

Progetto Definitivo

# PARCO EOLICO OFFSHORE AL LARGO DELLE COSTE DI CIVITAVECCHIA



## TYRRHENIAN WIND ENERGY

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*

### Relazione tecnica VALUTAZIONE IMPATTO ACUSTICO TERRESTRE

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

Elaborazioni  
**iLStudio.**  
Engineering & Consulting **Studio**

# ACUTER

C0123YR00ACUTER00a



00	Luglio 2023	Emesso per approvazione		
Rev. Est.	Data emissione	Descrizione		Cod. Ela.

Cod.:	<b>C</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Y</b>	<b>R</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>A</b>	<b>C</b>	<b>U</b>	<b>T</b>	<b>E</b>	<b>R</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>a</b>
	Tipo	Num. Com.	Anno	Cod. Set.	Tip. Ela.	Prog. Ela.	Descrizione elaborato								Rev. Est.	Rev. Int.		

## SOMMARIO

<b>1. SCOPO DEL DOCUMENTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO .....</b>	<b>2</b>
<b>3. DEFINIZIONI .....</b>	<b>3</b>
<b>4. LINEE GUIDA E INDIRIZZI NORMATIVI .....</b>	<b>5</b>
4.1. Riferimenti legislativi .....	5
4.1.1. Legge 23 dicembre 1978, n.833.....	5
4.1.2. Legge 8 luglio 1986, n.349.....	5
4.1.3. DPCM 1° marzo 1991.....	5
4.1.4. Legge 26 ottobre 1995, n. 447 .....	7
4.1.5. DPCM 14 novembre 1997 .....	7
Art.2, valori limite di emissione.....	7
Art.3, valori limite assoluti di immissione.....	8
Art. 4, valori limite differenziali di immissione.....	8
4.1.6. DECRETO 16 marzo 1998 .....	8
4.1.7. D.lgs. 4 settembre 2002, n. 262 .....	9
4.2. Norme tecniche .....	9
<b>5. DESCRIZIONE E UBICAZIONE DELLE OPERE A TERRA.....</b>	<b>10</b>
5.1. Punto di giunzione .....	10
5.2. Elettrodotto interrato 66kV .....	11
5.2.1. Aspetti costruttivi del cavo .....	12
5.2.2. Caratteristiche elettriche del cavo .....	12
5.2.3. Posa e protezione dell'elettrodotto .....	12
5.3. Sottostazione di trasformazione .....	14
5.4. Elettrodotto interrato 380kV.....	15
5.4.1. Aspetti costruttivi del cavo .....	16
5.4.2. Caratteristiche elettriche del cavo .....	16
5.4.3. Posa e protezione dell'elettrodotto .....	16
5.5. Sottostazione di misura e consegna .....	17
5.6. Elettrodotto interrato di connessione a 380kV, Oncc .....	18
5.6.1. Aspetti costruttivi del cavo .....	18
5.6.2. Caratteristiche elettriche del cavo .....	19
5.6.3. Posa e protezione dell'elettrodotto .....	19
<b>6. SCENARIO ACUSTICO DI BASE .....</b>	<b>20</b>
6.1. Punti di misurazione .....	20
6.2. Piani di classificazione acustica.....	21
6.2.1. PCA Comune di Civitavecchia .....	21
6.2.2. PCA Comune di Tarquinia .....	21
<b>7. CALCOLO DELLE EMISSIONI ACUSTICHE .....</b>	<b>23</b>

<b>PARCO EOLICO OFFSHORE AL LARGO DELLE COSTE DI CIVITAVECCHIA</b>		
PROGETTO DEFINITIVO		
<b>Relazione tecnica - Valutazione impatto acustico terrestre</b>		
Codice documento: <b>C0123YR00ACUTER00a</b>	Data emissione: <b>Luglio 2023</b>	Pagina <b>II di V</b>

Modello di calcolo – solutore.....	23
<b>7.1. Fase di costruzione.....</b>	<b>23</b>
<b>7.1.1. Elettrodotto interrato 66kV .....</b>	<b>24</b>
7.1.1.1. Livelli acustici previsti.....	24
<b>7.1.2. Sottostazione di trasformazione .....</b>	<b>27</b>
7.1.2.1. Caratterizzazione delle sorgenti acustiche .....	27
7.1.2.2. Livelli acustici previsti.....	28
<b>7.1.3. Elettrodotto interrato 380 kV .....</b>	<b>32</b>
<b>7.1.3.1. Caratterizzazione delle sorgenti acustiche .....</b>	<b>32</b>
<b>7.1.3.2. Livelli acustici previsti.....</b>	<b>33</b>
7.1.3.2.1. Caso 1 .....	34
<b>7.1.3.2.2. Caso 2.....</b>	<b>37</b>
<b>7.1.4. Sottostazione di misura e consegna.....</b>	<b>40</b>
<b>7.2. Fase di esercizio.....</b>	<b>41</b>
<b>7.2.1. Elettrodotto interrato 66 kV .....</b>	<b>41</b>
<b>7.2.2. Sottostazione di trasformazione .....</b>	<b>41</b>
7.2.2.1. Caratterizzazione delle sorgenti acustiche .....	41
7.2.2.2. Livelli acustici previsti.....	42
7.2.2.2.1. Periodo diurno.....	44
Limite assoluto di immissione .....	45
Limite di emissione.....	45
Limite differenziale di immissione.....	45
7.2.2.2.2. Periodo notturno.....	46
Limite assoluto di immissione .....	47
Limite di emissione.....	47
Limite differenziale di immissione.....	47
<b>7.2.3. Elettrodotto interrato 380 kV .....</b>	<b>48</b>
<b>7.2.4. Sottostazione di misura e consegna.....</b>	<b>48</b>
<b>8. MISURE DI MITIGAZIONE.....</b>	<b>49</b>
<b>9. CONCLUSIONI.....</b>	<b>50</b>

<b>PARCO EOLICO OFFSHORE AL LARGO DELLE COSTE DI CIVITAVECCHIA</b> PROGETTO DEFINITIVO		
<b>Relazione tecnica - Valutazione impatto acustico terrestre</b>		
Codice documento: <b>C0123YR00ACUTER00a</b>	Data emissione: <b>Luglio 2023</b>	Pagina <b>III di V</b>

## **INDICE DELLE FIGURE**

Figura 2.1 – Schema concettuale dell’impianto. ....	2
Figura 5.1 – Opere a terra.....	10
Figura 5.2 – Punto di giunzione.....	11
Figura 5.3 – Costruzione tipica di un cavo terrestre unipolare.....	12
Figura 5.4 – Sezione tipica in TOC con controtubi – terne 66 kV. ....	13
Figura 5.5 – Sezione tipica in TOC con singolo controtubo – terne 66 kV.....	13
Figura 5.6 – Sezione tipica in trincea inizio/fine TOC – terne 66 kV.....	14
Figura 5.7 – Sezione tipica in trincea – terne 66 kV.....	14
Figura 5.8 – Planimetria elettromeccanica della sottostazione elettrica di trasformazione. ....	15
Figura 5.9 – Costruzione tipica di un cavo terrestre unipolare.....	16
Figura 5.10 – Sezione tipica in TOC con singolo controtubo (sx) o con controtubi (dx) – terne 380 kV. ....	17
Figura 5.11 – Sezione tipica in trincea (a sx inizio/fine TOC) – terne 380 kV. ....	17
Figura 5.12 – Planimetria elettromeccanica della sottostazione elettrica di misura e consegna.....	18
Figura 5.13 – Costruzione tipica di un cavo terrestre unipolare.....	19
Figura 6.2 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Civitavecchia. ....	21
Figura 6.3 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Tarquinia. ....	22

## **INDICE DELLE TABELLE**

---

Tabella 4.1 – Tabella 1: classificazione in zone acustiche. ....	5
Tabella 4.2 – Tabella 2: valori dei limiti massimi del livello sonoro equivalente relativi alle classi di destinazione d'uso del territorio di riferimento. ....	6
Tabella 4.3 – Art.6: limiti di accettabilità del livello sonoro equivalente. ....	6
Tabella 4.4 – Tabella B: valori limite di emissione – $L_{eq}$ in dB(A). ....	8
Tabella 4.5 – Tabella C: valori limite assoluto di immissione – $L_{eq}$ in dB(A). ....	8
Tabella 5.1 – Caratteristiche elettriche e dimensionali dell'elettrodotto terrestre di esportazione 66 kV. ....	12
Tabella 5.2 – Caratteristiche elettriche e dimensionali dell'elettrodotto terrestre di esportazione 380 kV. ....	16
Tabella 5.3 – Caratteristiche elettriche e dimensionali dell'elettrodotto terrestre di connessione 380 kV. ....	19

---

## **INDICE DELLE VOCI**

---

<b>ARPA</b>	Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale
<b>ARPA</b>	Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale
<b>CE</b>	Commissione Europea
<b>CIGRE</b>	Conseil International des Grands Réseaux Électriques
<b>EPRI</b>	Electric Power Research Institute
<b>Iac</b>	Inter-array cable
<b>IEC</b>	International Electrotechnical Commission
<b>Ofec</b>	Offshore export cable
<b>ONAF</b>	Oil Natural Air Forced
<b>ONAN</b>	Oil Natural Air Natural
<b>Oncc</b>	Onshore connection cable
<b>Onec</b>	Onshore export cable
<b>PCA</b>	Piano di Classificazione Acustica
<b>RTN</b>	Rete di Trasmissione Nazionale
<b>TJB</b>	Transition Junction Bay
<b>TOC</b>	Trivellazione Orizzontale Controllata
<b>WTG</b>	Wind Turbine Generator

---

## **1. SCOPO DEL DOCUMENTO**

---

La relazione tecnica ha lo scopo di valutare l'impatto acustico generato dalla componente a terra del progetto per la realizzazione di un parco eolico offshore al largo delle coste di Civitavecchia, sia nella fase di costruzione che in quella di esercizio dell'impianto. L'opera, grazie al contributo di 28 aerogeneratori galleggianti, sarà in grado di garantire una potenza elettrica nominale pari a 504 MW.

La valutazione dell'impatto acustico è condotta in corrispondenza dei ricettori sensibili individuati in una fase di studio iniziale, mediante l'utilizzo di:

- modelli fisico-matematici per simulare la propagazione del suono nell'ambiente esterno;
- riferimenti legislativi presenti in materia di inquinamento acustico, con lo scopo di quantificare gli impatti associati alle sorgenti di rumore.

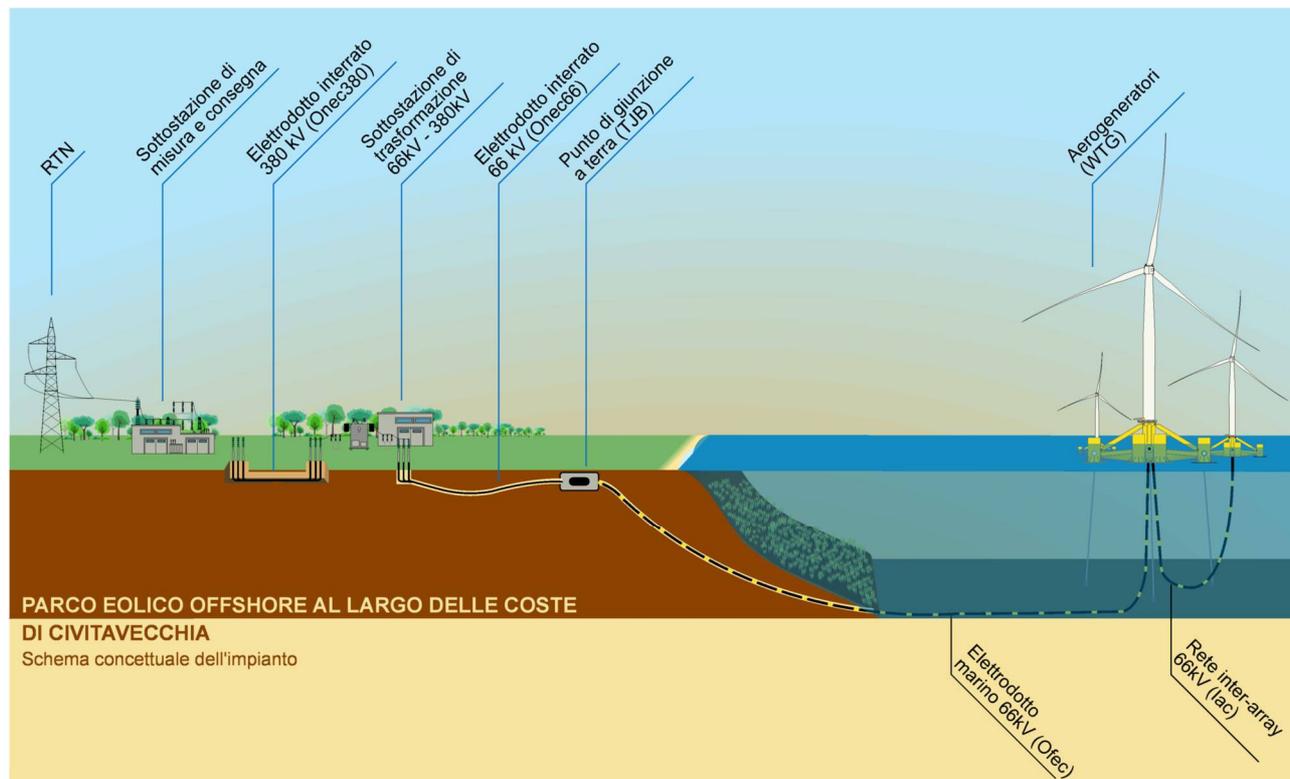
Valutati gli impatti, che nel caso in esame risultano comunque trascurabili o di breve durata, è dato spazio alle più idonee misure di mitigazione da adottare eventualmente per la minimizzazione degli impatti sulla popolazione.

Il documento, nella sua completezza contiene:

- una descrizione sintetica del progetto;
  - una lista delle definizioni relative ai termini tecnici-specialistici utilizzati all'interno del documento;
  - una trattazione sulle linee guida e riferimenti normativi in materia di inquinamento acustico ambientale;
  - un breve inquadramento relativo all'ubicazione delle opere in progetto;
  - una trattazione relativa allo scenario acustico di base e alla classificazione acustica vigente all'interno dei comuni interessati;
  - il calcolo delle emissioni acustiche previste in fase di costruzione ed esercizio;
  - una descrizione delle misure di mitigazione eventualmente previste;
  - idonee conclusioni dello studio effettuato con valutazione degli impatti.
-

## 2. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

L'impianto di produzione eolica, a realizzarsi nel Mar Tirreno nel settore geografico sud-ovest delle coste di Civitavecchia, a oltre 20 km dalle più vicine coste laziali, garantirà una potenza nominale massima pari a 504 MW attraverso l'utilizzo di 28 aerogeneratori sostenuti da innovative fondazioni galleggianti.



**Figura 2.1 – Schema concettuale dell'impianto.**

Elaborazione iLStudio.

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*) sarà costituito da un rotore tripala con diametro fino a 255 m calettato su torre ad una quota sul livello medio mare fino a 165 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 la terraferma attraverso un sistema di 6 cavi marini tripolari di esportazione (*Offshore export cable - Ofec*) a 66 kV, con approdo in TOC a circa 200 m oltre la linea di costa in un punto di giunzione a terra (*Transition Junction Bay - TJB*). Da qui, previo collegamento a 66 kV (*Onshore export cable – Onec66*), l'energia sarà trasportata presso una sottostazione elettrica di trasformazione prossima al punto di giunzione, ove sarà effettuata l'elevazione della tensione nominale da 66 kV a 380 kV. Un nuovo elettrodotto interrato di esportazione a 380 kV (*Onshore export cable – Onec380*), permetterà quindi il collegamento alla nuova sottostazione di misure e consegna in prossimità della esistente stazione elettrica RTN TERNA "Aurelia" per la definitiva connessione alla Rete Nazionale.

### 3. DEFINIZIONI

Con l'obiettivo di un'efficace comprensione degli argomenti trattati nel documento, seguono, nel presente paragrafo, alcune definizioni tecnico specifiche già riportate all'interno dei riferimenti di legge in materia di inquinamento acustico.

- **Ambiente abitativo:** ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive.
- **Area di influenza:** porzione o porzioni di territorio in cui la realizzazione di una nuova opera o la modifica di un'opera esistente potrebbe determinare una variazione significativa dei livelli di rumore ambientale, rispetto alla situazione ante – operam.
- **Banda di ottava:** banda di frequenza ove il rapporto tra la frequenza superiore e quella inferiore è pari a 2. Il campo dei suoni udibili comprende 10 bande di ottava standardizzate nelle frequenze centrali di banda di 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 e 16000 Hz.
- **Campo sonoro:** regione dello spazio sede di un sistema di onde sonore. In assenza di ostacoli alla propagazione sonora esistono solo le onde direttamente irradiate dalla sorgente (campo libero). In un ambiente chiuso le riflessioni sulle pareti generano un sistema complesso di onde riflesse che si propagano in molteplici direzioni (campo riverberante). Quando queste riflessioni, a seguito delle diffusioni ad esse associate, sono statisticamente distribuite in modo uniforme in tutte le direzioni si è in presenza di campo diffuso.
- **Differenziale del rumore:** differenza tra livello di rumore ambientale e livello del rumore residuo.
- **Frequenza:** numero di oscillazioni nell'unità di tempo della pressione rispetto al suo valore in assenza di onde sonore. Si misura in cicli al secondo, hertz (Hz). Il campo di frequenza dei suoni udibili convenzionalmente è compreso tra 20 e 20000 Hz. Pur non esistendo una classificazione standardizzata, solitamente le alte frequenze sono comprese tra 1000 e 20000 Hz, le frequenze medie tra 200 e 1000 Hz e le basse frequenze tra 20 e 200 Hz.
- **Inquinamento acustico:** l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento dell'ecosistema, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno, tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi.
- **Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato di tipo A -  $L_{A,eq}$ :** è il parametro fisico adottato per la misura del rumore, definito dalla relazione analitica:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{T} \int_0^t \left( \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} \right) dt \right] \text{ [dB]} \quad \text{eq. (1)}$$

dove  $p_A(t)$  è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata secondo la curva A,  $p_0$  è il già citato valore della pressione sonora di riferimento,  $T$  è l'intervallo di tempo di integrazione,  $L_{Aeq,T}$  esprime il livello energetico medio del rumore ponderato secondo curva A, nell'intervallo di tempo considerato.

- **Livello di esposizione personale  $L_{ex}$ :** livello continuo equivalente in dBA rilevato al posto operatore o a 10 - 40 cm dal suo orecchio in condizioni operative, durante il normale svolgimento dell'attività lavorativa per un tempo rappresentativo dello svolgimento della propria mansione.
- **Livello di potenza sonora equivalente  $L_{W,eq}$ :** rumore emesso da una sorgente fittizia che lavora in continuo in un tempo corrispondente alle ore di funzionamento e utilizzo delle singole attrezzature.

$$L_{W,eq} = 10 \log_{10} \sum_n \left( \frac{T_{fi}}{T_{rif}} 10^{\frac{L_{Wi}}{10}} \right) \text{ [dB]} \quad \text{eq. (2)}$$

ove  $n$  è il numero di sorgenti attive nell'area,  $T_{fi}$  è il tempo di funzionamento della sorgente  $i$ -esima,  $T_{rif}$  è la durata del turno di lavoro (8 ore),  $L_{wi}$  la potenza sonora della singola macchina attiva in cantiere.

- **Livello di pressione sonora:** esprime il valore della pressione acustica di un fenomeno sonoro mediante la scala logaritmica dei decibel ed è dato dalla relazione:

$$L_p = 20 \log_{10} \left( \frac{p}{p_0} \right) [dB] \quad \text{eq. (3)}$$

in cui  $p$  è il valore efficace della pressione sonora misurata in pascal (Pa) e  $p_0$  è la pressione di riferimento che, per misurazioni in aria, si assume uguale a 20 micropascal ( $\mu\text{Pa}$ ) in condizioni standard.

- **Rumore:** qualunque emissione sonora che provochi sull'uomo effetti indesiderati, disturbanti o dannosi o che determini un qualsiasi deterioramento qualitativo dell'ambiente.
- **Rumore ambientale:** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato di tipo A, prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti.
- **Rumore di fondo:** è il livello sonoro statistico L90 o L95 ovvero che viene superato nel 90 o 95% della durata della misurazione.
- **Rumore residuo:** è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato di tipo A, che si rileva quando si escludono le specifiche sorgenti disturbanti. Esso deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.
- **Sorgente sonora:** qualsiasi oggetto, dispositivo, macchina o impianto o essere vivente idoneo a produrre emissioni sonore.
- **Sorgente specifica:** sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del disturbo.
- **Sorgenti sonore fisse:** gli impianti tecnici degli edifici e le altre installazioni unite agli immobili anche in via transitoria i cui uso produca emissioni sonore; le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, industriali, artigianali, commerciali ed agricole; i parcheggi; le aree adibite a stabilimenti di movimentazione merci; i depositi dei mezzi di trasporto di persone e merci; le aree adibite ad attività sportive e ricreative.
- **Sorgenti sonore mobili:** tutte le sorgenti sonore non comprese tra le sorgenti sonore fisse.
- **Valori di attenzione:** il valore di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente.
- **Valori di qualità:** i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla legge.
- **Valori limite di emissione:** il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.
- **Valori limite di immissione:** il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori.

## 4. LINEE GUIDA E INDIRIZZI NORMATIVI

Nel presente paragrafo si riportano i riferimenti legislativi e le norme utili ai fini del presente studio.

### 4.1. Riferimenti legislativi

I primi riferimenti legislativi in materia di inquinamento acustico risalgono al 1978, negli anni a seguire vi sono stati ulteriori sviluppi del tema sino alla pubblicazione dei valori limite di emissione ed immissione (1997) in armonizzazione con la legge quadro sull'inquinamento acustico del 1995.

#### 4.1.1. Legge 23 dicembre 1978, n.833

La legge 833/1978 sancisce l'istituzione del servizio sanitario nazionale come strumento di "tutela della salute come fondamentale diritto dell'individuo e interesse della collettività", così come riportato nell'art.1.

Essa rappresenta il primo riferimento di legge entro cui si fa cenno ai limiti massimi di esposizione alle emissioni sonore. Infatti, l'articolo 4 sancisce che "Con legge dello Stato sono dettate norme dirette ad assicurare condizioni e garanzie di salute uniformi per tutto il territorio nazionale [...]". E ancora che "[...] Con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri, su proposta del Ministero della sanità, sentito il Consiglio sanitario nazionale, sono fissati e periodicamente sottoposti a revisione [...] i limiti massimi di esposizione relativi ad inquinanti di natura chimica, fisica e biologica e delle emissioni sonore negli ambienti di lavoro, abitativi e nell'ambiente esterno".

#### 4.1.2. Legge 8 luglio 1986, n.349

La legge 349/1986 sancisce l'istituzione del Ministero dell'ambiente e detta successive norme in materia di danno ambientale. In particolare, nell'art. 2, comma 14, si ribadisce la necessità di fissare dei limiti massimi di esposizione alle emissioni sonore, in relazione al solo ambiente esterno e abitativo. Inoltre è sancito che "[...] La fissazione di tali limiti, ove gli stessi siano relativi agli ambienti di lavoro, è proposta al Presidente del Consiglio dei ministri dal Ministero della sanità [...]".

#### 4.1.3. DPCM 1° marzo 1991

Il DPCM sancisce i limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e all'esterno insieme alle modalità e alle caratteristiche della strumentazione di misura. Esso ha rappresentato una misura a carattere transitorio "in attesa dell'approvazione di una legge quadro in materia di tutela dell'ambiente dall'inquinamento acustico [...]".

L'art. 2, comma 1, decreta che "Ai fini della determinazione dei limiti massimi dei livelli sonori equivalenti, i comuni adottano la classificazione in zone riportata nella tabella 1 [...]", riportata a seguire. Tale tabella riporta 6 classi acustiche differenti con cui sviluppare il generico piano di zonizzazione acustica comunale.

**Tabella 4.1 – Tabella 1: classificazione in zone acustiche.**

DPCM 1° marzo 1991.

<b>Classe I</b> <b>Aree particolarmente protette</b>	Aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione, comprendenti le aree ospedaliere, le aree scolastiche, le aree destinate al riposo e allo svago, le aree residenziali rurali, le aree di particolare interesse urbanistico, le aree di parco.
<b>Classe II</b> <b>Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale</b>	Aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali.
<b>Classe III</b> <b>Aree di tipo misto</b>	Aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali e assenza di attività industriali, aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.

<b>Classe IV</b> <b>Aree di intensa attività umana</b>	Aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali, artigianali e uffici; aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie, aree portuali, aree con limitata presenza di piccole industrie.
<b>Classe V</b> <b>Aree prevalentemente industriali</b>	Aree miste interessate prevalentemente da attività industriali, con presenza anche di insediamenti abitativi e attività di servizi.
<b>Classe VI</b> <b>Aree esclusivamente industriali</b>	Aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

A seguire, il medesimo articolo, sempre al comma 1 decreta che “[...] I limiti massimi dei livelli sonori equivalenti, fissati in relazione alla diversa destinazione d’uso del territorio, sono indicati nella tabella 2” riportata a seguire. Tali limiti sono differenziati a seconda del periodo diurno o notturno.

**Tabella 4.2 – Tabella 2: valori dei limiti massimi del livello sonoro equivalente relativi alle classi di destinazione d’uso del territorio di riferimento.**

DPCM 1° marzo 1991.

Classi di destinazione d’uso del territorio	Leq dB(A) Periodo diurno	Leq dB(A) Periodo notturno
<b>I. aree particolarmente protette</b>	50	40
<b>II. aree prevalentemente residenziali</b>	55	45
<b>III. aree di tipo misto</b>	60	50
<b>IV. aree di intensa attività umana</b>	65	55
<b>V. aree prevalentemente industriali</b>	70	60
<b>VI. aree esclusivamente industriali</b>	70	70

Tuttavia, in assenza di una suddivisione del territorio comunale in zone acustiche, il DPCM detta dei limiti di accettabilità “nazionali” riportati nella seguente tabella, così come espresso all’interno dell’art. 6.

**Tabella 4.3 – Art.6: limiti di accettabilità del livello sonoro equivalente.**

DPCM 1° marzo 1991.

Zonizzazione	Limite diurno Leq dB(A)	Limite notturno Leq dB(A)
<b>Tutto il territorio nazionale</b>	70	60
<b>Zona A (D.M. n. 1444/68)</b>	65	55
<b>Zona B (D.M. n. 1444/68)</b>	60	50
<b>Zona esclusivamente industriale</b>	70	70

Fissati i limiti assoluti, il decreto, al comma 2 dell’art. 2, introduce anche il criterio differenziale tra rumore ambientale e rumore residuo. Infatti, “Per zone non esclusivamente industriali indicate in precedenza, [...] sono stabilite anche le seguenti differenze da non superare per il livello equivalente del rumore ambientale e quello del rumore residuo: 5 dB(A) durante il periodo diurno, 3dB(A) durante il periodo notturno”. Inoltre si specifica che “La misura deve essere effettuata all’interno degli ambienti abitativi e nel tempo di osservazione del fenomeno acustico”.

Per quanto concerne le modalità con cui effettuare le misurazioni in situ e le caratteristiche della strumentazione di misura, il Decreto (all’allegato B) definisce che il rilevamento dei livelli acustici debba essere eseguito misurando il livello sonoro continuo equivalente ponderato in curva A (Leq) per un tempo di misura sufficiente ad ottenere una valutazione significativa del fenomeno sonoro esaminato.

Per le sorgenti fisse tale rilevamento dovrebbe comunque essere eseguito in corrispondenza del luogo disturbato e nel periodo di massimo disturbo, senza tener conto di eventi eccezionali.

Il microfono del fonometro dovrebbe essere posizionato a 1.20 – 1.50 metri dal suolo e ad almeno un metro da altre superfici interferenti (quali, ad esempio pareti ed ostacoli), orientato verso la sorgente di rumore la cui provenienza sia identificabile. L’osservatore dovrebbe tenersi a sufficiente distanza dal microfono per non

interferire con la misura.

Le misure in esterno dovrebbero essere eseguite in condizioni meteorologiche normali ed in assenza di precipitazioni atmosferiche; inoltre, nel caso di edifici con facciata a filo della sede stradale o di spazi liberi, il microfono deve essere collocato a 1 metro dalla facciata stessa. Nel caso invece di edifici con distacco dalla sede stradale o di spazi liberi, il microfono deve essere collocato a 1 metro dalla perimetrazione esterna dell'edificio.

Nelle aree esterne non edificate, i rilevamenti devono esser effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone o comunità. Si deve effettuare la misura del livello di rumore ambientale e confrontarla con i limiti di esposizione assoluti e differenziali.

#### **4.1.4. Legge 26 ottobre 1995, n. 447**

La legge quadro 447/1995 “[...] stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico [...]”.

La legge, all'art. 2 comma 1 introduce il concetto di inquinamento acustico ovvero “[...] l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi. [...]” e definisce l'ambiente abitativo come “[...] ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al d.lgs. 15 agosto 1991, 277, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive. [...]”. Sono altresì introdotte le definizioni di valori limite di emissione, valori limite di immissione, valori di attenzione e valori di qualità.

Sono altresì stabilite le competenze dei vari enti nell'ambito della gestione dell'inquinamento acustico. Infatti, in base all'art. 4, alle Regioni viene attribuito il compito di predisporre una legge di pianificazione nella quale vengano dati indirizzi e criteri per i piani di classificazione acustica dei territori comunali e le relative scadenze, per la redazione della documentazione di impatto acustico e delle modalità di controllo da parte dei Comuni nonché per l'organizzazione delle reti di controllo.

Ai Comuni (art. 6) spetta il compito di effettuare la classificazione acustica del territorio comunale, il coordinamento degli strumenti urbanistici con la classificazione, l'adozione dei piani di risanamento e il controllo delle emissioni acustiche. Inoltre, ai Comuni è concessa “h) l'autorizzazione, anche in deroga ai valori limite [...], per lo svolgimento di attività temporanee e di manifestazioni in luogo pubblico o aperto al pubblico e per spettacoli di carattere temporaneo ovvero mobile, nel rispetto delle prescrizioni indicate dal comune stesso”, così come già dettato nel DPCM 1° marzo 1991 al comma 4 art. 1.

#### **4.1.5. DPCM 14 novembre 1997**

Il DPCM, a valle ed in attuazione della legge quadro del 1995, determina i valori limite delle sorgenti sonore. In particolare, così come riportato nell'art. 1, il decreto “[...] determina i valori limite di emissione, i valori limite di immissione, i valori di attenzione ed i valori di qualità [...]” già definiti nella suddetta legge quadro.

I valori limite imposti nel presente decreto fanno riferimento alle classi di destinazione d'uso dei territori comunali, già definite nel DPCM 1° marzo 1991 e riportate in Tabella 4.1.

#### **Art.2, valori limite di emissione**

“I valori limite di emissione [...] sono riferiti alle sorgenti fisse ed alle sorgenti mobili”. Tali valori sono indicati nella tabella seguente (tabella B del decreto) e “si applicano a tutte le aree del territorio ad esse circostanti, secondo la rispettiva classificazione in zone”.

**Tabella 4.4 – Tabella B: valori limite di emissione –  $L_{eq}$  in dB(A).**

DPCM 14 novembre 1997.

Tabella B Classi di destinazione d'uso del territorio	Valori limite di emissione – $L_{eq}$ - dB(A)	
	Periodo diurno (dalle 06:00 alle 22:00)	Periodo notturno (dalle 22:00 alle 06:00)
I - aree particolarmente protette	45	35
II - aree prevalentemente residenziali	50	40
III - aree di tipo misto	55	45
IV - aree di intensa attività umana	60	50
V - aree prevalentemente industriali	65	55
VI - aree esclusivamente industriali	65	65

Al comma 3 è specificato che “I rilevamenti e le verifiche sono effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità”.

### **Art.3, valori limite assoluti di immissione**

“I valori limite assoluti di immissione [...] riferiti al rumore immesso nell’ambiente esterno dall’insieme di tutte le sorgenti” sono indicati nella seguente (tabella C del decreto).

**Tabella 4.5 – Tabella C: valori limite assoluto di immissione –  $L_{eq}$  in dB(A).**

DPCM 14 novembre 1997.

Tabella C Classi di destinazione d'uso del territorio	Valori limite assoluti di immissione – $L_{eq}$ - dB(A)	
	Periodo diurno (dalle 06:00 alle 22:00)	Periodo notturno (dalle 22:00 alle 06:00)
I - aree particolarmente protette	50	40
II - aree prevalentemente residenziali	55	45
III - aree di tipo misto	60	50
IV - aree di intensa attività umana	65	55
V - aree prevalentemente industriali	70	60
VI - aree esclusivamente industriali	70	70

Il comma 3 del presente articolo specifica che “All’interno delle fasce di pertinenza, le singole sorgenti sonore [...] devono rispettare i limiti di cui alla tabella B allegata al presente decreto.” (Tabella 4.4) “Le sorgenti sonore [...] devono rispettare, nel loro insieme, i limiti di cui alla tabella C allegata al presente decreto, secondo la classificazione che a quella fascia viene assegnata”.

### **Art. 4, valori limite differenziali di immissione**

“I valori limite differenziali di immissione [...] sono: 5 dB per il periodo diurno e 3 dB per il periodo notturno, all’interno degli ambienti abitativi. Tali valori non si applicano nelle aree classificate nella classe VI”, ovvero le aree esclusivamente industriali.

Tuttavia, al comma 2 del presente articolo, il decreto specifica che i valori limite differenziali di immissione non si applicano “a) se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno; b) se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno”.

#### **4.1.6. DECRETO 16 marzo 1998**

Il decreto riporta le tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico in attuazione della legge 26 ottobre 1995.

Tra le varie definizioni all'interno dell'allegato A si enunciano i fattori correttivi come "correzione in dB(A) introdotta per tener conto della presenza di rumori con componenti impulsive ( $K_I = 3$ ), tonali ( $K_T = 3$ ) o di bassa frequenza ( $K_B = 3$ )". Da qui si rivede il valore del livello di rumore ambientale secondo una definizione di livello corretto:

$$L_C = L_A + K_I + K_T + K_B \text{ [dB]} \quad \text{eq. (4)}$$

Nell'allegato B il decreto riporta le norme tecniche per l'esecuzione delle misure, specificando che "La misura dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata A nel periodo di riferimento [...] può essere eseguita: a) per integrazione continua [...]; b) con tecnica di campionamento". Inoltre il livello sonoro continuo equivalente "viene calcolato come media dei valori del livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A relativo agli intervalli del tempo di osservazione".

Per le misure in ambiente esterno si decreta che il microfono deve essere posto ad una distanza non inferiore ad un metro da facciate di edifici o pareti. Inoltre "le misurazioni devono essere eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s. Il microfono deve comunque essere munito di cuffia antivento [...]".

Infine, l'allegato B indica le modalità per il riconoscimento delle componenti di rumore impulsive, tonali o a bassa frequenza così da poter applicare o meno i suddetti fattori correttivi.

#### **4.1.7. D.lgs. 4 settembre 2002, n. 262**

Il presente decreto legislativo sancisce l'attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto.

Come da art. 1, il decreto "disciplina i valori di emissione acustica, le procedure di valutazione della conformità, la marcatura, la documentazione tecnica e la rilevazione dei dati sull'emissione sonora relativi alle macchine ed alle attrezzature destinate a funzionare all'aperto, al fine di tutelare sia la salute ed il benessere delle persone che l'ambiente".

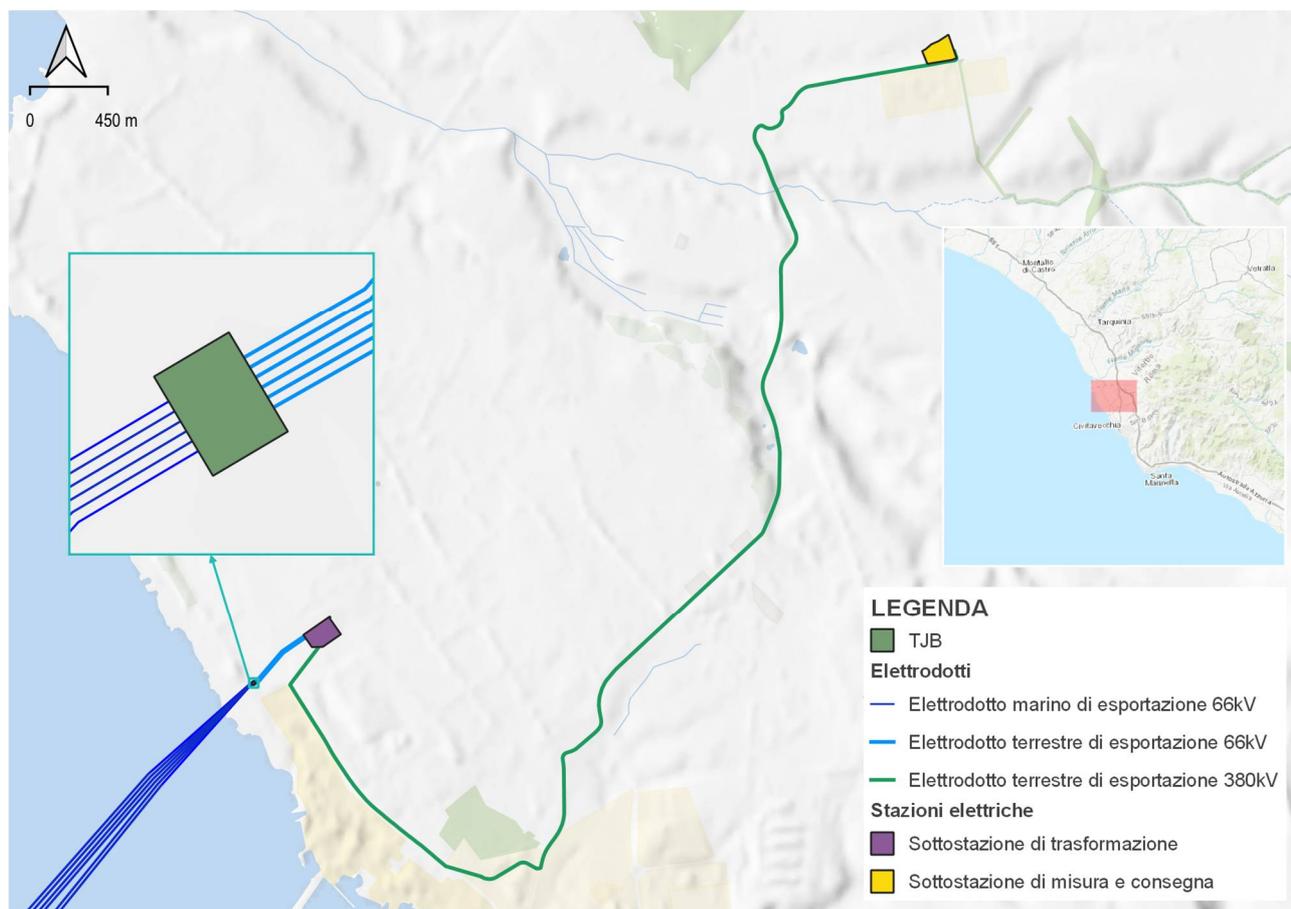
## **4.2. Norme tecniche**

- a UNI ISO 1996-1:2010 "Descrizione, misurazione e valutazione del rumore ambientale; parte 1: Grandezze fondamentali e metodi di valutazione".
- UNI ISO 1996-2:2010 "Descrizione, misurazione e valutazione del rumore ambientale; parte 2: determinazione dei livelli di rumore ambientale".
- UNI ISO 9613-1:2006 "Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto. Parte 1: Calcolo dell'assorbimento atmosferico".
- UNI ISO 9613-2: 2006 "Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto. Parte 2: Metodo generale di calcolo".
- UNI/TR 11326:2009 "Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica. Parte 1: Concetti generali".
- UNI CEI ENV 13005:2000 "Guida all'espressione dell'incertezza di misura".
- UNI 10855:1996 "Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti".
- IEC 60076-10:2001 "Power transformers – Part 10: Determination of sound levels".
- IEC 61672-1:2002 "Sound level meters – Part 1: Specifications".
- IEC 61260-1:2014 "Octave-band and fractional-octave-band filters - Part 1: Specifications".

## 5. DESCRIZIONE E UBICAZIONE DELLE OPERE A TERRA

Le opere a terra del progetto sono deputate al trasporto, trasformazione e consegna alla Rete di Trasmissione Nazionale dell'energia elettrica prodotta. Esse sono differenziabili in:

- punto di giunzione, TJB;
- elettrodotto interrato 66 kV;
- sottostazione di trasformazione;
- elettrodotto interrato 380 kV;
- sottostazione di misura e consegna;
- elettrodotto interrato di connessione 380 kV.

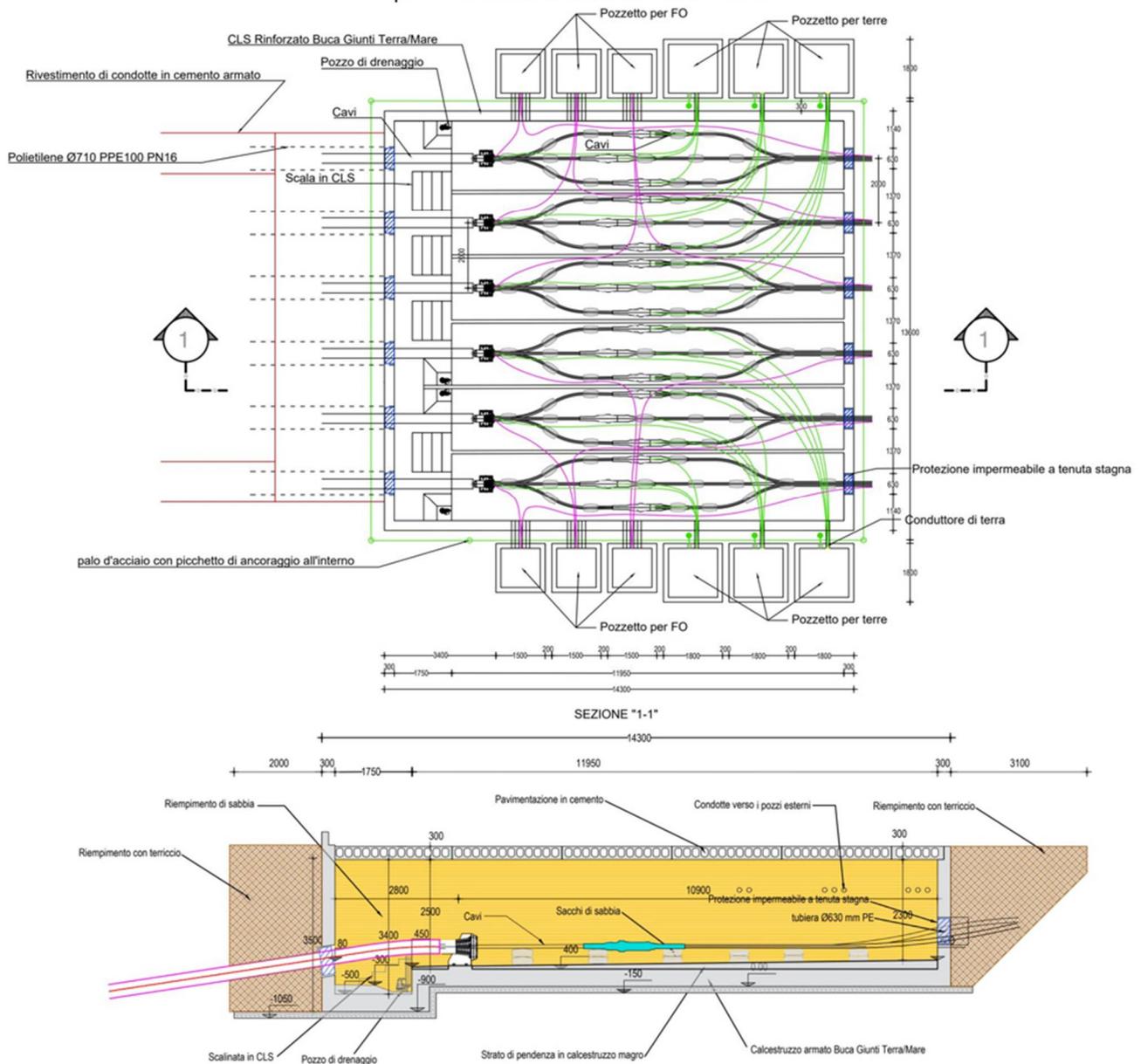


**Figura 5.1 – Opere a terra.**  
Elaborazione iLStudio.

### 5.1. Punto di giunzione

La transizione elettrica tra le sezioni offshore e onshore del progetto si effettua in corrispondenza del punto di giunzione nel quale si prevede appunto 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 (sei terne di conduttori unipolari). Il punto di giunzione sarà realizzato in un'area distante circa 220 m dalla linea di battigia e insisterà su una superficie di circa 17.2 m di larghezza, 14.3 m di lunghezza e circa 4 m di profondità, con pavimento e pareti in calcestruzzo. Il layout generale della TJB è mostrato nella successiva Figura 5.2.

**PUNTO DI GIUNZIONE (TJB)**  
Caratteristiche dimensionali, layout e condizioni di posa del punto di giunzione  
per la transizione elettrica mare – terra



**Figura 5.2 – Punto di giunzione.**

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

**5.2. Elettrodotto interrato 66kV**

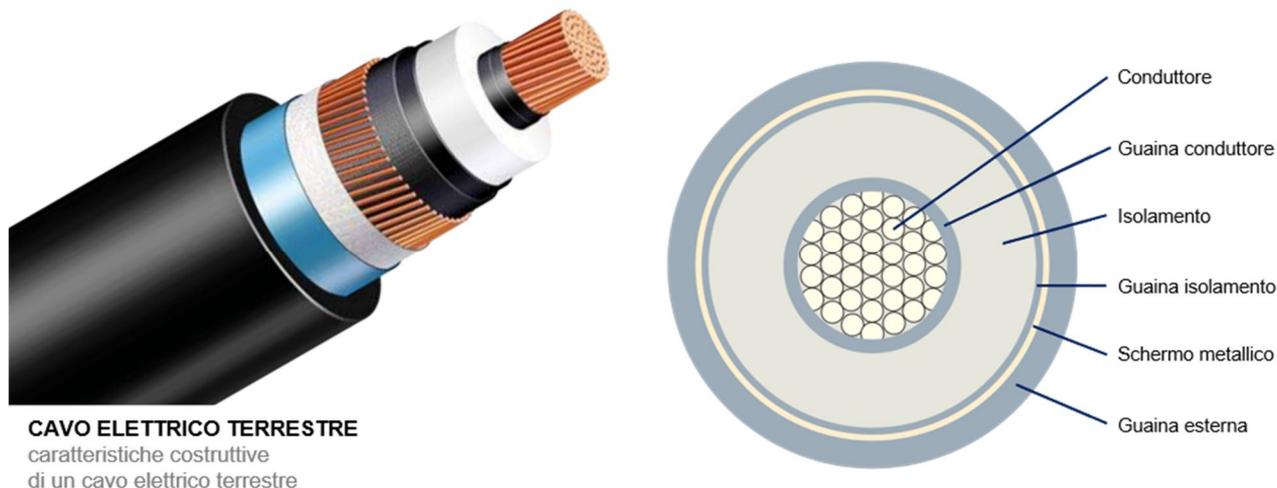
In uscita dalla TJB sei terne di cavi unipolari 66 kV posati a trifoglio trasporteranno l'energia prodotta fino alla sottostazione di trasformazione (66 kV – 380 kV). L'elettrodotto in cavo interrato copre una distanza di circa 400 m. Il percorso cavi dal punto di giunzione alla sottostazione di trasformazione si differenzia per modalità di posa. Si possono distinguere 2 differenti modalità di posa:

- posa in TOC (trivellazione orizzontale controllata);
- posa in trincea.

### 5.2.1. Aspetti costruttivi del cavo

La struttura del cavo prevede in generale:

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



**Figura 5.3 – Costruzione tipica di un cavo terrestre unipolare.**  
Elaborazione iLStudio.

### 5.2.2. Caratteristiche elettriche del cavo

Le terne di esportazione terrestre a 66 kV sono dimensionate alla portata elettrica determinata al livello operativo di tensione (66 kV) e alla potenza nominale dell'impianto ed in particolare dei sottocampi (90 MW per i sottocampi che raggruppano n.5 aerogeneratori e 72 MW per i sottocampi che raggruppano n.4 aerogeneratori). Le principali caratteristiche elettriche del cavo sono riportate in tabella.

**Tabella 5.1 – Caratteristiche elettriche e dimensionali dell'elettrodoto terrestre di esportazione 66 kV.**

<b>CAVO DI ESPORTAZIONE 66 kV</b>	
Tensione elettrica operativa	66 kV AC
Frequenza operativa	50 Hz
Sezione elettrica	800 mm <sup>2</sup> (rame)
Diametro esterno del cavo	67.9 mm
Lunghezza	~ 400 m

### 5.2.3. Posa e protezione dell'elettrodoto

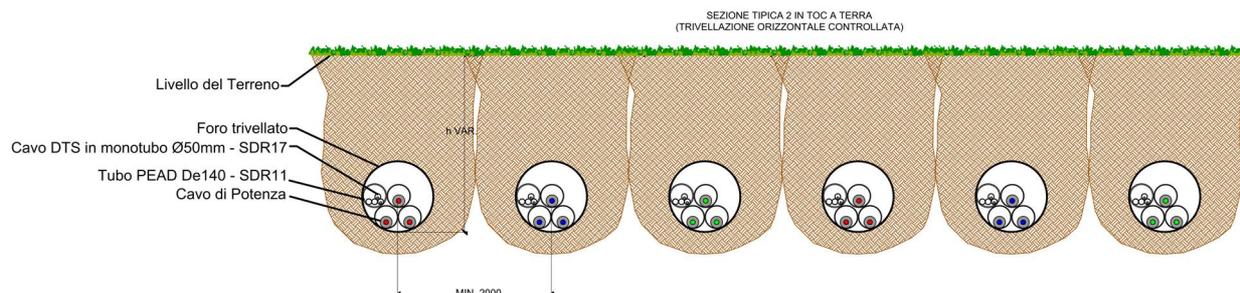
L'elettrodoto terrestre sarà installato in modo da garantire adeguata protezione da aggressioni meccaniche sia durante le fasi di installazione sia durante la successiva fase di esercizio. Aggressioni di tipo meccanico possono verificarsi in generale durante le attività di trasporto, manipolazione, tiro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

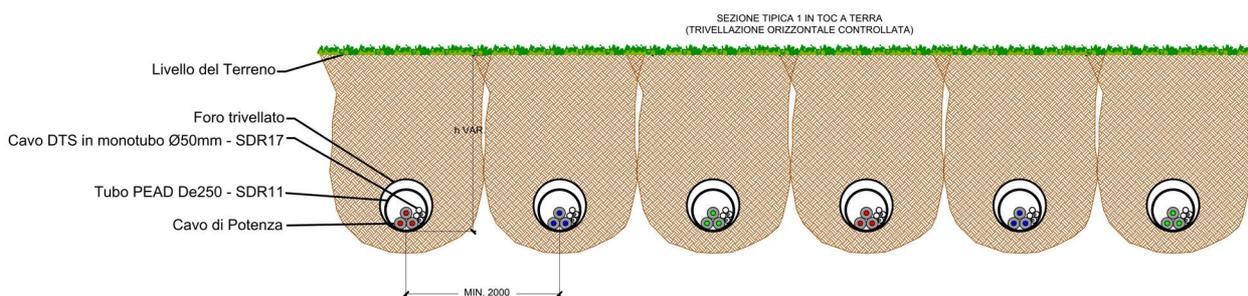
Il progetto prevede sostanzialmente due tipologie di posa, in trincea o interrata in controtubo con metodologia TOC, opportunamente progettate in riferimento alle caratteristiche locali di posa (es. posa interrata su sede stradale, posa interrata su terreno, etc.).

Di seguito sono mostrati i tipici di posa che verranno impiegati per l'installazione dell'elettrodotto terrestre di esportazione a 66 kV: la tecnica di scavo con TOC sarà impiegata dove necessario (ad esempio in corrispondenza di passaggi attraverso linee ferroviarie) adottando una soluzione con controtubi o singolo controtubo (Figura 5.4 e Figura 5.5); la posa in trincea con impiego di controtubi sarà invece realizzata all'ingresso e all'uscita degli scavi con TOC (Figura 5.6); per la restante parte del tracciato sarà realizzata la posa in trincea dei cavi senza l'impiego dei controtubi (con riempimento di cemento magro o sabbie vagliate, Figura 5.7). Per maggiori approfondimenti da parte degli Enti Competenti (art. 24 D.lgs. 152/2006) e della Commissione PNRR-PNIEC, si rimanda all'elaborato grafico di progetto dal titolo "Parco eolico offshore - Schema di connessione e sezioni tipiche a terra" cod. C0123ET01SCHCON00.



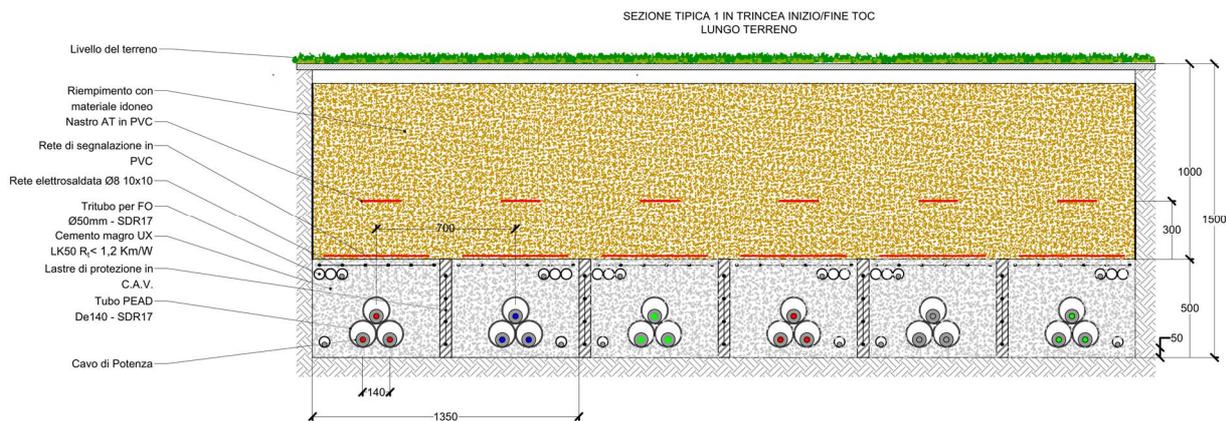
**Figura 5.4 – Sezione tipica in TOC con controtubi – terne 66 kV.**

Elaborazione iLStudio.



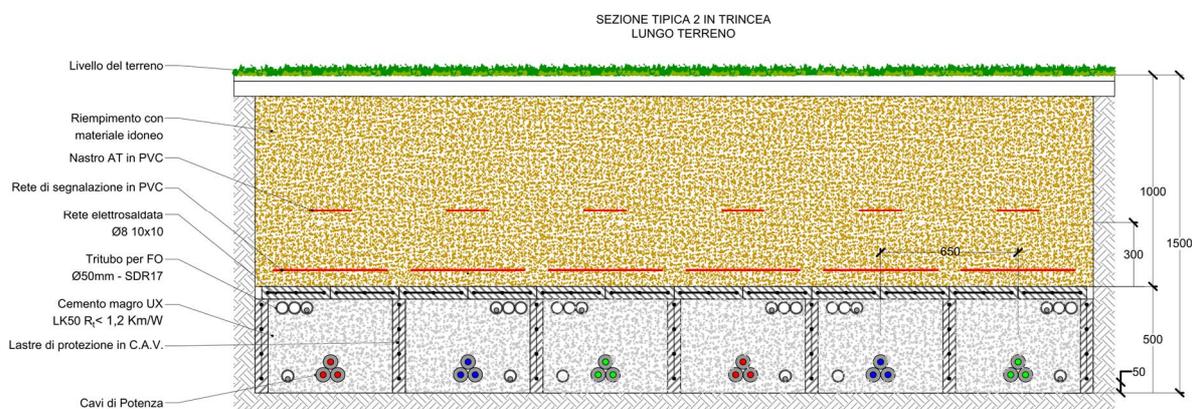
**Figura 5.5 – Sezione tipica in TOC con singolo controtubo – terne 66 kV.**

Elaborazione iLStudio.



**Figura 5.6 – Sezione tipica in trincea inizio/fine TOC – terne 66 kV.**

Elaborazione iLStudio.



**Figura 5.7 – Sezione tipica in trincea – terne 66 kV.**

Elaborazione iLStudio.

### 5.3. Sottostazione di trasformazione

Per la connessione dell'impianto eolico alla rete AAT RTN/Terna si rende necessaria la realizzazione di una nuova sottostazione di trasformazione che permetta il passaggio dalla tensione del parco eolico (66 kV) a quella di rete (380 kV). La sottostazione si compone di tutte le apparecchiature necessarie all'interfaccia con la RTN e quelle per la compensazione della potenza reattiva per mantenere l'impianto in ogni condizione di funzionamento secondo le prescrizioni del codice di rete.

Di seguito si descrivono le opere elettriche per l'elevazione della tensione da 66 kV a 380 kV.

La sottostazione trasformazione è costituita da:

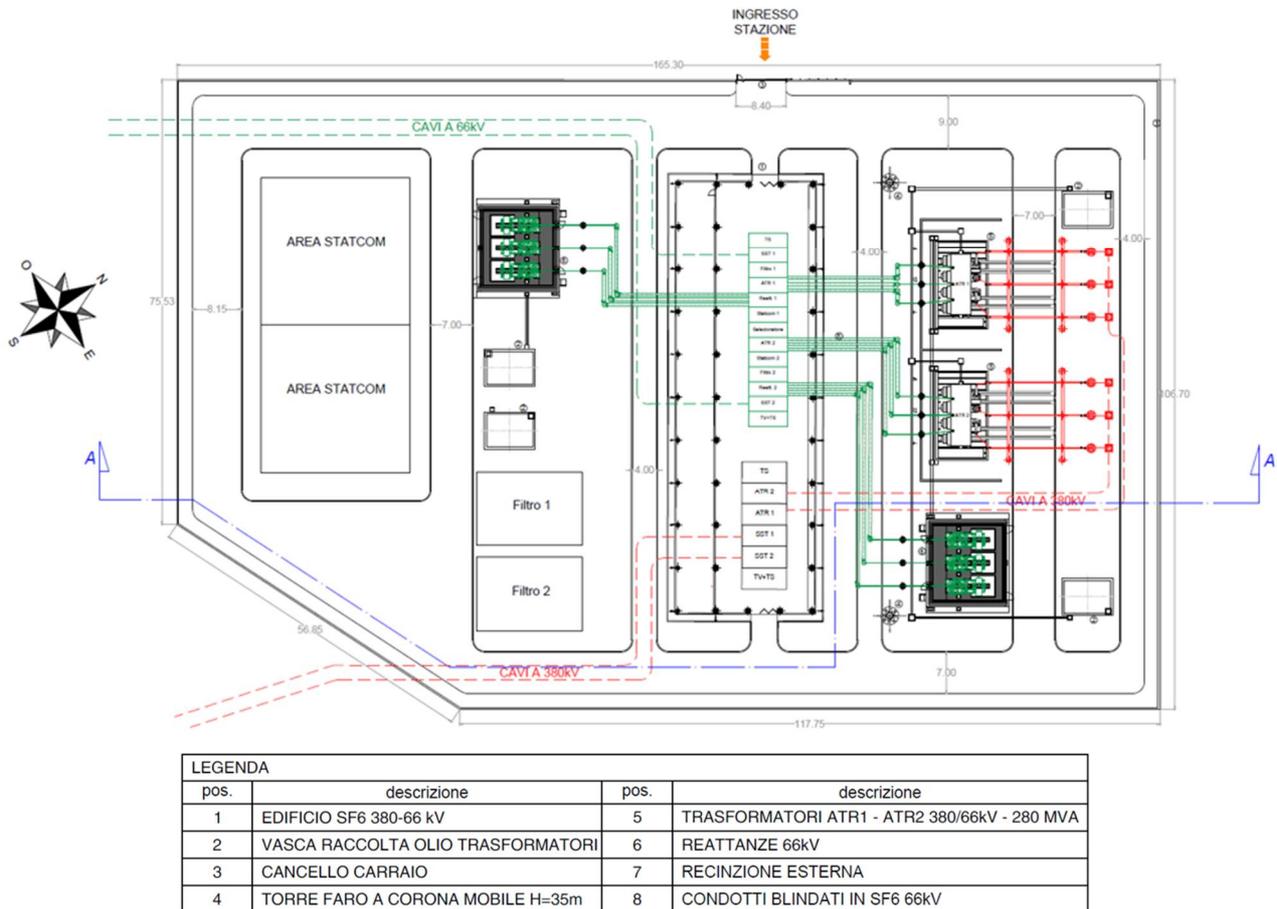
- n.1 sistema a doppia sbarra con sezionatori di terra 380 kV;
- n.2 ATR 380/66 kV con potenza di 280 MVA;
- n.2 stalli linea 380 kV in Cavo in uscita;
- n.2 sistema sbarre 66 kV;
- n.2 stalli linea 66 kV in Cavo lato produzione in ingresso ;
- n.2 stalli 66 kV reattori di compensazione;
- n.2 reattori di compensazione;
- n.2 filtri potenza reattiva;
- nell'edificio di stazione: quadri BT, servizi ausiliari e generali e i quadri del sistema di automazione, comando e controllo della stazione.

In aggiunta, per quanto riguarda le opere civili, si riportano:

- fondazioni per le apparecchiature da installare;
- piazzale AT, inclusi cordoli di contenimento, opere di convogliamento pluviale, lastrico stradale ed isolamento superficiale;
- cunicoli cavi;
- edificio GIS, supervisione e controllo.

All'interno dell'area della sottostazione elettrica trasformazione è realizzato un edificio atto a contenere 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. e BT c.a. per l'alimentazione dei servizi ausiliari ed il gruppo elettrogeno d'emergenza. Tutte le apparecchiature saranno ubicate all'interno di un'area, il cui perimetro è reso inaccessibile da recinzione e doppio cancello carrabile.

La connessione con la sottostazione elettrica di misura e consegna sarà effettuata con un elettrodotto di esportazione interrato costituito da una doppia terna di cavi unipolari 380kV posati a trifoglio.



**Figura 5.8 – Planimetria elettromeccanica della sottostazione elettrica di trasformazione.**

Elaborazione iLStudio.

## 5.4. Elettrodotto interrato 380kV

In uscita dalla sottostazione di trasformazione 66-380 kV, una singola terna ridondata di cavi unipolari posati a trifoglio trasporterà l'energia prodotta fino alla stazione di misura e consegna di Tarquinia. L'elettrodotto in cavo interrato copre una distanza di circa 8.6 km.

Il percorso cavi dalla sottostazione di trasformazione a quella di misura e consegna si differenzia per modalità di posa in funzione delle caratteristiche del tratto stradale attraversato. Si possono distinguere 2 differenti

modalità di posa:

- posa in TOC (trivellazione orizzontale controllata);
- posa in trincea.

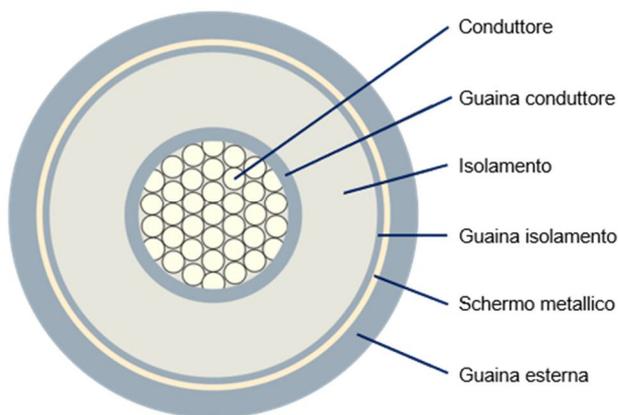
#### 5.4.1. Aspetti costruttivi del cavo

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 5.9 – Costruzione tipica di un cavo terrestre unipolare.**

Elaborazione iLStudio.

#### 5.4.2. Caratteristiche elettriche del cavo

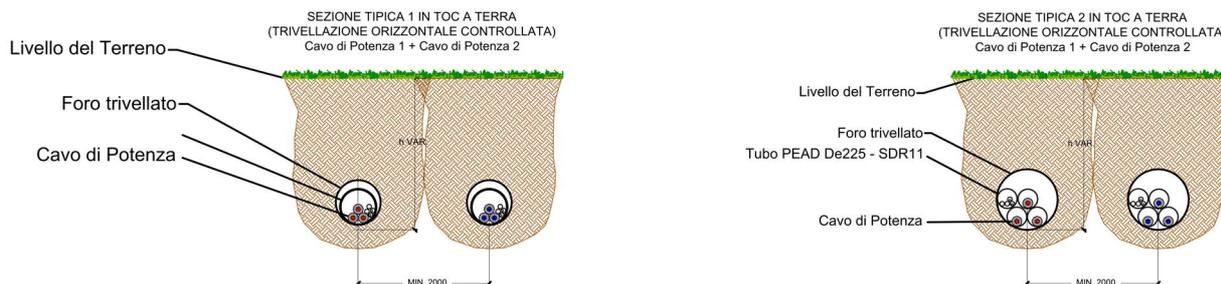
La singola terna di esportazione terrestre a 380 kV è dimensionata alla portata elettrica determinata al livello operativo di tensione (380 kV) e alla potenza nominale dell'impianto 504 MW. In questo modo la seconda terna risulta normalmente fuori servizio e di riserva in caso di guasto della prima linea. Le principali caratteristiche elettriche del cavo sono riportate in tabella.

**Tabella 5.2 – Caratteristiche elettriche e dimensionali dell'elettrodotto terrestre di esportazione 380 kV.**

<b>CAVO DI ESPORTAZIONE 380 kV</b>	
Tensione elettrica operativa	380 kV AC
Frequenza operativa	50 Hz
Sezione elettrica	1200 mm <sup>2</sup> (rame)
Diametro esterno del cavo	115 mm
Lunghezza	~ 8.6 km

#### 5.4.3. Posa e protezione dell'elettrodotto

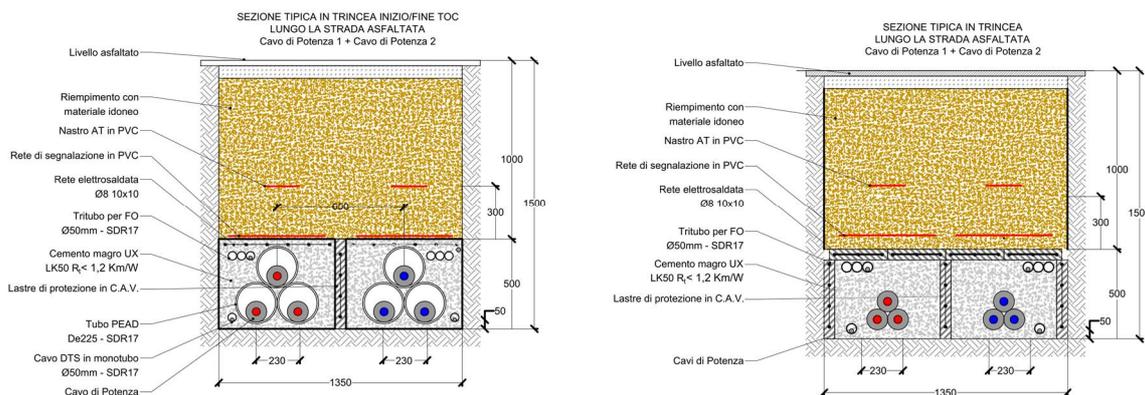
Fermo restando quanto riportato relativamente alla protezione e segnalamento dei cavi, di seguito sono mostrati i tipici di posa che verranno impiegati per l'installazione dell'elettrodotto terrestre di esportazione a 380 kV: anche in questo caso la tecnica di scavo con TOC sarà impiegata dove necessario adottando una soluzione con controtubi o singolo controtubo (Figura 5.10).



**Figura 5.10 – Sezione tipica in TOC con singolo controtubo (sx) o con controtubi (dx) – terne 380 kV.**

Elaborazione iLStudio.

La posa in trincea con impiego di controtubi sarà realizzata all'ingresso e all'uscita degli scavi con TOC (Figura 5.11 sx); per la restante parte del tracciato sarà realizzata la posa in trincea dei cavi senza l'impiego dei controtubi (con riempimento di cemento magro o sabbie vagliate, Figura 5.11 dx). Per maggiori approfondimenti da parte degli Enti Competenti (art. 24 D.lgs. 152/2006) e della Commissione PNRR-PNIEC, si rimanda all'elaborato grafico di progetto dal titolo "Parco eolico offshore - Schema di connessione e sezioni tipiche a terra" cod. C0123ET01SCHCON00.



**Figura 5.11 – Sezione tipica in trincea (a sx inizio/fine TOC) – terne 380 kV.**

Elaborazione iLStudio.

## 5.5. Sottostazione di misura e consegna

Il seguente paragrafo ha lo scopo di descrivere la sottostazione di misura e consegna ubicata nel comune di Tarquinia, nei pressi della vicina stazione di Terna "Aurelia".

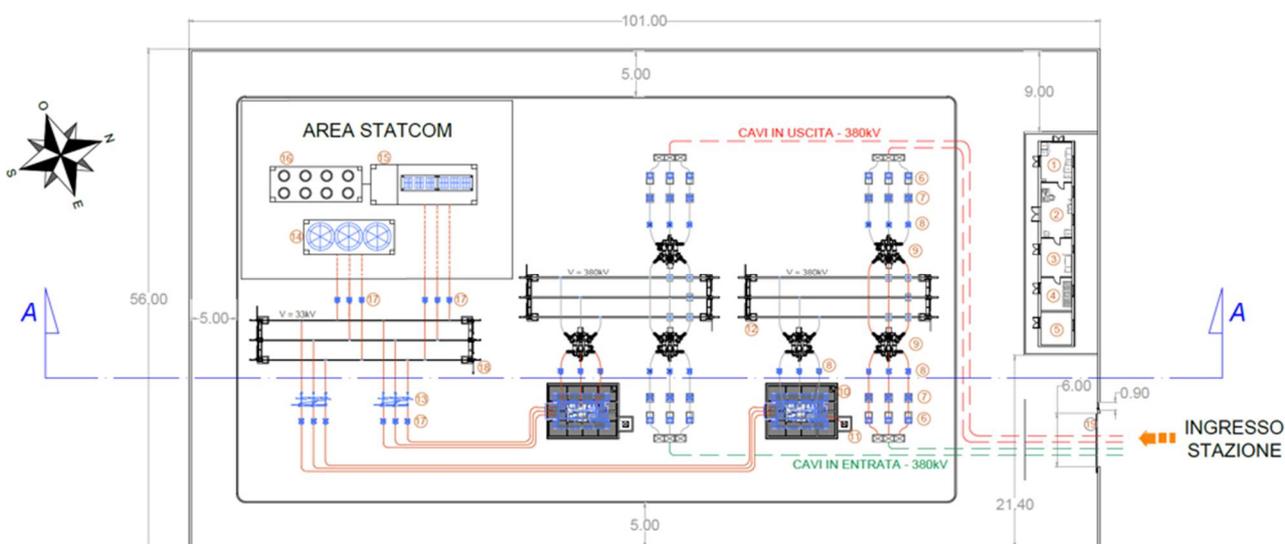
Di seguito si descrivono le opere elettriche per la misura e la consegna dell'energia elettrica in rete RTN/Terna (Rete di Trasmissione Nazionale Terna).

La sottostazione misura e consegna è costituita da:

- n.2 terminali cavi 380 kV e apparecchiature di protezione 380 kV;
- n.1 edificio comandi e servizi ausiliari;
- n.1 edificio per punti di consegna BT o MT;
- n.2 trasformatori AT/MT;
- n.6 montanti linea 380 kV (2 arrivo parco, 2 partenza consegna stazione Aurelia e 2 trasformatori);
- n.1 sistema STATCOM;

- n.1 stallo MT;
- n.2 stalli AAT;
- n.2 interruttore MT;
- n. 12 scaricatori MT;
- n.18 scaricatori AAT;
- chioschi per apparecchiature elettriche;
- n.2 terne di cavi a 380kV dall'uscita della sottostazione fino a RTN Terna "Aurelia".

L'edificio della sala gestione sarà formato da un unico corpo e sarà destinato a contenere i quadri di comando e controllo della cabina di consegna, gli apparati di teleoperazione e i vettori, le batterie, i quadri B.T. in c.c. e c.a. per l'alimentazione dei servizi ausiliari ed il gruppo elettrogeno d'emergenza. L'edificio comandi e servizi ausiliari conterrà anche le apparecchiature per la sincronizzazione della rete elettrica del parco eolico offshore ed i sistemi di telecomunicazione.



LEGENDA					
pos.	descrizione	pos.	descrizione	pos.	descrizione
1	SALA CONTROLLO	8	SCARICATORI AT	14	REATTANZE SHUNT MT
2	SALA TELEGESTIONE	9	MODULO PASS MOS - (INT+SEZ+TA)	15	S.V.S. MT
3	LOCALE MISURE	10	TRASFORMATORE MT/AT	16	SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO
4	LOCALE QUADRI AUX	11	NEUTRO TRASFORMATORE	17	SCARICATORI MT
5	A DISPOSIZIONE	12	ISOLATORE SBARRE AT	18	ISOLATORE SBARRE MT
6	TERMINALI CAVO AT	13	INTERRUTTORE MT	19	CANCELLO CARRAIO
7	ISOLATORE AT				

**Figura 5.12 – Planimetria elettromeccanica della sottostazione elettrica di misura e consegna.**

Elaborazione iLStudio.

## 5.6. Elettrodotta interrato di connessione a 380kV, Oncc

L'elettrodotta avrà le stesse caratteristiche di quello di esportazione a 380 kV (Onec): sarà costituito da una singola terna ridondata di cavi unipolari posati a trifoglio. L'energia prodotta sarà trasportata fino alla adiacente stazione RTN TERNA Aurelia.

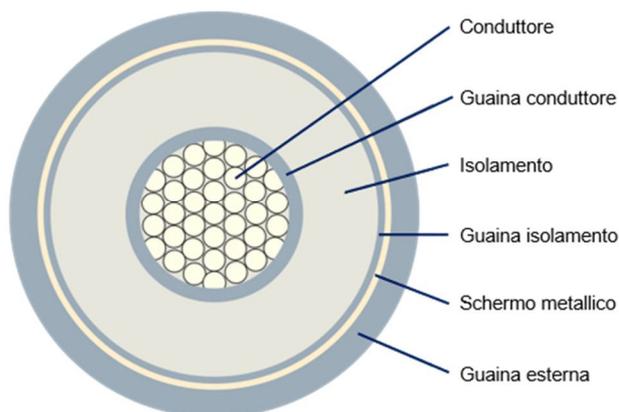
### 5.6.1. Aspetti costruttivi del cavo

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 5.13 – Costruzione tipica di un cavo terrestre unipolare.**

Elaborazione iLStudio.

### 5.6.2. Caratteristiche elettriche del cavo

Così come per l'elettrodotto di esportazione a 380 kV, la singola terna di connessione a 380 kV è dimensionata alla portata elettrica determinata al livello operativo di tensione (380 kV) e alla potenza nominale dell'impianto 504 MW, in modo tale da garantire la ridondanza in caso di guasto di una delle linee. Le principali caratteristiche elettriche del cavo sono riportate in tabella.

**Tabella 5.3 – Caratteristiche elettriche e dimensionali dell'elettrodotto terrestre di connessione 380 kV.**

<b>CAVO DI ESPORTAZIONE 380 kV</b>	
Tensione elettrica operativa	380 kV AC
Frequenza operativa	50 Hz
Sezione elettrica	1200 mm <sup>2</sup> (rame)
Diametro esterno del cavo	115 mm
Lunghezza	~ 200 m

### 5.6.3. Posa e protezione dell'elettrodotto

Per quanto concerne gli aspetti relativi alla protezione, segnalamento dei cavi e tipici di posa si faccia riferimento a quanto riportato nei paragrafi precedenti.

## **6. SCENARIO ACUSTICO DI BASE**

---

La valutazione dell'impatto acustico associato alle opere a terra ha tenuto conto dello scenario acustico di base dell'area di progetto. Infatti, così come disposto dalla normativa vigente, per valutare il superamento dei limiti si richiede la conoscenza del rumore residuo, ovvero il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato di tipo A che si rileva quando si escludono le specifiche sorgenti disturbanti (associate alle opere a terra). Ai fini del confronto con i limiti di legge, risulta altresì necessario conoscere la classificazione acustica dei territori comunali interessati dalle opere in oggetto, poiché questi sono opportunamente divisi in zone con differenti limiti di immissione ed emissione. A tal proposito si è fatto utilizzo di misurazioni pregresse effettuate in-situ, risultate bastevoli per la valutazione degli impatti.

### **6.1. Piani di classificazione acustica**

---

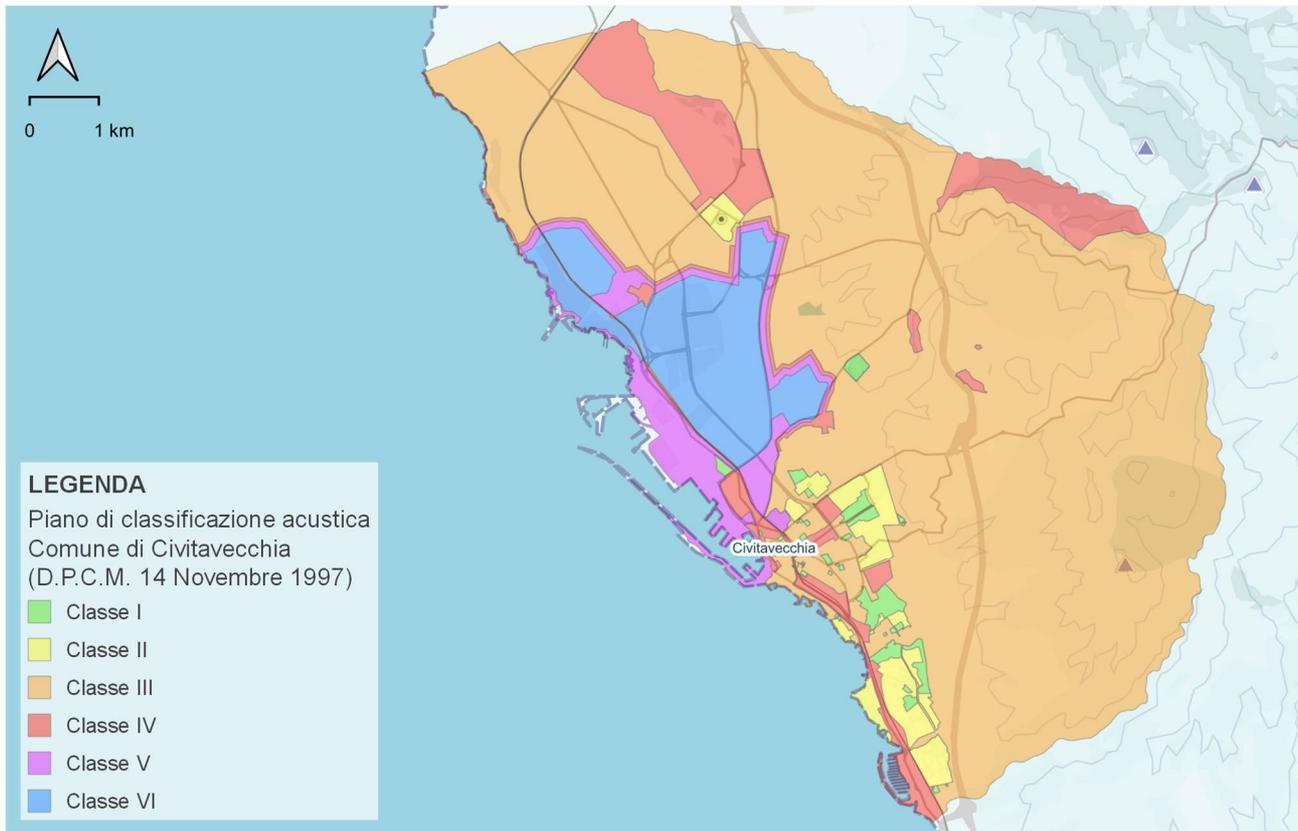
Il Piano di Classificazione Acustica è lo strumento di pianificazione mediante il quale il Comune stabilisce i limiti di inquinamento acustico nel proprio territorio, suddividendolo in zone acusticamente omogenee, con riferimento alle classi indicate nel DPCM del 14 novembre 1997.

Normalmente l'iter di adozione e approvazione del Piano di Classificazione Acustica prevede l'invio della bozza del piano da parte del Comune ai soggetti interessati e agli enti coinvolti (Comuni limitrofi, ARPAL o Comitato tecnico) per permettere eventuali osservazioni, ovvero alla Provincia competente per la formulazione del parere favorevole. Solo a valle di tale procedura, il Comune può approvare definitivamente il Piano in sede di Consiglio Comunale.

Per quanto detto nel precedente capitolo, le opere a terra del progetto attraversano i Comuni di Civitavecchia e Tarquinia, entrambi dotati di piano di zonizzazione acustica vigente.

### 6.1.1. PCA Comune di Civitavecchia

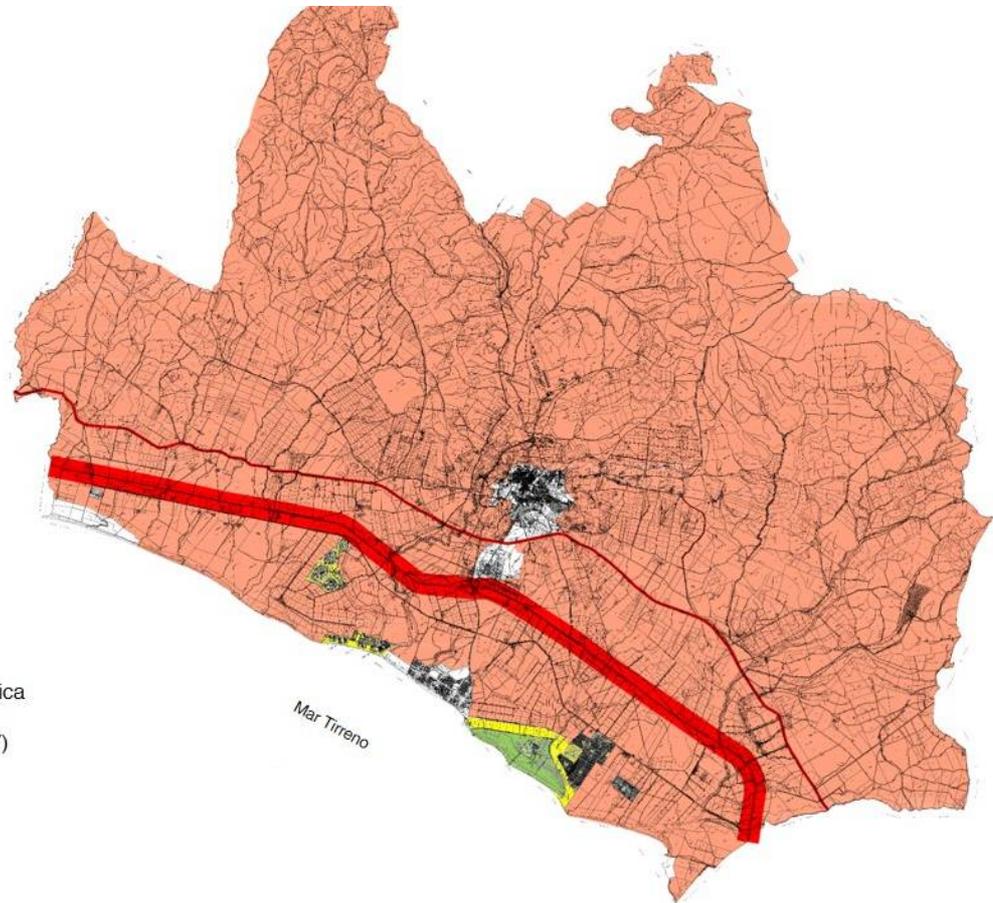
Il Piano di Classificazione Acustica del Comune di Civitavecchia è stato approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n.102 del 28/12/2006.



**Figura 6.2 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Civitavecchia.**

### 6.1.2. PCA Comune di Tarquinia

Il Piano di Classificazione Acustica del Comune di Tarquinia è stato approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n.24 del 27/03/2008.



#### LEGENDA

Piano di classificazione acustica  
Comune di Tarquinia  
(D.P.C.M. 14 Novembre 1997)

- Classe I
- Classe II
- Classe III
- Classe IV
- Classe V
- Classe VI

**Figura 6.3 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Tarquinia.**

## **7. CALCOLO DELLE EMISSIONI ACUSTICHE**

---

I contenuti utili al pubblico per la Valutazione di Impatto Ambientale (art. 24 D.lgs. 152/2006) sono riportati nello Studio di Impatto Ambientale, cod. C0123YR00RELSIA00.

---

## **8. MISURE DI MITIGAZIONE**

Ai fini del contenimento dei livelli di rumore indotti dalle lavorazioni in essere presso il cantiere mobile per la posa dell'elettrodotto in cavo, saranno comunque adottate le seguenti strategie di mitigazione dell'impatto acustico. Tali strategie consentiranno il mantenimento di elevati standard di comfort sui ricettori sensibili individuati.

Le operazioni di cantiere saranno effettuate utilizzando macchine e attrezzature rispondenti ai limiti di emissione sonora previsti, per la messa in commercio, dalle normative regionali, nazionali e comunitarie vigenti.

Per quanto riguarda l'impostazione delle aree di cantiere l'impresa esecutrice dovrà:

- localizzare gli impianti fissi più rumorosi (betonaggio, officine meccaniche, elettrocompressori, ecc.) alla massima distanza dai ricettori esterni;
- orientare gli impianti che hanno un'emissione direzionale in modo da ottenere, lungo l'ipotetica linea congiungente la sorgente con il ricettore esterno, il livello minimo di pressione sonora.

Relativamente alle modalità operative, nel progetto delle attività di cantiere si dovrà:

- dare preferenza al periodo diurno per l'effettuazione delle lavorazioni (ad esempio dalle ore 7:00 alle 20:00);
- prevedere e impartire idonee direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi;
- per il caricamento e la movimentazione del materiale inerte, dare preferenza all'uso di pale cariatrici piuttosto che escavatori in quanto questi ultimi, per le loro caratteristiche d'uso, durante l'attività lavorativa sono posizionati sopra al cumulo di inerti da movimentare, facilitando così la propagazione del rumore, mentre la generica pala cariatrica svolge la propria attività, generalmente, dalla base del cumulo in modo tale che quest'ultimo svolga un'azione mitigatrice sul rumore emesso dalla macchina stessa;
- nella progettazione dell'utilizzo delle varie aree del cantiere, privilegiare il deposito temporaneo degli inerti in cumuli da interporre fra le aree dove avvengono lavorazioni rumorose ed i ricettori;
- usare barriere acustiche mobili da posizionare di volta in volta in prossimità delle lavorazioni più rumorose tenendo presente che, in linea generale, la barriera acustica sarà tanto più efficace quanto più vicino si troverà alla sorgente sonora;
- per una maggiore accettabilità, da parte dei cittadini, di valori di pressione sonora elevati, programmare le operazioni più rumorose nei momenti in cui sono più tollerabili, evitando le ore di maggiore quiete o destinate al riposo;
- per le operazioni più rumorose prevedere, per una maggiore accettabilità del disturbo da parte dei cittadini, anche una comunicazione preventiva sulle modalità e sulle tempistiche di lavoro;
- effettuare le operazioni di carico dei materiali inerti in zone dedicate, sfruttando anche tecniche di convogliamento e di stoccaggio di tali materiali diverse dalle macchine di movimento terra, quali nastri trasportatori, tramogge, ecc.;
- individuare e delimitare rigorosamente i percorsi destinati ai mezzi, in ingresso e in uscita dal cantiere, in maniera da minimizzare l'esposizione al rumore dei ricettori;
- ottimizzare la movimentazione di cantiere di materiali in entrata ed uscita, con l'obiettivo di minimizzare l'impiego della viabilità pubblica.

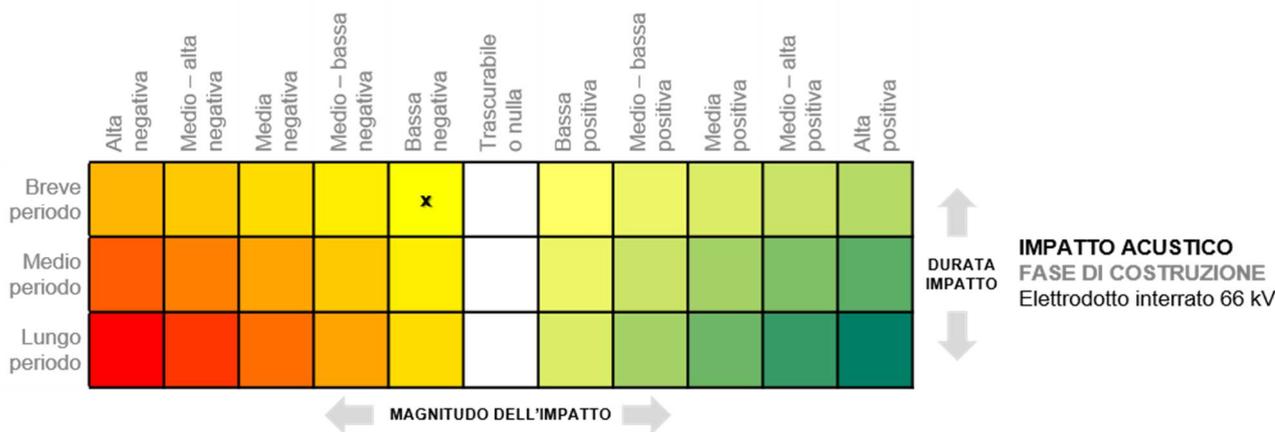
In riferimento alla fase di esercizio della sottostazione di trasformazione, qualora in fase di monitoraggio si riscontrassero superamenti dei limiti di legge, anche al netto degli effetti mitigativi del muro perimetrale e del mascheramento verde, saranno utilizzate le migliori tecniche di riduzione del rumore, che consentono la riduzione dei livelli sonori a valori compatibili con i requisiti di legge, applicando una mitigazione diretta sulla sorgente.

## 9. CONCLUSIONI

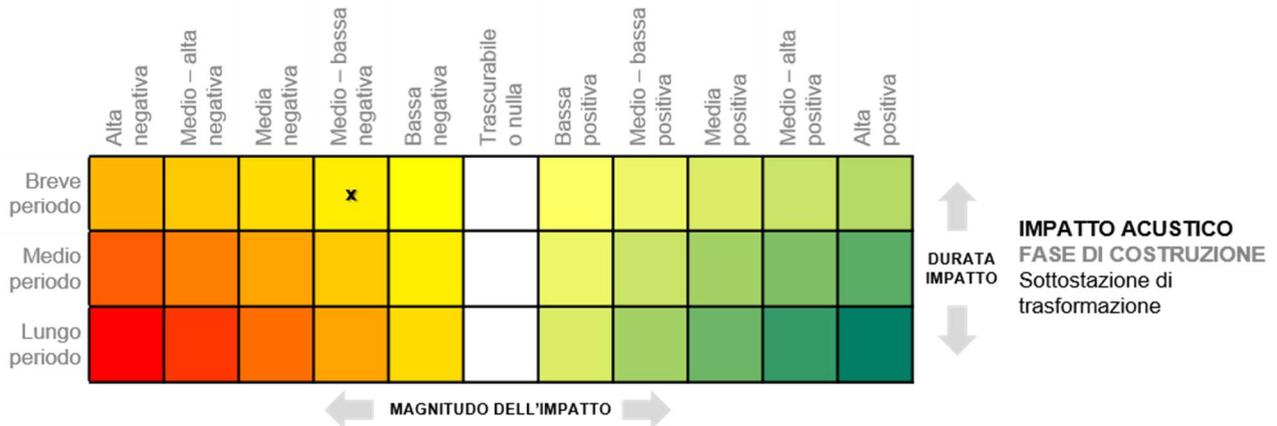
La presente relazione ha trattato il tema degli impatti acustici per la componente a terra del progetto del parco eolico offshore al largo delle coste di Civitavecchia. La valutazione delle emissioni acustiche previste mediante modelli fisico-matematici affidabili ha consentito la verifica del superamento dei limiti di legge ed una valutazione generale degli impatti acustici associati al progetto, sia in fase di costruzione che di esercizio. In generale, dai risultati ottenuti, si prevede un disturbo acustico trascurabile o al più limitato e di media o bassa entità in particolar modo per la fase di costruzione, ma comunque ritenuto assolutamente accettabile ai fini della salute umana.

Per la **fase di costruzione**, le emissioni acustiche sono associate alle macchine operatrici utilizzate all'interno delle aree di cantiere. Gli eventuali superamenti delle soglie acustiche oggetto di regolamentazione, in ottemperanza alle direttive del DPCM 1° marzo 1991 e della legge n. 447 del 26 ottobre 1995 e successive armonizzazioni, integrazioni e modifiche, sono a carattere temporaneo e si sviluppano per un periodo di tempo strettamente connesso alla durata delle attività di cantiere. I superamenti saranno quindi gestiti attraverso autorizzazioni in deroga da richiedere alle autorità comunali competenti negli specifici ambiti di azione e saranno comunque applicate le migliori strategie di mitigazione dei disturbi al fine di garantire elevati livelli di comfort acustico sulle popolazioni e sui ricettori sensibili adiacenti al percorso cavo. Tuttavia, prescindendo da tali considerazioni, si prevede:

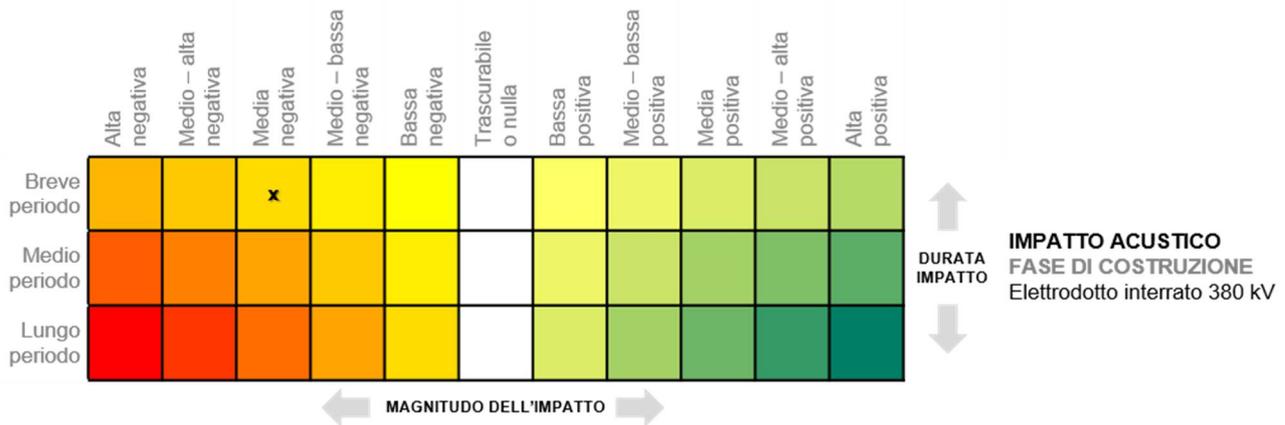
- un impatto negativo di livello basso, reversibile e di breve periodo, per la posa dell'elettrodotto interrato a 66 kV, in quanto non risultano in alcun caso superati i limiti acustici vigenti in corrispondenza dei recettori;



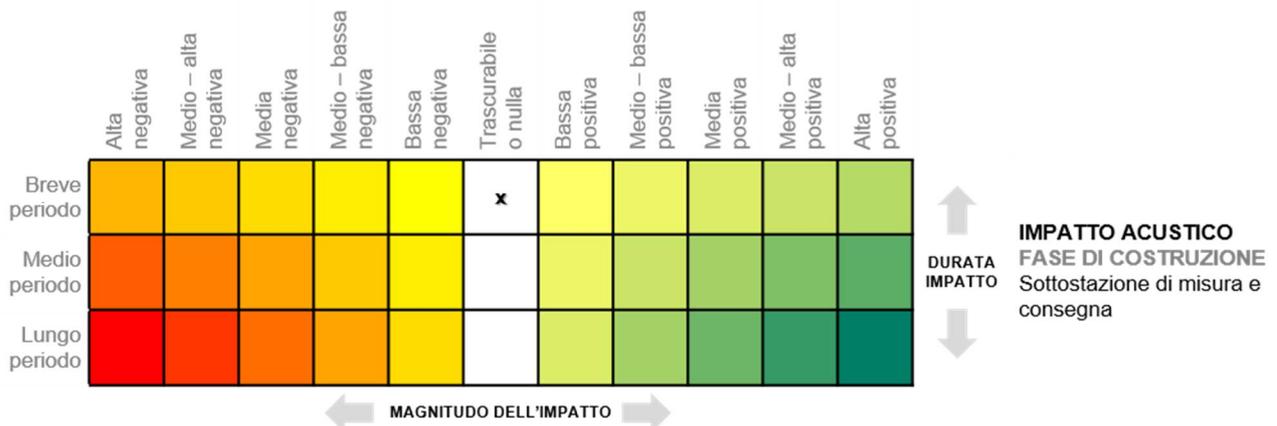
- un impatto negativo di livello medio-basso, reversibile e di breve periodo, per la realizzazione della sottostazione di trasformazione, in quanto risultano superati i limiti di emissione e differenziale di immissione, ma risulta comunque rispettato il limite assoluto di immissione;



- un impatto negativo di livello medio, reversibile e di breve periodo, per la realizzazione dell'elettrodotto interrato a 380 kV, poiché trattandosi di un cantiere mobile sulla sede stradale, si registrano impatti di entità diretta per tutti i recettori esposti alle attività di costruzione lungo tutto il percorso dell'elettrodotto;

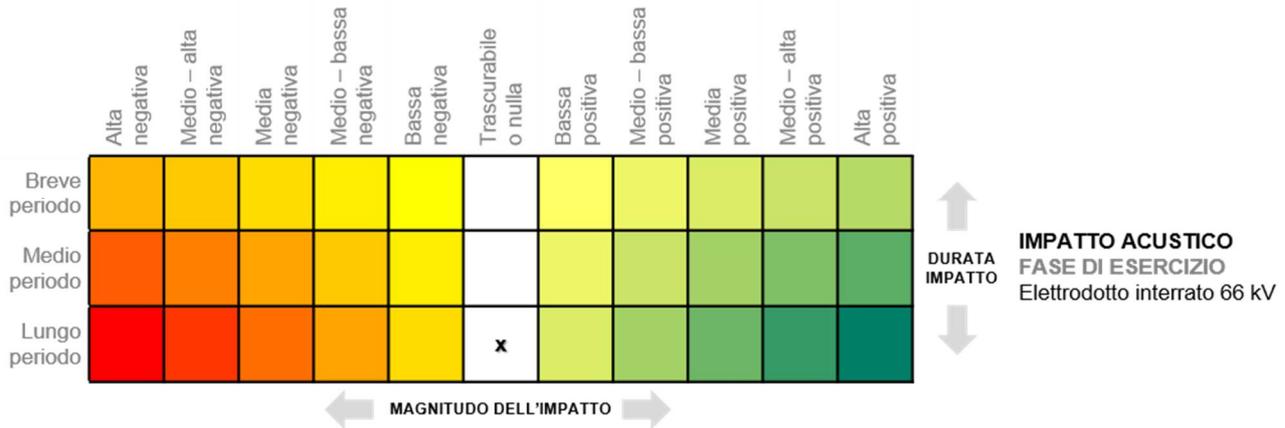


- un impatto negativo di livello trascurabile, reversibile e di breve periodo, per la realizzazione della sottostazione di misura e consegna, perché collocata in una posizione ritenuta molto distante da possibili recettori sensibili;

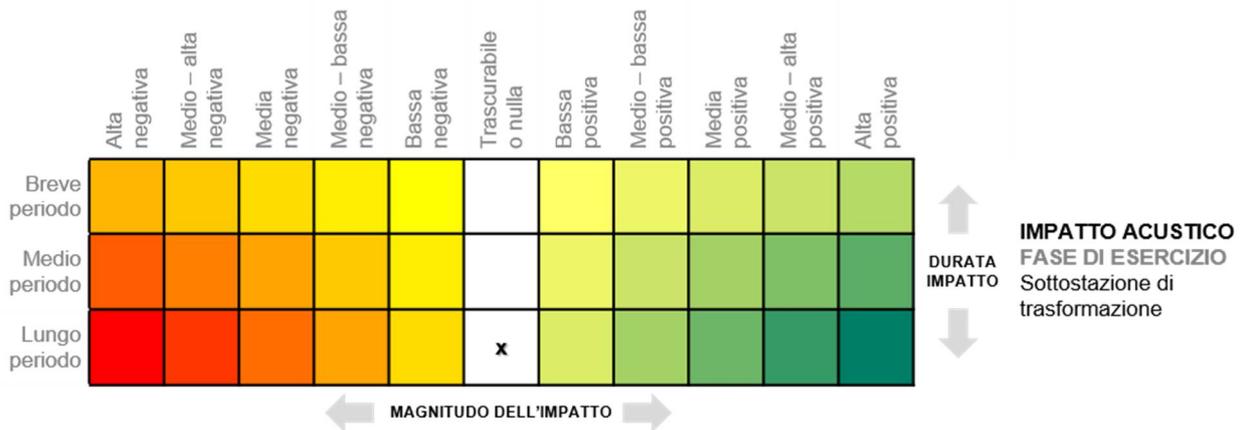


Per la **fase di esercizio** le emissioni acustiche sono associate prevalentemente ai trasformatori all'interno della sottostazione di trasformazione. Si è visto come i livelli acustici risultano di bassa entità e dunque poco impattanti su possibili recettori. Si prevede comunque:

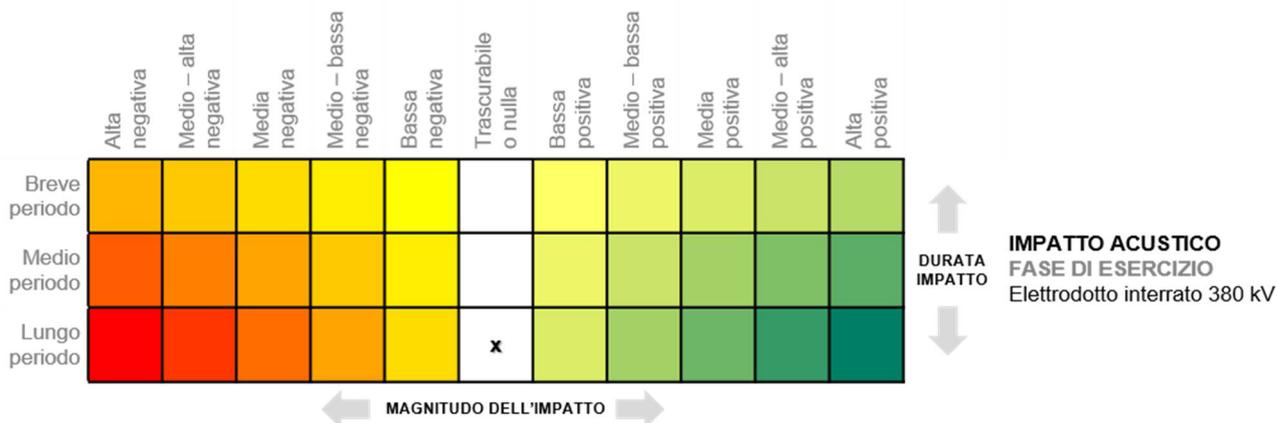
- un impatto nullo per l'esercizio dell'elettrodotto interrato a 66 kV, in relazione alle emissioni acustiche nulle imputabili alle terne di cavi, determinato dalla tipologia costruttiva (cavi schermati) e dalla modalità di posa (in cavo interrato);



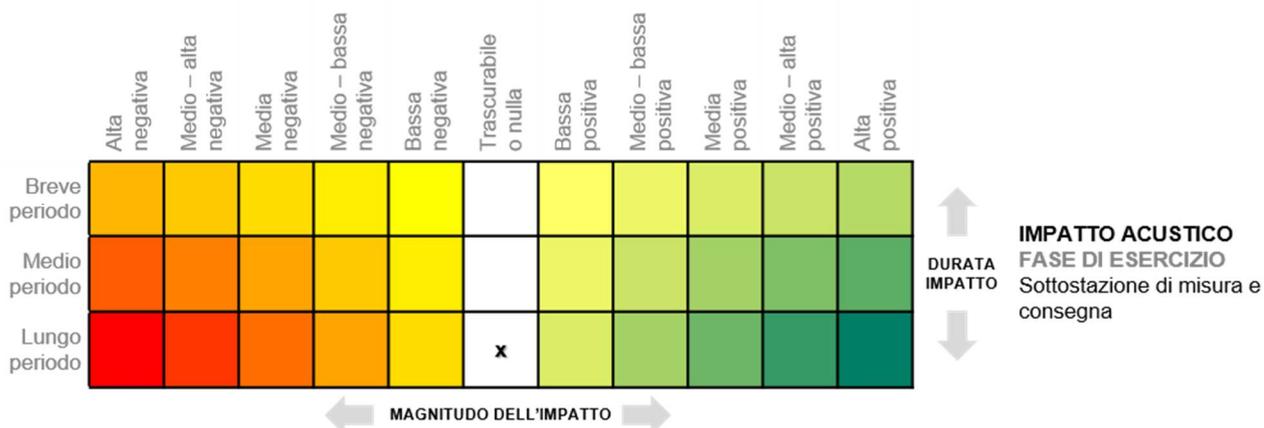
- al fine di rispettare i limiti imposti dalla normativa vigente, si procederà all'attuazione delle più idonee misure di mitigazione ovvero delle azioni previste per il barrieramento acustico attorno all'area della sottostazione; si prevede dunque un impatto di livello trascurabile di lungo periodo.



- un impatto nullo per l'esercizio dell'elettrodotto interrato a 380 kV, in relazione alle emissioni acustiche nulle imputabili alle terne di cavi, determinato dalla tipologia costruttiva (cavi schermati) e dalla modalità di posa (in cavo interrato);



- un impatto negativo di livello trascurabile, reversibile e di lungo periodo, per l'esercizio della sottostazione di misura e consegna, perché collocata in una posizione ritenuta molto distante da possibili recettori sensibili e caratterizzata da emissioni acustiche sporadiche e di breve entità.



<b>PARCO EOLICO OFFSHORE AL LARGO DELLE COSTE DI CIVITAVECCHIA</b> PROGETTO DEFINITIVO		
<b>Relazione tecnica - Valutazione impatto acustico terrestre</b>		
Codice documento: <b>C0123YR00ACUTER00a</b>	Data emissione: <b>Luglio 2023</b>	Pagina <b>29 di 29</b>

*Il presente documento, composto da n. 62 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 del Progettista.*

*Taranto, Luglio 2023*

*Dott. Ing. Luigi Severini*