	4.519.156,4	NULVI	8	123	525,5
WTG NEW 08	477.547,0	4.523.411,0	1.477.576,5	4.523.419,5	TERGU	2	256-308	390,5
WTG NEW 09	477.305,0	4.523.002,0	1.477.334,5	4.523.010,5	TERGU	2	253-301	410,0
WTG NEW 10	477.256,0	4.521.918,0	1.477.285,6	4.521.926,5	TERGU	4	124-186	399,5
WTG NEW 11	476.926,0	4.521.559,0	1.476.955,6	4.521.567,5	TERGU	4	207	403,0
WTG NEW 12	479.034,0	4.517.526,0	1.479.063,6	4.517.534,4	NULVI	11	244	544,5

AEROGENERATORE	COORDINATE AEROGENERATORE UTM (WGS84) - FUSO 32		COORDINATE AEROGENERATORE GAUSS BOAGA - WEST		Identificativo catastale			Elevazione
	Long. E [m]	Lat. N [m]	Long. E [m]	Lat. N [m]	Comune	Foglio	Particella	Z [m]
WTG NEW 13	478.039,0	4.522.080,0	1.478.068,6	4.522.088,5	NULVI	3	62	408,0
WTG NEW 14	479.118,0	4.520.990,0	1.479.147,6	4.520.998,5	NULVI	5	14	462,0
WTG NEW 15	479.056,0	4.518.341,0	1.479.085,6	4.518.349,4	NULVI	11	15-16	522,5

5. STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

5.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il Decreto Legislativo 155/2010, con le modifiche introdotte dal Decreto Legislativo 250/2012, costituisce il quadro normativo di riferimento per la valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente. Il decreto recepisce nell'ordinamento giuridico nazionale le disposizioni comunitarie incluse nella Direttiva 2008/50/CE "relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" e nella direttiva 2004/107/CE "concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente".

L'Assessorato alla Difesa dell'ambiente pubblica ogni anno la relazione sulla qualità dell'aria in Sardegna, redatta sulla base di quanto previsto dal D. Lgs. 155/2010 e s.m.i.. La relazione, predisposta dall'ARPAS e supervisionata dall'Assessorato della Difesa dell'ambiente, descrive la qualità dell'aria nel territorio regionale, sulla base dell'analisi dei dati provenienti dalla rete di misura regionale gestita dalla stessa ARPAS.

Con Delibera di Giunta Regionale del 07/11/2017 n.50/18 viene approvato il "Progetto di adeguamento della rete regionale di misura della qualità dell'aria ambiente ai sensi del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155".

Il Progetto prevede l'adeguamento della rete regionale di misura attraverso la razionalizzazione della rete attuale e la dismissione delle stazioni che non risultano più conformi ai criteri localizzativi dettati dal D. Lgs. 155/2010., e l'implementazione della strumentazione di misura al fine di adeguare le stazioni ai criteri previsti dalla norma.

La rete regionale della qualità dell'aria è attualmente gestita dall'ARPAS cui compete istituzionalmente la gestione dei monitoraggi ambientali.

5.2. ZONIZZAZIONE E CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO REGIONALE

La zonizzazione individuata ai sensi del decreto legislativo 155/2010 e ss.mm.ii., adottata con D.G.R. n. 52/19 del 10/12/2013 e approvata in data 11 novembre 2013 dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, suddivide il territorio regionale in zone omogenee ai fini della gestione della qualità dell'aria ambiente. L'identificazione delle zone è stata effettuata sulla base delle caratteristiche del territorio, dei dati di popolazione e del carico emissivo distribuito su base comunale.

Le zone individuate sono le seguenti:

- IT2007 – Agglomerato di Cagliari;
- IT2008 – Zona urbana;
- IT2009 – Zona industriale;

- IT2010 – Zona rurale;
- IT2011 – Zona per l’ozono.

La Zona denominata IT2011 per l’ozono, comprende le zone già individuate (IT2008, IT2009, IT2010, escluso l’agglomerato di Cagliari in quanto già monitorato per questo inquinante).

Il Progetto ricade nella Zona Rurale – IT2010.

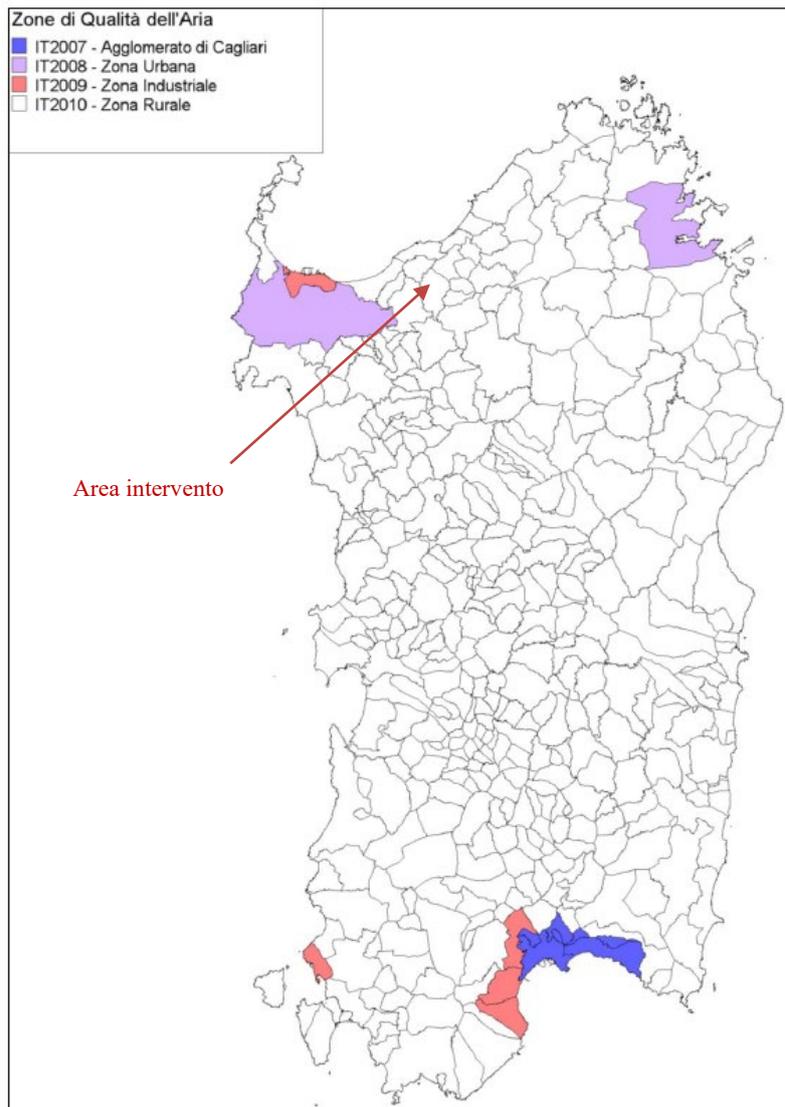


Figura 3 – Zone di qualità dell’aria individuate ai sensi del D. Lgs. 155/2010

5.2.1 IT2010 – Zona Rurale

Come già emerso, il Progetto ricade nella Zona Rurale – IT2010, la zonizzazione ha suddiviso il territorio regionale in zone di qualità dell’aria mediante l’accorpamento di aree il più possibile omogenee in termini di carichi emissivi, legati alle diverse tipologie di pressioni antropiche sull’aria ambiente; la Zona Rurale è caratterizzata da una bassa pressione antropica.

Le stazioni rappresentative di questa zona sono:

- CELAG1 di Alghero, posizionata in area urbana;
- CENMA1 di Macomer, posizionata in area periferica;
- CENOT3 di Ottana, posizionata in area industriale;
- CENSN1 di Siniscola, posizionata in area limitrofa al centro abitato ed in direzione di un polo industriale;
- CENSGI1 di Santa Giusta, posizionata in area artigianale;
- CENNM1 di Nuraminis, posizionata in area rurale e funzionale al controllo del cementificio e delle cave adiacenti.

In prossimità dell’aria d’intervento non sono presenti stazioni di monitoraggio, la stazione di misura più prossima all’Impianto eolico è la “CELAG1” di Alghero, la quale dista circa 45.0 km dall’aerogeneratore più prossimo (WTG NEW 06) e circa 34.0 km dalla Stazione Elettrica di condivisione.



Figura 4 – Posizione della stazione di misura di Alghero rispetto al sito di realizzazione del Progetto

Il D. Lgs. 155/2010 definisce i valori limite, le soglie di allarme, i livelli critici e i valori obiettivo di riferimento per la valutazione della qualità dell’aria, in relazione alle concentrazioni dei diversi inquinanti. La tabella riportata di seguito riassume i limiti e le soglie di

legge, su base annuale, per il controllo dei dati di qualità dell'aria.

Inquinante	Parametro	Valore	Riferimento
Benzene (C ₆ H ₆)	Media annuale	5 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana
Ossido di Carbonio (CO)	Massima media mobile giornaliera di 8 ore	10 mg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana
Biossido di Azoto (NO ₂)	Media oraria	200 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 18 volte per anno civile
	Media oraria	400 µg/m ³	Soglia di allarme da non superare per più di due ore consecutive
	Media annuale	40 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana
Ossidi di Azoto (NO _x)	Media annuale	30 µg/m ³	Livello critico annuale per la protezione della vegetazione
Ozono (O ₃)	Media oraria	180 µg/m ³	Soglia di informazione
	Media oraria	240 µg/m ³	Soglia di allarme da non superare per più di due ore consecutive
	Massima media mobile giornaliera di 8 ore	120 µg/m ³	Valore obiettivo per la protezione della salute umana da non superare più di 25 per anno civile come media sui tre anni
	Massima media mobile giornaliera di 8 ore	120 µg/m ³	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana
	AOT40	18000 µg·h/m ³	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione come media sui cinque anni
	AOT40	6000 µg·h/m ³	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione
PM10	Media giornaliera	50 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 35 volte per anno civile
	Media annuale	40 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana
PM2,5	Media annuale	25µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana
Biossido di Zolfo (SO ₂)	Media oraria	350 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 24 volte per anno civile.
	Media oraria	500 µg/m ³	Soglia di allarme da non superare per più di due ore consecutive
	Media giornaliera	125 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 3 volte per anno civile
	Media annuale	20 µg/m ³	Livello critico annuale per la protezione della vegetazione
	Media invernale	20 µg/m ³	Livello critico invernale per la protezione della vegetazione

I dati riportati di seguito fanno riferimento ai risultati emersi dal monitoraggio della qualità dell'aria in Sardegna, attraverso la Rete di misura per l'anno 2021 e riportati all'interno del documento "Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2021" (ultimo dato sulla qualità dell'aria disponibile).

Di seguito si riporta un riepilogo dei superamenti rilevati nella Zona Rurale (il trattino nella tabella indica l'assenza di monitoraggio per quell'inquinante):

Comune	Stazione	C ₆ H ₆		CO		NO ₂				O ₃				PM10		SO ₂		PM2,5
		MA	M8	MO	MO	MA	MO	MO	M8	M8	MG	MA	MO	MO	MG	MA		
		PSU	PSU	PSU	SA	PSU	SI	SA	VO	OLT	PSU	PSU	PSU	SA	PSU	PSU		
		5	10	200	400	40	180	240	120	120	50	40	350	500	125	25		
				18				25		35		24		3				
Alghero	CEALG1									2					-			
Macomer	CENMA1							3	9	12								
Ottana	CENOT3		-					7	13	10					-			
Siniscola	CENSN1	-	-			-	-	-	-	6					-			
Santa Giusta	CESGI1	-	-			-	-	-	-	10					-			
Nuraminis	CENNM1	-	-							14					-			

Le stazioni di misura hanno registrato vari superamenti senza, però, eccedere i limiti consentiti dalla normativa:

- per il valore obiettivo per l'O₃ (120 µg/m³ sulla massima media mobile giornaliera di otto ore da non superare più di 25 volte in un anno civile come media sui tre anni): 3 superamenti triennali nella CENMA1e 7 nella CENOT3;
- per il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana per i PM10 (50 µg/m³ sulla media giornaliera da non superare più di 35 volte in un anno civile): 2 superamenti nella stazione CEALG1, 12 nella CENMA1, 10 nella CENOT3, 6 nella CENSN1, 10 nella CESGI1 e 14 nella CENNM1.

Pertanto, per la stazione di misura di Alghero si rilevano solo due superamenti per il valore limite giornaliero dei PM10.

Di seguito si riporta una analisi dei valori medi annui degli inquinanti rilevati dalle stazioni di misura appartenenti alla Zona Rurale:

- Il benzene (C₆H₆) è misurato dalle stazioni CEALG1, CENMA1 e CENOT3. La media annua varia tra 0,1 µg/m³ (CENOT3) e 1,4 µg/m³ (CENMA1), valori abbondantemente entro il limite di legge di 5 µg/m³. I livelli appaiono mediamente stazionari sul lungo periodo, con valori medi più elevati, ma pur sempre contenuti, nella stazione CENMA1;
- Il monossido di carbonio (CO) evidenzia massime medie mobili di otto ore che variano tra 0,7 mg/m³ (CEALG1) e 1,1 mg/m³ (CESGI1), rimanendo quindi ampiamente entro i limiti di legge (10 mg/m³ sulla massima media mobile di otto ore);
- I valori medi annui di biossido di azoto (NO₂) variano tra 4 µg/m³ (CENSN1) e 9 µg/m³ (CESGI1), evidenziando livelli contenuti entro il limite normativo di 40 µg/m³. Le massime medie orarie variano tra 67 µg/m³ (CENOT3) e 111 µg/m³ (CENSN1), ampiamente entro il limite di legge di 200 µg/m³. L'andamento sul lungo periodo evidenzia medie annuali in riduzione;
- L'ozono (O₃) è misurato nelle stazioni CEALG1, CENMA1, CENOT3 e CENNM1. La massima media mobile di otto ore oscilla tra 84 µg/m³ (CEALG1) e 143 µg/m³ (CENMA1), mentre la massima media oraria tra 91 µg/m³ (CEALG1) e 154 µg/m³ (CENMA1), valori al di sotto della soglia di informazione (180 µg/m³) e della soglia di allarme (240 µg/m³). In relazione al valore obiettivo per la protezione della salute umana (120 µg/m³ sulla massima media mobile giornaliera di otto ore da non superare più di 25 volte in un anno civile come media sui tre anni) non si registra alcuna violazione;
- In relazione al PM10, le medie annue variano tra 16 µg/m³ (CENMA1) e 23 µg/m³ (CENNM1), la massima media giornaliera tra 97 µg/m³ (CENSN1) e 112 µg/m³ (CESGI1). Le concentrazioni annue si mantengono al di sotto del limite

normativo di 40 µg/m³, mentre i superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³, aumentati rispetto all'anno precedente, sono entro il limite dei 35 superamenti annui consentiti. Nel periodo decennale i livelli si mantengono stabili;

- Per quanto riguarda il PM_{2,5} si registra una media annua di 8 µg/m³ nella stazione CENMA1 evidenziando una situazione di stabilità. I livelli annuali sono contenuti nel rispetto del limite di legge di 25 µg/m³;
- I valori di biossido di zolfo (SO₂) sono piuttosto bassi: le massime medie giornaliere sono di 2 µg/m³ (CENMA1), mentre i valori massimi orari variano tra 2 µg/m³ (CENMA1) e 15 µg/m³ (CENMA1).

Nelle varie aree ricomprese nella Zona Rurale, i parametri monitorati rimangono stabili e ampiamente entro i limiti normativi. Si riscontrano livelli di particolato generalmente contenuti con un numero di superamenti limitato.

6. PREVISIONE DELLE EMISSIONI IN FASE DI CANTIERE

Gli impatti sulla qualità dell'aria connessi alla fase di realizzazione/dismissione del Progetto sono relativi principalmente alle seguenti attività:

1. utilizzo di veicoli/macchinari mezzi di cantiere adibiti al trasporto delle materie prime e degli operai su strade e piste non pavimentate
2. sollevamento polveri durante le attività di cantiere, quali scavi e movimentazioni di terra (impatto diretto).

Le emissioni di inquinanti (CO, CO₂, NO_x, SO_x, polveri) derivanti dalla combustione del carburante provengono esclusivamente dai mezzi di cantiere in quanto il traffico veicolare è solo limitato al trasporto delle materie prime e degli operai, in ogni caso del tutto trascurabile rispetto all'attuale fruizione traffico veicolare (legato alle lavorazioni agricole) che caratterizza l'area in esame.

Formazione e stoccaggio dei cumuli

Si riporta di seguito un calcolo analitico quantitativo di polveri emesso dovuto alle operazioni di movimento terra (cumuli di terra, carico e scarico) afferenti ad una piazzola, calcolata utilizzando la metodologia AP42 della US-EPA (AP-42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13, 13.2.4 Aggregate Handling and storage Piles), da cui si evince quanto segue.

Il fattore di emissione F espresso in kg di polveri per t di inerti movimentati è il seguente:

$$F = 0.0016 k \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

dove k è un parametro adimensionale il cui valore dipende dalla granulometria delle polveri in esame, U è la velocità del vento (m/s) e M è l'umidità del materiale movimentato (%).

La formula è applicabile per velocità U comprese nell'intervallo 0,6 – 6.7 m/s e per umidità M comprese tra 0.25% e 4.80%. Essa è inoltre valida per silt content (cioè il contenuto di particelle di diametro non superiore a 75 µm) compreso tra 0.44% e 19%, che è caratteristico di molte aree di lavoro.

Granulometria	K (lb/miglio)
PM30	0.74
PM15	0.48
PM10	0.35
PM5	0.20
PM2.5	0.053

Tabella 1 - Valore di k per la determinazione del fattore di emissione delle polveri per le diverse granulometrie

La movimentazione di terra è stimata mediamente in circa 500 m³ giornalieri. Utilizzando una densità di 1600 kg/m³, un valore di velocità del vento pari a 6 m/s e un valore di umidità pari a 2.5% si ottengono i valori di emissione riportati nelle tabelle 2 e 3 seguenti.

In proposito Barbaro A. et al. (2009) osservano che, a parità di contenuto di umidità e dimensione del particolato, le emissioni corrispondenti ad una velocità del vento pari a 6 m/s (più o meno il limite superiore di impiego previsto del modello) risultano circa 20 volte maggiori di quelle che si hanno con velocità del vento pari a 0.6 m/s (più o meno il limite inferiore di impiego previsto del modello). Alla luce di questa considerazione appare ragionevole pensare che se nelle normali condizioni di attività (e quindi di velocità del vento) non si crea disturbo con le emissioni di polveri, in certe condizioni meteorologiche caratterizzate da venti intensi, le emissioni possano crescere notevolmente ma sempre al di sotto dei valori di soglia.

PM30	PM15	PM10	PM5	PM2.5
2,554	1,657	1,208	0,690	0,183

Tabella 2 - Emissioni di polveri (kg/giorno) nella fase "Movimentazione terra"

Tali valori espressi in g/h sono i seguenti:

	Emissioni (g/h)
PM30	106,4
PM15	69,0
PM10	50,3
PM5	28,8
PM2.5	7,6

Tabella 3 - Emissioni di polveri (g/giorno) nella fase "Movimentazione terra"

Tali valori, confrontati con la tabella 4- *Valori di soglia per un periodo di lavorazioni compreso tra 100 e 150 giorni l'anno*-risultano nei limiti del rispetto delle distanze dai centri abitati e dalle strade provinciali o nazionali per cui, in generale, visti i valori di emissione calcolati, non sono da prevedere azioni da espletare.

Si sottolinea, al fine di ridurre la movimentazione di polveri, durante la realizzazione delle attività di costruzione è prevista la bagnatura delle strade che verranno percorse dai mezzi di cantiere e di altri accorgimenti tratti all'interno dello studio di impatto ambientale.

Si può comunque concludere che le emissioni giornaliere ottenute, essendo opportunamente mitigate, risultano del tutto compatibili con un quadro di impatto non significativo sull'atmosfera circostante.

Lavorazioni di cantiere

Nell'area di cantiere la polverosità è legata esclusivamente alle operazioni effettuate dai mezzi movimento terra.

Le azioni di cantiere che possono avere un impatto sui recettori nell'area possono essere ricondotte a due categorie, una prima fase di preparazione del sito concernente le azioni di condizionamento delle aree e le attività di cantiere.

Il parco macchine dedicato al cantiere sarà, in linea di massima, così composto:

- ✓ escavatori idraulici
- ✓ pale cingolate
- ✓ gru;
- ✓ betoniere
- ✓ camion per il trasporto dei materiali
- ✓ autocisterna
- ✓ macchina di cantiere
- ✓ macchine per il trasporto del personale

Coerentemente a quanto detto sopra è stato possibile analizzare le lavorazioni più critiche, ovvero quelle riferite alla fase di scavo.

Calcolo delle emissioni

Per il calcolo delle emissioni è necessario definire preliminarmente la produttività oraria del singolo escavatore.

Di seguito si riportano le considerazioni per la determinazione della produttività oraria della macchina.

La produttività della macchina dipende dalla capacità della benna e dalla rotazione che deve effettuare.

Ai fini del modello è necessario fare riferimento alla produttività ora-ria dell'escavatore.

La Produttività si distingue essenzialmente in:

- Teorica: dipendente dai soli parametri della macchina e del terreno;
- Ottima: dipendente dai parametri di rendimento del cantiere;
- Reale: dipendente da parametri correttivi atti a distinguere le lavorazioni in condizioni ottimali (teoriche) da quelle reali.

Possiamo considerare, per semplicità, la produttività ottima l'ottanta-cinque per cento di quella teorica, in questo modo le formule per il calcolo delle produttività sarebbero:

$$P_{teorica} \left(\frac{m^3}{h} \right) = V \frac{r}{s} \frac{3600}{T_c}; \quad P_{ott} \cong 85\% P_{reale}; \quad P_{reale} = P_{ott} \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \gamma$$

Con:

- V = Volume al colmo della benna (m³);
- r = Coefficiente di riempimento della benna;
- s = Coefficiente di rigonfiamento del terreno;
- T_c = Tempo di ciclo;

- α = Coefficiente di rotazione della torretta
- β = Coefficiente di comparazione della benna (dritta, rovescia, mordente, trascinata)
- γ = Coefficiente di profondità dello scavo, diversa da quella ottimale;

Considerando la taglia dei mezzi presenti in cava, che possono essere considerati di taglia media, si possono assumere i seguenti dati:

- $V = 1 \text{ m}^3$
- $r = 0,9$
- $s = 1,2$
- $T_c = 20\text{s}$
- $\alpha = 1$
- $\beta = 0,8$
- $\gamma = 1$

La produttività teorica risultante è circa $135 \text{ m}^3/\text{h}$, ne consegue una produttività ottima pari a $108 \text{ m}^3/\text{h}$ ed una produttività reale di $86 \text{ m}^3/\text{h}$.

Una volta definita la produttività oraria dell'escavatore si può fare riferimento allo studio realizzato dall'Arpat in cui viene definito il fattore emissivo associato alla fase di escavazione "Sand Handling, Transfer, and storage" pari a $6,4 \cdot 10^{-4} \text{ kg/Mg}$.

Questo fattore deve essere però corretto in funzione della percentuale di PM10 presente nel terreno.

Supponendo un fattore pari al 60%, il coefficiente di emissione è pari $3,9 \cdot 10^{-4} \text{ kg/Mg}$.

Ipotizzando un peso specifico per il materiale pari a $1,6 \text{ Mg/m}^3$, si ottiene una produzione oraria di circa 146 Mg/h . Moltiplicando tale produzione per il fattore emissivo si ottiene una emissione pari a 57 g/h per ogni escavatore operante in cantiere.

Calcolo emissioni erosione del vento dai cumuli

La tipologia di lavoro prevista in progetto non prevede la formazione di cumuli in quanto il materiale proveniente dagli scavi saranno in parte riutilizzati in situ per realizzare le opere di mitigazione paesaggistica (attività che si prevede di fare immediatamente) ed in parte per riempire gli scavi eseguiti per la realizzazione del cavidotto.

Totale delle emissioni del cantiere

Dalle considerazioni sopra riportate è possibile definire le emissioni totali del cantiere come riportate nella tabella che segue.

Ipotizzando la presenza in cantiere di n. 2 macchine che lavorano contemporaneamente il valore totale è di 114 g/h .

Calcolo delle emissioni totali

Lavorazione	Emissioni unitarie [g/h]	n° Macchine	Emissioni totali [g/h]
Scavi di sbancamento	57	2	114

Confronto emissioni con valori di soglia

Il valore di emissione così determinato deve essere confrontato con i valori di soglia proposti dalla metodologia.

Tali valori di soglia sono funzione del variare della distanza tra recettore e sorgente ed al variare della durata annua (in giorni/anno) delle attività che producono tale emissione.

Per definire il periodo lavorativo si può fare riferimento al numero di giorni lavorativi pari a 300 giorni annui.

Fissate le due variabili si può fare riferimento alla tabella sottostante per la valutazione dei limiti:

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 [g/h]	Risultato
0-50	<90	Nessuna azione
	90-180	Monitoraggio presso il recettore o valutazione con dati sito specifici
	>180	Non compatibile
50-100	<225	Nessuna azione
	225-449	Monitoraggio presso il recettore o valutazione con dati sito specifici
	>449	Non compatibile
100-150	<519	Nessuna azione
	519-1038	Monitoraggio presso il recettore o valutazione con dati sito specifici
	>1038	Non compatibile
>150	<711	Nessuna azione
	711-1422	Monitoraggio presso il recettore o valutazione con dati sito specifici
	>1422	Non compatibile

Tabella 4 - Valori di soglia per un periodo di lavorazioni compreso tra 100 e 150 giorni l'anno

Le lavorazioni in corrispondenza degli aerogeneratori di progetto sono ubicate a distanza di oltre 500 metri dall'aera urbana e risultano rispettate le distanze da strade provinciali, statali e linee ferroviarie, per cui, in generale, visto il valore di emissione calcolato in 114 g/h, non sono da prevedere azioni da espletare.

Va in ogni caso rilevato che le emissioni in fase di cantiere sono abbondantemente compensate dalla riduzione delle emissioni di CO2 equivalente durante la fase di esercizio dell'impianto.

In conclusione, a quanto sopra riportato si evince che le emissioni di gas di scarico da veicoli/macchinari e di polveri da movimentazione terre e lavori civili sono rilasciate al livello del suolo con limitato galleggiamento e raggio di dispersione, determinando impatti potenziali di estensione **locale**. Inoltre, le polveri aerodisperse durante la fase di cantiere e di dismissione delle opere in progetto, visti gli accorgimenti di buona pratica che saranno adottati, sono paragonabili, come ordine di grandezza, a quelle normalmente provocate dai macchinari agricoli utilizzati per la lavorazione dei campi. Anche il numero di mezzi di trasporto e di macchinari funzionali all'installazione di tutte le opere in progetto così come quelli necessari allo smantellamento delle componenti delle opere in progetto determinano emissioni di entità trascurabile e non rilevanti per la qualità dell'aria. In ragione di ciò, l'entità può essere considerata **non riconoscibile**.

La magnitudo degli impatti risulta pertanto **trascurabile**.

7. MONITORAGGIO

La proposta di monitoraggio ambientale è finalizzata a caratterizzare la qualità dell'aria ambiente nella fase ante – operam, per la durata di un anno, mediante rilevazioni visive eventualmente integrate da tecniche di modellizzazione, focalizzando l'attenzione sugli inquinanti direttamente o indirettamente immessi nell'atmosfera. Si precisa che la fonte eolica non rilascia sostanze inquinanti, e che va valutata per tale componente il possibile fenomeno d'innalzamento delle polveri, nella fase di cantiere. Gli interventi e le azioni da prevedere, in fase di cantiere, sono:

- analisi delle caratteristiche climatiche e meteo diffusive dell'area di studio tramite anche la raccolta e organizzazione dei dati meteorologici disponibili per verificare l'influenza delle caratteristiche meteorologiche locali sulla diffusione e trasporto delle polveri;
- dare opportune indicazioni sulle coperture da utilizzare sui mezzi che trasportano materiale di scavo e terre;
- indicare alle imprese la viabilità da percorrere per evitare innalzamento di polveri;
- controllo dei pneumatici che non risultino particolarmente usurati e che possano quindi favorire l'innalzamento polveri;
- far adottare le misure di mitigazione in tempi congrui per evitare l'innalzamento di polveri.

In fase di cantiere le operazioni di controllo giornaliere saranno effettuate dalla Direzione Lavori.

Si prevede la predisposizione di una relazione tecnica di monitoraggio ante operam della durata di un anno con cadenza mensile, in fase di cantiere (dismissione vecchio impianto e realizzazione nuovo impianto) e dismissione del nuovo impianto.

8. CONCLUSIONI

All'interno della Zona Rurale IT2010, ove ricade l'intervento, la stazione di misura più prossima al sito di Progetto risulta quella installata nell'area urbana del comune di Alghero (CEALG1), distante circa 45.0 km dall'impianto eolico ubicato in area agricola nei comuni di Tergu (SS) e Nulvi (SS).

Dall'analisi svolta sullo stato della qualità dell'aria, con riferimento alla "Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2021", non si riscontrano particolari criticità e risultano rispettati gli standard di qualità dell'aria previsti dal D. Lgs. 155/2010.

L'impatto potenziale sulla qualità dell'aria, riconducibile alla realizzazione del Progetto, consiste in un eventuale peggioramento della qualità dell'aria rispetto allo stato attuale, limitatamente agli inquinanti emessi durante la fase di cantiere.

I potenziali ricettori presenti nell'area di progetto sono identificabili principalmente con gli sporadici insediamenti residenziali nei pressi dei cantieri e lungo le reti viarie interessate dal movimento mezzi per il trasporto di materiale, con i lavoratori e più in generale con le aree nelle sue immediate vicinanze. Quest'ultime sono essenzialmente di carattere agricolo, con conseguente scarsa presenza di ricettori sensibili nelle immediate vicinanze del Progetto proposto. L'impianto Eolico dista circa 1.7 km dal centro abitato di Tergu e Nulvi.

La durata degli impatti potenziali è classificabile come **breve termine**. Si sottolinea che durante l'intera durata della fase di costruzione/dismissione l'emissione di inquinanti in atmosfera sarà discontinua e limitata nel tempo. Le emissioni di gas di scarico da veicoli/macchinari e di polveri da movimentazione terre e lavori civili sono rilasciate al livello del suolo con limitato galleggiamento e raggio di dispersione, determinando impatti potenziali di estensione **locale**. Inoltre, le polveri aerodisperse

durante la fase di cantiere e di dismissione delle opere in progetto, visti gli accorgimenti di buona pratica che saranno adottati, sono paragonabili, come ordine di grandezza, a quelle normalmente provocate dai macchinari agricoli utilizzati per la lavorazione dei campi. Anche il numero di mezzi di trasporto e di macchinari funzionali all'installazione di tutte le opere in progetto così come quelli necessari allo smantellamento delle componenti delle opere in progetto determinano emissioni di entità trascurabile e non rilevanti per la qualità dell'aria.

In ragione di ciò, l'entità può essere considerata **non riconoscibile**.

La magnitudo degli impatti risulta pertanto **trascurabile**.

Si prevede, infine, la predisposizione di una relazione tecnica di monitoraggio ante operam della durata di un anno con cadenza mensile, in fase di cantiere (dismissione vecchio impianto e realizzazione nuovo impianto) e dismissione del nuovo impianto.

