

 <b>Kailia Energia</b> PARCO EOLICO MARINO			<b>CODE</b> <b>KAI.ENG.REL.005.00</b>
		 <b>GEOTECH S.r.l.</b> <small>SOCIETA' DI INGEGNERIA          Via T.Nani, 7 Morbegno (SO)          Tel. +39 0342610774          E-mail: info@geotech-srl.it          Site: www.geotech-srl.it</small>	<b>PAGE</b> <b>1 di/of 43</b>

**RELAZIONE** **AVAILABLE LANGUAGE: IT**

# PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA PER LA REALIZZAZIONE DEL PARCO EOLICO OFFSHORE: KAILIA

## *Relazione geotecnica e sismica*

					
<b>00</b>	<b>15/02/2024</b>	<b>EMISSIONE DEFINITIVA</b>	<b>D.Pipicelli</b>	<b>D.Pipicelli</b>	<b>D.Pipicelli</b>
<b>REV.</b>	<b>DATE</b>	<b>DESCRIPTION</b>	<b>PREPARED</b>	<b>VERIFIED</b>	<b>APPROVED</b>

**CLIENT CODE**

<b>IMP.</b>			<b>GROUP.</b>			<b>TYPE</b>			<b>PROGR.</b>			<b>REV</b>	
K	A	I	E	N	G	R	E	L	0	0	5	0	0

<b>CLASSIFICATION</b> <i>Final Issue</i>	<b>UTILIZATION SCOPE</b> <i>Supporto SIA</i>
--	--

*This document is property of Kailia Energia S.r.l. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Kailia Energia S.r.l.*

 <b>Kailia Energia</b> PARCO EOLICO MARINO			<b>CODE</b> <b>KAI.ENG.REL.005.00</b>
		 <b>GEOTECH S.r.l.</b> <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA          Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)          Tel. +39 0342610774          E-mail: info@geotech-rl.it          Sito: www.geotech-rl.it</small>	<b>PAGE</b> <b>2 di/of 43</b>

## Indice

<b>1.0</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>6</b>
1.1	RIFERIMENTI METODOLOGICI PER L'ELABORAZIONE DELLO STUDIO	6
1.2	DESCRIZIONE SCHEMATICA DEL PROGETTO	6
<b>2.0</b>	<b>RILEVAMENTO GEOLOGICO-TECNICO E DESCRIZIONE INDAGINI ONSHORE</b>	<b>8</b>
<b>3.0</b>	<b>RILEVAMENTO GEOLOGICO-TECNICO E DESCRIZIONE INDAGINI OFFSHORE</b>	<b>14</b>
<b>4.0</b>	<b>DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI AREE ONSHORE</b>	<b>24</b>
<b>5.0</b>	<b>TETTONICA E SISMICITÀ</b>	<b>26</b>
5.1	SORGENTI SIMOGENETICHE	26
5.2	SISMICITÀ STORICA	28
5.3	CLASSIFICAZIONE SISMICA DELLE AREE DI PROGETTO	30
5.4	SISMICA	33
5.5	MAREMOTI	37
<b>6.0</b>	<b>AZIONI SISMICHE DI PROGETTO</b>	<b>41</b>
6.1	VERIFICA A LIQUEFAZIONE	42
<b>7.0</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>43</b>

### TABELLE

Tabella 1:	Stazionie utente	9
Tabella 2:	Elettrodotta in cavo interrato onshore	10
Tabella 3:	Sintesi dei dati relativi alle caratteristiche granulometriche (espresse in mm e percentuali relative) dei campioni analizzati presso l'Area di Sito	17

### FIGURE

Figura 1:	Estratto elaborato KAI.ENG.TAV.001.00_Inquadramento generale delle opere	7
Figura 2:	Punto di approdo e connessione tra la parte onshore ed offshore – in rosso il cavidotto onshore	8
Figura 3:	Estratto elaborato KAI.ENG.TAV.012_00_Area onshore - Inquadramento su CTR	9
Figura 4:	Ubicazione pozzi ricadenti nell'area di intervento	11
Figura 5:	Pozzo cod. 198407 (Brindisi)	12
Figura 6:	Pozzo cod. 204021 (San Pietro Vernotico)	13
Figura 7:	Impronta di Progetto e localizzazione delle stazioni offshore indagate	14

 <b>Kailia Energoia</b> PARCO EOLICO MARINO			<b>CODE</b> <b>KAI.ENG.REL.005.00</b>
		 <b>GEOTECH S.r.l.</b> <small>SOCIETÀ DI INGEGNERIA          Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)          Tel. +39 0342810774          E-mail: info@geotech-srl.it          Sito: www.geotech-srl.it</small>	<b>PAGE</b> <b>3 di/of 43</b>

Figura 8: Box corer utilizzato durante i campionamenti di sedimento offshore; b) Schema riassuntivo del campionamento generico con box corer. ....	15
Figura 9: Operazioni di campo per il prelievo con benna. a) benna in risalita. b) benna issata a bordo e poggiata sull'apposita vasca metallica di raccolta. c) benna appena aperta all'interno della vasca con relativo contenuto. ....	16
Figura 10: Carta della distribuzione granulometrica relativa alle stazioni indagate presso l'Area di Sito offshore per la frazione Ghiaia. In rosso sono evidenziate le stazioni di campionamento, i diversi colori identificano le percentuali rilevate per la componente ghiaia .....	19
Figura 11: Carta della distribuzione granulometrica relativa alle stazioni indagate presso l'Area di Sito offshore per la frazione Sabbia. In rosso sono evidenziate le stazioni di campionamento, i diversi colori identificano le percentuali rilevate per la componente sabbia. ....	20
Figura 12: Carta della distribuzione granulometrica relativa alle stazioni indagate presso l'Area di Sito offshore per la frazione Fango. In rosso sono evidenziate le stazioni di campionamento, i diversi colori identificano le percentuali rilevate per la componente fango. ....	21
Figura 13: Carta delle distribuzioni granulometriche dei sedimenti secondo la classificazione di Shepard. ....	22
Figura 14: Carta delle distribuzioni granulometriche dei sedimenti secondo la classificazione di Folk & Ward. ....	23
Figura 15: Estratto catalogo delle sorgenti sismogenetiche italiane (Database of Individual Seismogenic Sources, DISS Version 3.2.1; <a href="http://diss.rm.ingv.it/diss/">http://diss.rm.ingv.it/diss/</a> dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).....	26
Figura 16: Stralcio carta tettonica della Penisola Salentina – in rosso l'area delle opere in progetto. ....	27
Figura 17: Database CPTI15 (INGV) – Magnitudo dei Terremoti. – in rosso la localizzazione delle aree onshore.....	28
Figura 18: Terremoti storici catalogo CPTI15 versione 4.0 per il sito di intervento.....	29
Figura 19: Terremoti storici catalogo CPTI15 versione 4.0 per il sito di intervento.....	29
Figura 20: Intensità massima dei terremoti risentiti a Brindisi – database CPTI15.....	30
Figura 21: Accelerazioni massime al suolo – sito INGV.....	31
Figura 22: Analisi di disaggregazione.....	33
Figura 23: Mappa delle sorgenti sismogeniche ( <a href="https://diss.ingv.it/">https://diss.ingv.it/</a> ) rispetto all'ara di progetto riportata nel cerchio giallo. ....	34
Figura 24: Pericolosità sismica in Puglia (Fonte: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – pericolosità sismica). Il riquadro evidenzia l'area di Progetto.....	34
Figura 25: Esempio di visualizzazione dei terremoti in un'area circolare prossima all'area di Progetto (CPTI15 <a href="https://emidius.mi.ingv.it/">https://emidius.mi.ingv.it/</a> ).....	35
Figura 26: Mappa degli eventi sismici e relativa magnitudoregistrati nel periodo 1930-2020 (CPTI15 v3.0). ....	36
Figura 27: Esempio di visualizzazione della mappa a scala di bacino mediterraneo degli eventi sismici dal 2017 ad oggi con i relativi livelli di allerta (Fonte: <a href="http://cat.ingv.it/">http://cat.ingv.it/</a> ). ....	37
Figura 28: catalogo degli tsunami dell'area euro mediterranea ( <a href="https://tsunamiarchive.ingv.it/cataloghi-tsunami/emtc-2-0-catalogo-degli-tsunami-dell-area-euro-mediterranea">https://tsunamiarchive.ingv.it/cataloghi-tsunami/emtc-2-0-catalogo-degli-tsunami-dell-area-euro-mediterranea</a> ). ....	38
Figura 29: Caratteristiche dell'evento sismico del 1743 - ( <a href="https://tsunamiarchive.ingv.it/cataloghi-tsunami/emtc-2-0-catalogo-degli-tsunami-dell-area-euro-mediterranea">https://tsunamiarchive.ingv.it/cataloghi-tsunami/emtc-2-0-catalogo-degli-tsunami-dell-area-euro-mediterranea</a> ). ....	39
Figura 30: Indice di sensitività costiera secondo Bruno et al., 2016. ....	40

 <b>Kailia Energia</b> PARCO EOLICO MARINO			<i>CODE</i> <b>KAI.ENG.REL.005.00</b>
		 <b>GEOTECH S.r.l.</b> <small>SOCIETA' DI INGEGNERIA          Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)          Tel. +39 0342610774          E-mail: info@geotech-srl.it          Sito: www.geotech-srl.it</small>	<i>PAGE</i> <b>4 di/of 43</b>

Figura 31: Parametri di base di punti baricentrici rispetto al percorso del cavidotto di connessione Lato Utente.....41

 <b>Kailia Energia</b> PARCO EOLICO MARINO			<i>CODE</i> <b>KAI.ENG.REL.005.00</b>
		 <b>GEOTECH S.r.l.</b> <small>SOCIETA' DI INGEGNERIA          Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)          Tel. +39 0342610774          E-mail: info@geotech-srl.it          Sito: www.geotech-srl.it</small>	<i>PAGE</i> <b>5 di/of 43</b>

## ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

D.Lgs.	Decreto Legislativo
DM	Decreto Ministeriale
DPR	Decreto del Presidente della Repubblica
HDD	Horizontal Directional Drilling
MIMS	Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile
MiTE	Ministero della Transizione Ecologica
PNC	Piano Nazionale per gli investimenti Complementari
PNRR	Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza
RTN	Rete di Trasmissione Nazionale
SE	Stazione Elettrica
TOC	Trivellazione orizzontale controllata

 <b>Kailia Energia</b> <small>PARCO EOLICO MARINO</small>			<b>CODE</b> <b>KAI.ENG.REL.005.00</b>
		 <b>GEOTECH S.r.l.</b> <small>SOCIETA' DI INGEGNERIA  Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)  Tel. +39 0342610774  E-mail: info@geotech-srl.it  Site: www.geotech-srl.it</small>	<b>PAGE</b> <b>6 di/of 43</b>

## 1.0 INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è la definizione delle caratteristiche geotecniche delle aree direttamente interessate dalle opere del progetto dell'impianto eolico offshore denominato "Kailia", ubicato di fronte alla costa nord-orientale della Regione Puglia, in corrispondenza dello specchio di mare indicativamente compreso tra il comune di Brindisi (BR) e San Cataldo (LE)

Il progetto in analisi, proposto dalla società Kailia Energia S.r.l., con sede legale in Viale Monza 259, 20126 Milano (MI) C.F. P. IVA:11670440962, è stato sottoposto alla procedura di Scoping presso il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (ex MiTE) con istanza del 30 Settembre 2021.

La presente relazione è parte integrante del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica predisposto, a seguito della fase preliminare richiamata, nell'ambito della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale.

L'approfondimento tematico di cui al presente studio, costituisce parte integrante del Progetto (approfondito a livello di Progetto di fattibilità tecnico-economica secondo quanto stabilito dalle Linee Guida MIMS per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica da porre a base dell'affidamento di contratti pubblici di lavori del PNRR e del PNC (*Art. 48, comma 7, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, convertito nella legge 29 luglio 2021, n. 108*)) e della documentazione allegata allo Studio di Impatto Ambientale, documenti redatti in conformità delle norme vigenti e richiesti dal D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. e dalla Circolare 40/2012 relativamente alla fase di Valutazione di Impatto Ambientale.

## 1.1 RIFERIMENTI METODOLOGICI PER L'ELABORAZIONE DELLO STUDIO

Il presente elaborato, inoltre, è stato redatto sulla base delle informazioni riportate nel Piano Tecnico delle Opere del Parco Eolico Offshore Kailia sviluppato da CEBAT S.p.A. – GEOTECH S.r.l.].

## 1.2 DESCRIZIONE SCHEMATICA DEL PROGETTO

L'area designata per l'installazione del parco eolico è ubicata all'estremità meridionale della regione Puglia, nello specchio di mare indicativamente compreso tra il comune di Brindisi (BR) e San Cataldo (LE) a distanze comprese tra 8,7 km (distanza minima dalla costa) e 21,9 km e profondità variabili tra 70 m e 125 m circa. Il parco eolico interessa un'area pari a circa 175 kmq.



**Figura 1: Estratto elaborato KAI.ENG.TAV.001.00\_Inquadramento generale delle opere**

Il parco eolico offshore sarà composto da 78 aerogeneratori per complessivi 1.170 MW.

Il parco eolico sarà collegato a mezzo di cavi sottomarini con il punto di approdo nel comune di Brindisi a nord della centrale elettrica "Federico II", da cui le opere di connessione si estenderanno all'interno del comune di Brindisi dapprima fino alla Sottostazione Utente (SSE) 66/380 kV e successivamente fino alla SE di Cerano (BR).

Sulla base della STMG rilasciata da Terna, si prevedono rinforzi della rete elettrica nei dintorni del nodo di Brindisi che constano nella realizzazione di due nuovi elettrodotti RTN a 380 kV di collegamento tra un futuro ampliamento della SE Brindisi Sud ed un futuro ampliamento della sezione 380 kV della SE RTN 380/150 kV di Brindisi.

Per ogni ulteriore dettaglio sulle caratteristiche del progetto si rimanda all'elaborato KAI.ENG.REL.003.00\_Relazione tecnica.

 <b>Kailia Energia</b> PARCO EOLICO MARINO			<b>CODE</b> <b>KAI.ENG.REL.005.00</b>
		 <b>GEOTECH S.r.l.</b> <small>SOCIETA' DI INGEGNERIA          Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)          Tel. +39 0342610774          E-mail: info@geotech-srl.it          Site: www.geotech-srl.it</small>	<b>PAGE</b> <b>8 di/of 43</b>

## 2.0 RILEVAMENTO GEOLOGICO-TECNICO E DESCRIZIONE INDAGINI ONSHORE

Sulle aree oggetto delle opere onshore sono state svolte sia attività di rilevamento geologico nonché approfondimenti del tipo stratigrafico in termini di geologia del sottosuolo, attraverso la Banca dati ISPRA “Archivio Indagini nel Sottosuolo (Legge 464/84)”, che rende disponibili informazioni relative a studi o indagini nel sottosuolo nazionale per scopi di ricerca idrica o per opere di ingegneria civile. Lungo tutto il tratto di cavidotto in progetto, sono state prese in considerazione n. 2 indagini finalizzate alla realizzazione di pozzi per uso idropotabile, dalle quali sono stati reperiti i caratteri salienti del tipo stratigrafico delle litologie direttamente implicate dalle opere fondali.

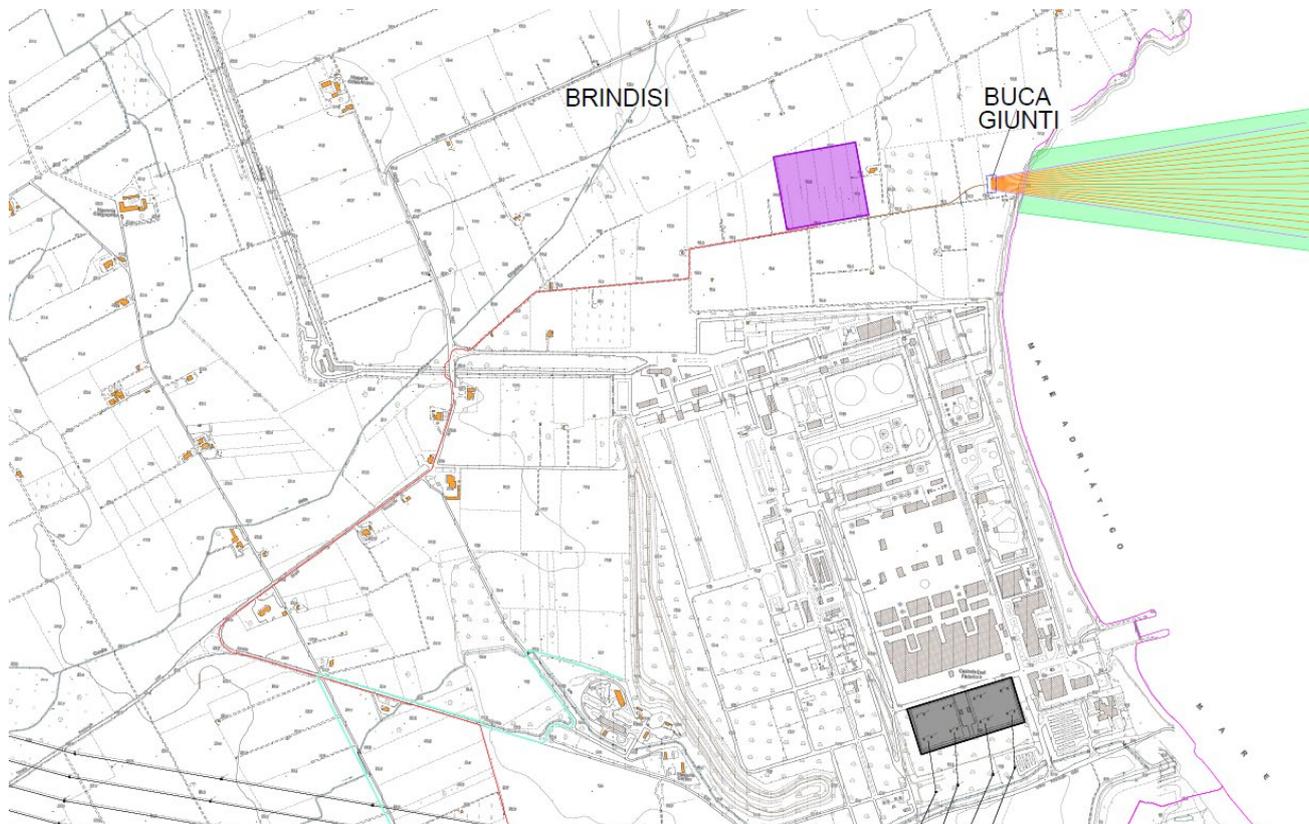
Da sottolineare che, per ciò che riguarda le opere afferenti il cavidotto onshore, le stesse interesseranno le viabilità esistenti, come possiamo evincere dagli stralci planimetrici delle opere in progetto.



**Figura 2: Punto di approdo e connessione tra la parte onshore ed offshore – in rosso il cavidotto onshore.**

La rete di cavi sottomarini “sbarcherà” in località Torre Mattarelle nel Comune di Brindisi; da qui le opere di connessione Lato Utente percorreranno, lungo la viabilità esistente, circa 3,7 km in Comune di Brindisi fino alla Stazione Elettrica 380 kV di Cerano; nello specifico, le opere in progetto, prevedono la realizzazione di n. 1 Stazioni Utente, di n. 2 elettrodotti in cavo interrato e di n. 1 buca di transizione marino terrestre.

Nella figura sottostante è riportata l’ubicazione delle opere di connessione su carta tecnica regionale.



**Figura 3: Estratto elaborato KAI.ENG.TAV.012\_00\_Area onshore - Inquadramento su CTR.**

In dettaglio, gli interventi previsti nella sezione onshore si possono così riassumere:

- Intervento 1: costituito dalla realizzazione della buca giunti Mare/Terra;
- Intervento 2: costituito dalla realizzazione del collegamento in cavidotto interrato a 66 kV tra la Buca giunti mare/terra e la SU 66/380 kV;
- Intervento 3: costituito dalla realizzazione della nuova SU 66/380kV;
- Intervento 4: costituito dal collegamento in cavidotto interrato a 380 kV tra la SU 66/380 kV e la SE 380 kV di Cerano.

Nelle tabelle di seguito si riporta per ciascuna opera prevista l'ubicazione e i comuni interessati.

**Tabella 1: Stazioni utente.**

Nome	Area [m2]	Comune
Stazione Utente 380/220 kV	51600	Brindisi (BR)

 <b>Kailia Energia</b> PARCO EOLICO MARINO			<b>CODE</b> <b>KAI.ENG.REL.005.00</b>
		 <b>GEOTECH S.r.l.</b> <small>SOCIETA' DI INGEGNERIA          Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)          Tel. +39 0342810774          E-mail: info@geotech-srl.it          Sito: www.geotech-srl.it</small>	<b>PAGE</b> <b>10 di/of 43</b>

**Tabella 2: Elettrodotto in cavo interrato onshore.**

Nome	Lunghezza [m]	Collegamenti	Comuni attraversati
Elettrodotto in cavo interrato a 66 kV (n.14 terne:)	395	L'elettrodotto collega la buca di transizione marino terrestre con la Stazione Utente 380/66 kV	Brindisi (BR)
Elettrodotto in cavo interrato a 220 kV (n.4 terne)	3800	L'elettrodotto collega la Stazione Utente 380/66 kV con la SE 380 kV di Cerano	Brindisi (BR)

Per ciò che riguarda gli aspetti tipologici della posa dei cavi e della definizione delle soluzioni progettuali per l'attraversamento di intersezioni con corsi d'acqua o infrastrutture, si rimanda alle relazioni specifiche, ovvero KAI.ENG.REL.012.00\_“Relazione di censimento e risoluzione delle interferenze” e KAI.ENG.REL.018.00\_“Relazione tecnica elettrodotto”.

In termini litologici, saranno interessate le rocce più superficiali o in affioramento costituite principalmente da calcarenite marnose da bianche a giallo-avana.

In termini di geologia del sottosuolo, anche la Banca dati ISPRA “Archivio Indagini nel Sottosuolo (Legge 464/84)” rende disponibili informazioni relative a studi o indagini nel sottosuolo nazionale, per scopi di ricerca idrica o per opere di ingegneria civile. Lungo tutto il tratto di cavidotto in progetto sono stati presi in considerazione n. 2 indagini<sup>1</sup> finalizzate alla realizzazione di pozzi per uso idropotabile.

Di seguito si riportano le ubicazioni e le schede di ogni singola indagine con i dettagli generali, stratigrafici e rinvenimento della falda.

I sondaggi indicano la presenza di:

- Sabbia fine prevalente fino a 8-8.2 m di profondità, con intercalato un livello poco potente (circa 50 cm) di calcarenite;
- Argille, per uno spessore di circa 15 m, a partire da circa 8-8.50 m di profondità;
- Calcareniti, per uno spessore di circa 12-13 m, a partire da circa 24 m di profondità (con alla base circa 1 m di argille)

Come riportato nelle schede indagine, durante la perforazione dei pozzi sono state rinvenute, in conformità al quadro idrogeologico presentato, due falde distinte:

- una falda superficiale, contenuta nelle sabbie fini superficiali (dai 3 ai 9 m) e delimitate alla base dal potente banco di argille;

<sup>1</sup> Fonte: <https://www.isprambiente.gov.it/it/banche-dati/banche-dati-folder/suolo-e-territorio/dati-geognostici-e-geofisici><sup>1</sup>

- una falda più profonda in pressione (dai 16 ai 40 m) che interessa i livelli dei calcari mesozoici e delle calcareniti sovrastanti.

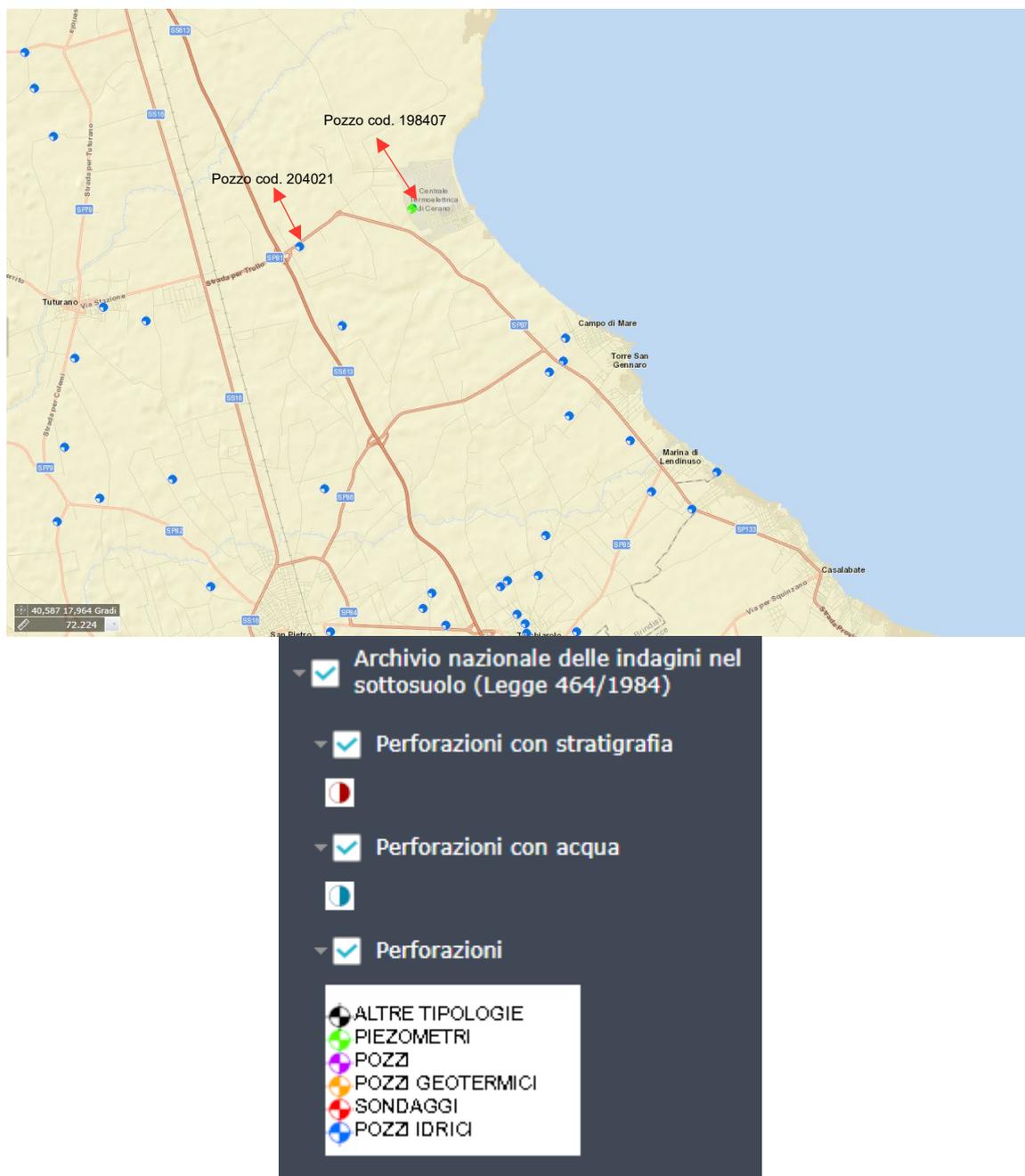


Figura 4: Ubicazione pozzi ricadenti nell'area di intervento.

		<b>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</b>			
<b>Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)</b>					
<b>Dati generali</b>		<b>Ubicazione indicativa dell'area d'indagine</b>			
<p>                     Codice: 198407                      Regione: PUGLIA                      Provincia: BRINDISI                      Comune: BRINDISI                      Tipologia: PERFORAZIONE                      Opera: PIEZOMETRO                      Profondità (m): 40,00                      Quota pc slm (m): 17,00                      Anno realizzazione: 1997                      Numero diametri: 1                      Presenza acqua: SI                      Portata massima (l/s): ND                      Portata esercizio (l/s): ND                      Numero falde: 2                      Numero filtri: 0                      Numero piezometrie: 0                      Stratigrafia: SI                      Certificazione(*): NO                      Numero strati: 7                      Longitudine WGS84 (dd): 18,025131                      Latitudine WGS84 (dd): 40,562359                      Longitudine WGS84 (dms): 18° 01' 30.48" E                      Latitudine WGS84 (dms): 40° 33' 44.42" N                      (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia                 </p>					
<b>DIAMETRI PERFORAZIONE</b>					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	
1	0,00	40,00	40,00	101	
<b>FALDE ACQUIFERE</b>					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)		
1	3,00	9,00	6,00		
2	16,00	40,00	24,00		
<b>STRATIGRAFIA</b>					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	7,00	7,00		SABBIA FINE GIALLOGNOLA CON INTERCALATI NODULI TENACI
2	7,00	7,50	0,50		CALCARENITE A GRANA FINE TENACE
3	7,50	8,50	1,00		SABBIA FINE GIALLOGNOLA
4	8,50	24,00	15,50		ARGILLA GRIGIO - AZZURRA
5	24,00	37,00	13,00		CALCARENITE PSEUDOCOERENTE BIANCASTRA
6	37,00	38,00	1,00		ARGILLA GIALLOVERDASTRA
7	38,00	40,00	2,00		CALCARE

**Figura 5: Pozzo cod. 198407 (Brindisi)**

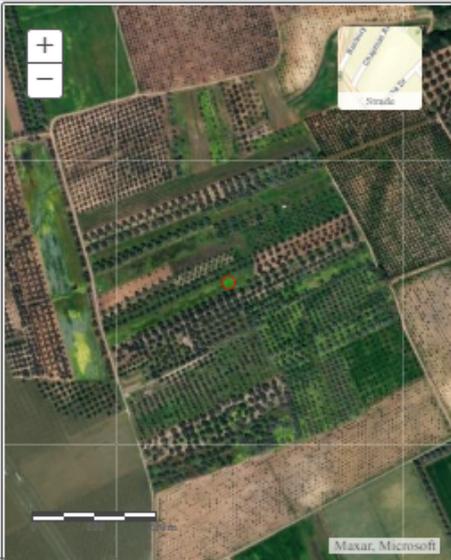
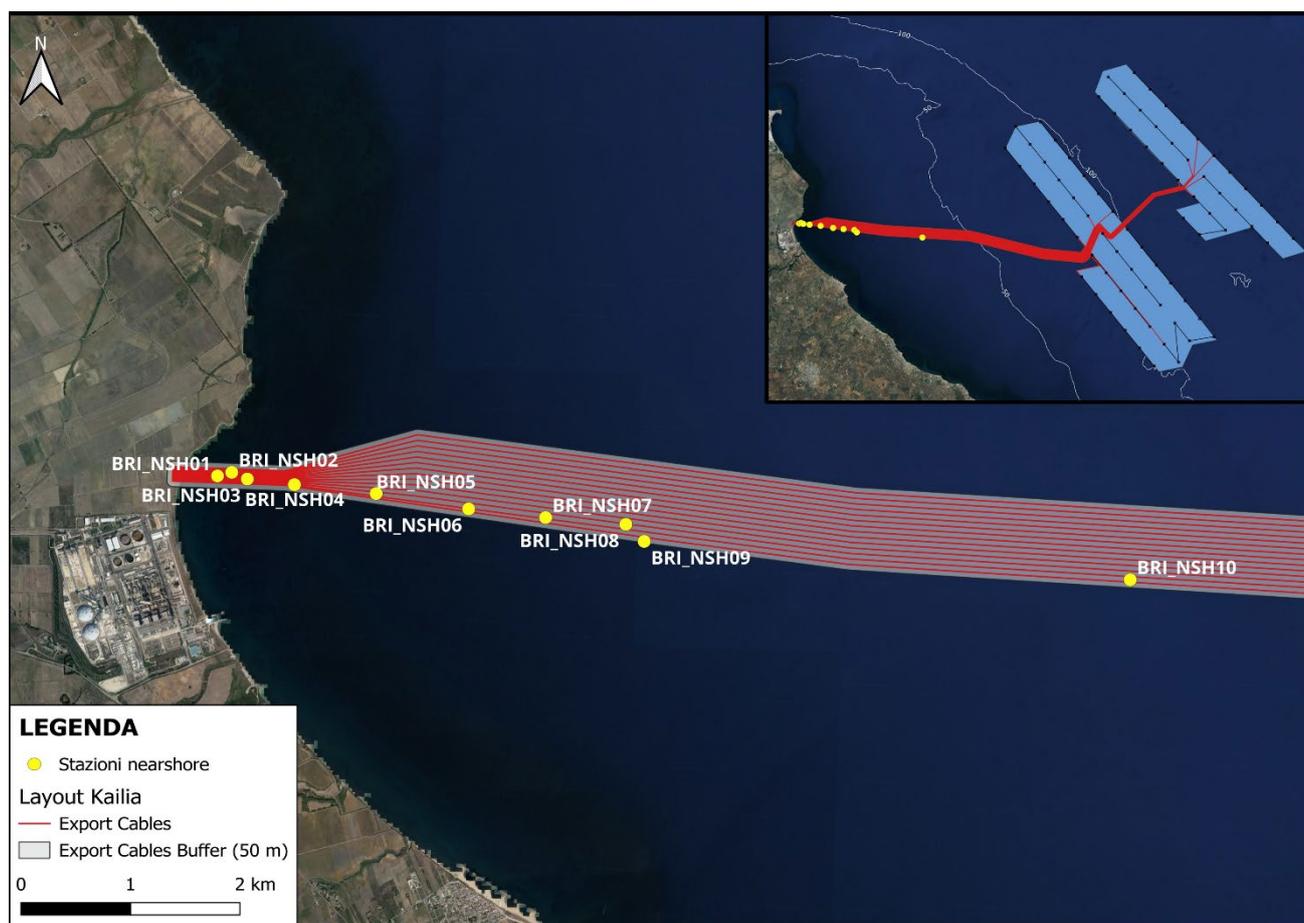
 		<b>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</b>			
<b>Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)</b>					
<b>Dati generali</b>		<b>Ubicazione indicativa dell'area d'indagine</b>			
<p>Codice: 204021                  Regione: PUGLIA                  Provincia: BRINDISI                  Comune: SAN PIETRO VERNOTICO                  Tipologia: PERFORAZIONE                  Opera: POZZO PER ACQUA                  Profondità (m): 60,45                  Quota pc slm (m): ND                  Anno realizzazione: ND                  Numero diametri: 1                  Presenza acqua: SI                  Portata massima (l/s): ND                  Portata esercizio (l/s): ND                  Numero falde: 1                  Numero filtri: 0                  Numero piezometrie: 1                  Stratigrafia: SI                  Certificazione(*): NO                  Numero strati: 6                  Longitudine WGS84 (dd): 18,008739                  Latitudine WGS84 (dd): 40,541231                  Longitudine WGS84 (dms): 18° 00' 31.46" E                  Latitudine WGS84 (dms): 40° 32' 28.43" N</p> <p>(*):Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>					
<b>DIAMETRI PERFORAZIONE</b>					
<b>Progr</b>	<b>Da profondità (m)</b>	<b>A profondità (m)</b>	<b>Lunghezza (m)</b>	<b>Diametro (mm)</b>	
1	0,00	60,45	60,45	300	
<b>FALDE ACQUIFERE</b>					
<b>Progr</b>	<b>Da profondità (m)</b>	<b>A profondità (m)</b>	<b>Lunghezza (m)</b>		
1	30,00	33,00	3,00		
<b>MISURE PIEZOMETRICHE</b>					
<b>Data rilevamento</b>	<b>Livello statico (m)</b>	<b>Livello dinamico (m)</b>	<b>Abbassamento (m)</b>	<b>Portata (l/s)</b>	
apr/1989	33,00	33,70	0,70	12,000	
<b>STRATIGRAFIA</b>					
<b>Progr</b>	<b>Da profondità (m)</b>	<b>A profondità (m)</b>	<b>Spessore (m)</b>	<b>Età geologica</b>	<b>Descrizione litologica</b>
1	0,00	10,00	10,00		TERRENO VEGETALE E MATERIALE TUFACEO
2	10,00	15,00	5,00		ALTERNANZA DI MATERIALE CALCAREO E MATERIALE ARGILLIFORME
3	15,00	20,00	5,00		STRATI DI ROCCIA CALCAREA COMPATTA
4	20,00	27,00	7,00		FORMAZIONI CALCAREE FRATTURATE ASCIUTTE
5	27,00	33,00	6,00		FORMAZIONI CALCAREE FESSURATE CON PRESENZA DI FALDE ACQUIFERE
6	33,00	60,45	27,45		ROCCIA CALCAREA FERRUGINOSA MOLTO FESSURATA CON CHIARI SEGNI DI PRESENZA DI ACQUA

Figura 6: Pozzo cod. 204021 (San Pietro Vernotico)

### 3.0 RILEVAMENTO GEOLOGICO-TECNICO E DESCRIZIONE INDAGINI OFFSHORE

Dato il particolare posizionamento dell'impronta di Progetto, l'**Area Vasta** è stata identificata nel bacino dell'Adriatico Meridionale.

L'**Area di Sito** è stata scelta considerando un buffer intorno all'impronta di Progetto. Nella Figura 7 si rappresenta la posizione delle stazioni campionate rispetto all'area di sito.



**Figura 7: Impronta di Progetto e localizzazione delle stazioni offshore indagate.**

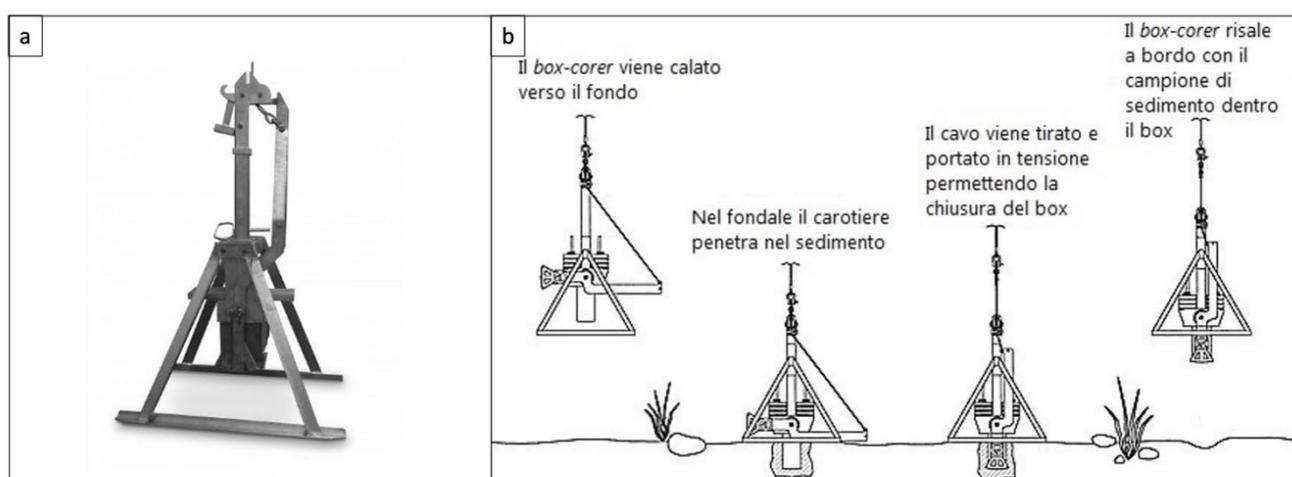
All'interno dell'Area di Sito sono state collocate 20 stazioni di campionamento "offshore" (posizionate a profondità maggiori di 25 metri) e 10 stazioni di campionamento "nearshore" (posizionate a profondità minori di 25 metri, eccetto per la stazione BRI\_NSH\_08 posta a 27,5 metri che per comodità tecniche è stata compresa tra quelle nearshore), le cui coordinate sono riportate nell'APPENDICE B al Volume 2 del SIA. Tale suddivisione è stata fatta utilizzando come criterio i limiti tecnici di attrezzature e imbarcazioni offshore dei quali si è tenuto conto a monte del piano di campionamento.

Nello specifico, le indagini offshore sono state condotte dall'Università di Palermo nel periodo luglio-settembre 2022, mentre le analisi nearshore sono state condotte dall'Università degli Studi di Messina nel periodo

 <b>Kailia Energia</b> PARCO EOLICO MARINO			<b>CODE</b> <b>KAI.ENG.REL.005.00</b>
		 <b>GEOTECH S.r.l.</b> SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-srl.it Sito: www.geotech-srl.it	<b>PAGE</b> <b>15 di/of 43</b>

dicembre 2022-gennaio 2023. Sulla base del piano di campionamento e delle caratteristiche batimetriche specifiche di ciascuna stazione, sono stati prelevati campioni di sedimento alla quota fondo.

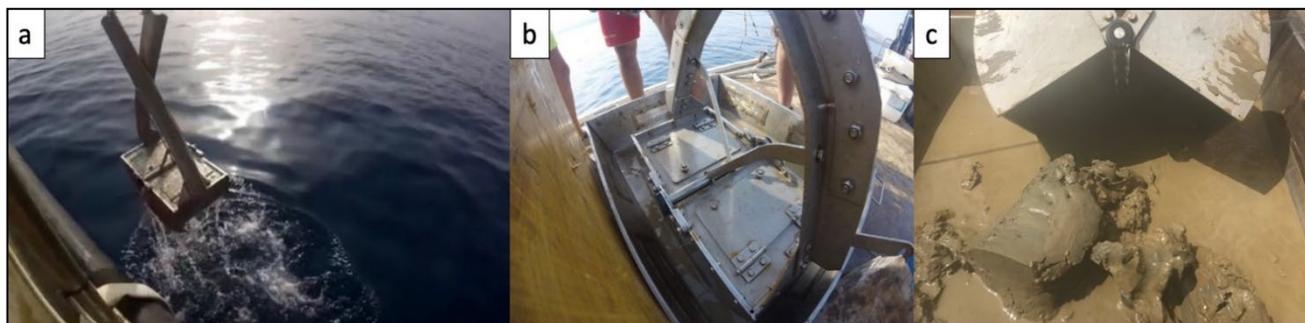
Per quanto concerne la **campagna offshore**, i campioni di sedimento sono stati raccolti tramite un box corer "Light Box Corer" (Carmacoring Srl) (dimensioni scatola: 170 x 170 mm; altezza: 250 mm; volume: 7,2 litri). La tecnica di base dei prelievi con box corer è riportata nella figura 8. Questo tipo di strumento consente di prelevare un campione superficiale approssimativamente relativo ai primi 50 cm di spessore. Su tali campioni sono stati determinati i fusi granulometrici caratteristici ed i parametri indice di base (caratteristiche fisiche generali).



**Figura 8: Box corer utilizzato durante i campionamenti di sedimento offshore; b) Schema riassuntivo del campionamento generico con box corer.**

Per quanto concerne la **campagna nearshore** condotta dall'Università degli Studi di Messina, i campioni di sedimento sono stati prelevati tramite la tecnica della bennata, utilizzando una benna di tipo Van Veen, da 25 litri con apertura di 0,136 m<sup>2</sup>. Questo tipo di benna consente di prelevare un campione superficiale approssimativamente relativo ai primi 15 – 20 cm di spessore. La benna impiegata presenta un sistema di apertura a sportello che consente il prelievo del sedimento indisturbato prima dell'estrusione dalla benna stessa. Preliminarmente ai lavori, ogni giorno è stato effettuato un controllo rapido delle attrezzature imbarcate e del materiale di consumo. Una volta che l'imbarcazione sia stata posizionata sul punto di prelievo, verificato il corretto posizionamento, si è provveduto ad eseguire il prelievo. I sedimenti sono quindi stati prelevati tramite l'utilizzo della benna, per consentire il recupero di un volume sufficiente alle successive analisi. Ciascun campione è stato prelevato e suddiviso nelle aliquote per le diverse analisi e conservato in appositi contenitori etichettati e datati. In particolare, una volta recuperata a bordo, la benna è stata alloggiata in un'apposita vasca-contenitore ed aperta utilizzando gli sportelli superiori per procedere all'ispezione visiva del sedimento recuperato.

 <b>Kailia Energia</b> PARCO EOLICO MARINO			<b>CODE</b> <b>KAI.ENG.REL.005.00</b>
		 <b>GEOTECH S.r.l.</b> <small>SOCIETA' DI INGEGNERIA          Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)          Tel. +39 0342610774          E-mail: info@geotech-srl.it          Sito: www.geotech-srl.it</small>	<b>PAGE</b> <b>16 di/of 43</b>



**Figura 9: Operazioni di campo per il prelievo con benna. a) benna in risalita. b) benna issata a bordo e poggiata sull'apposita vasca metallica di raccolta. c) benna appena aperta all'interno della vasca con relativo contenuto.**

Relativamente a ciascuna stazione nearshore, sono state effettuate le seguenti analisi:

- Analisi granulometriche: descrizione del campione (visiva, olfattiva, colorimetrica, dimensionale), determinazione delle frazioni granulometriche e classi di appartenenza;
- Analisi chimico-fisiche di laboratorio sui campioni di sedimento prelevati: contenuto in IPA, PCB, Metalli, Composti Organoclorurati, Carbonio Organico (TOC), Idrocarburi C < 12 e C > 12, Macronutrienti (Azoto e Fosforo), Composti Organostannici;
- Analisi microbiologiche (Coliformi totali, Coliformi fecali, Streptococchi fecali);
- Analisi delle comunità del macrozoobenthos

Per quanto riguarda i dati primari raccolti, nelle tabelle successive si riportano i dati di sintesi di granulometria sedimentaria dei campioni analizzati (le schede di dettaglio di ogni campione sono riportate nell'Appendice C allo Studio di Impatto Ambientale).

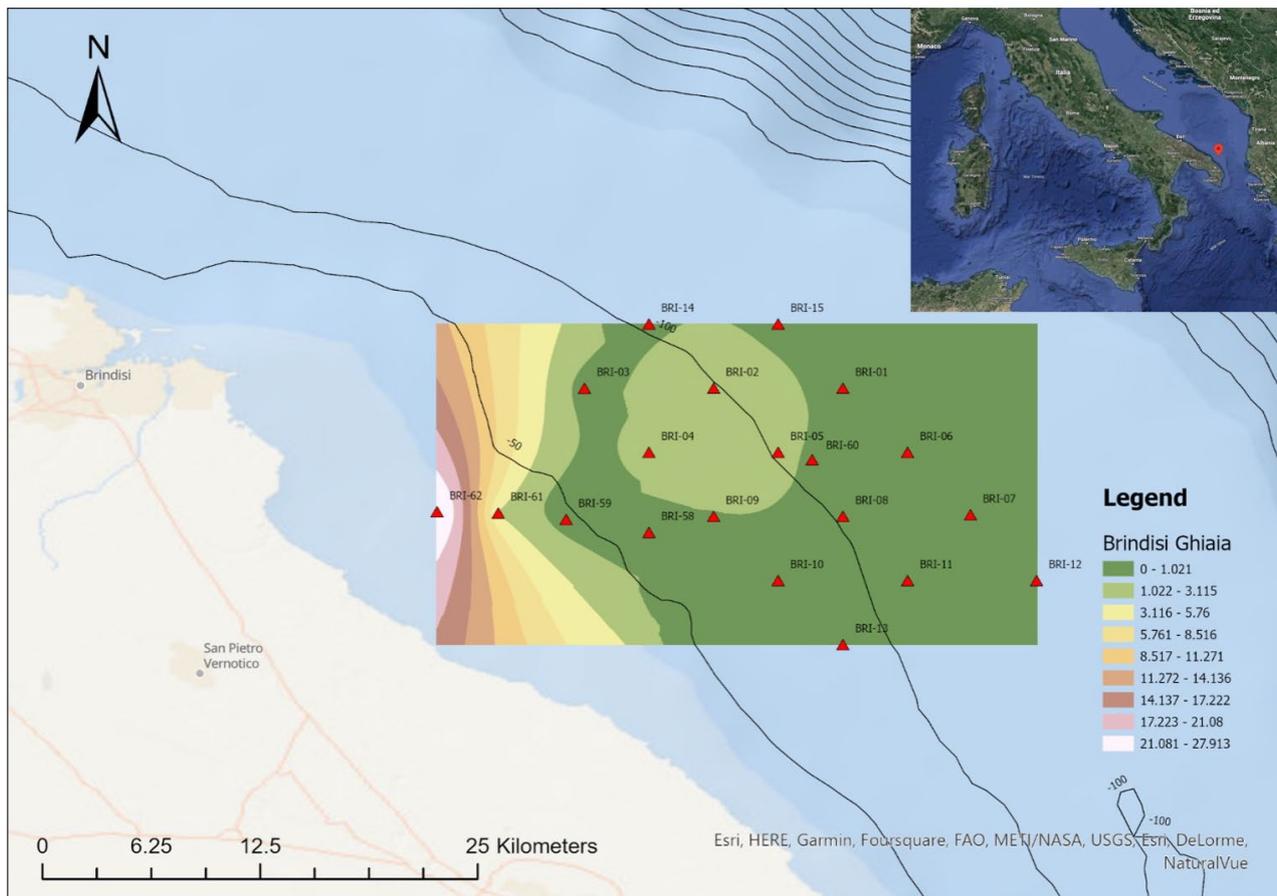
In generale, le aree di indagine offshore sono per lo più rappresentate da sedimenti nel campo delle frazioni più fini (si noti che la maggior parte dei campioni presentano asimmetria leggermente o decisamente positiva) e questo fornisce una indicazione di quanto sia rilevante il contributo terrigeno-continentale nell'area di indagine. Secondo la classificazione di Shepard, i campioni analizzati ricadono prevalentemente nella categoria fango, con solo 3 campioni classificabili come sabbia fangosa (BRI\_08) e sabbia ghiaiosa (BRI\_61 e BRI\_62). Come riportato al paragrafo 8.5.1.2.1 dello Studio di Impatto Ambientale, non vi sono dati sperimentali significativi di letteratura con cui mettere in confronto i presenti dati. Tuttavia, i campioni di sedimento analizzati non sembrano deviare molto dalle aspettative ottenute dai dati di letteratura descritti per l'Area Vasta come riportato al paragrafo 8.5.2.1.1 dello Studio di Impatto Ambientale, desunti dalle linee guida di ISPRA (2018). Il campione con una percentuale relativa più alta di ghiaia è risultato BRI\_62, con valori molto alti rispetto alla norma per l'Area di Sito; i campioni con una percentuale relativa più alta di sabbia sono invece risultati BRI\_04, BRI\_05 e soprattutto BRI\_08, BRI\_61, BRI\_62 (valori > 60%). La frazione relativa di pelite è conseguentemente risultata in tutte le stazioni molto alta eccetto che per quelle appena menzionate, in particolare per BRI\_62, dove si è registrato un valore bassissimo (1,73%).

 <b>Kailia Energia</b> <small>PARCO EOLICO MARINO</small>			<i>CODE</i> <b>KAI.ENG.REL.005.00</b>
		 <b>GEOTECH S.r.l.</b> <small>SOCIETA' DI INGEGNERIA  Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)  Tel. +39 0342810774  E-mail: info@geotech-srl.it  Site: www.geotech-srl.it</small>	<i>PAGE</i> <b>17 di/of 43</b>

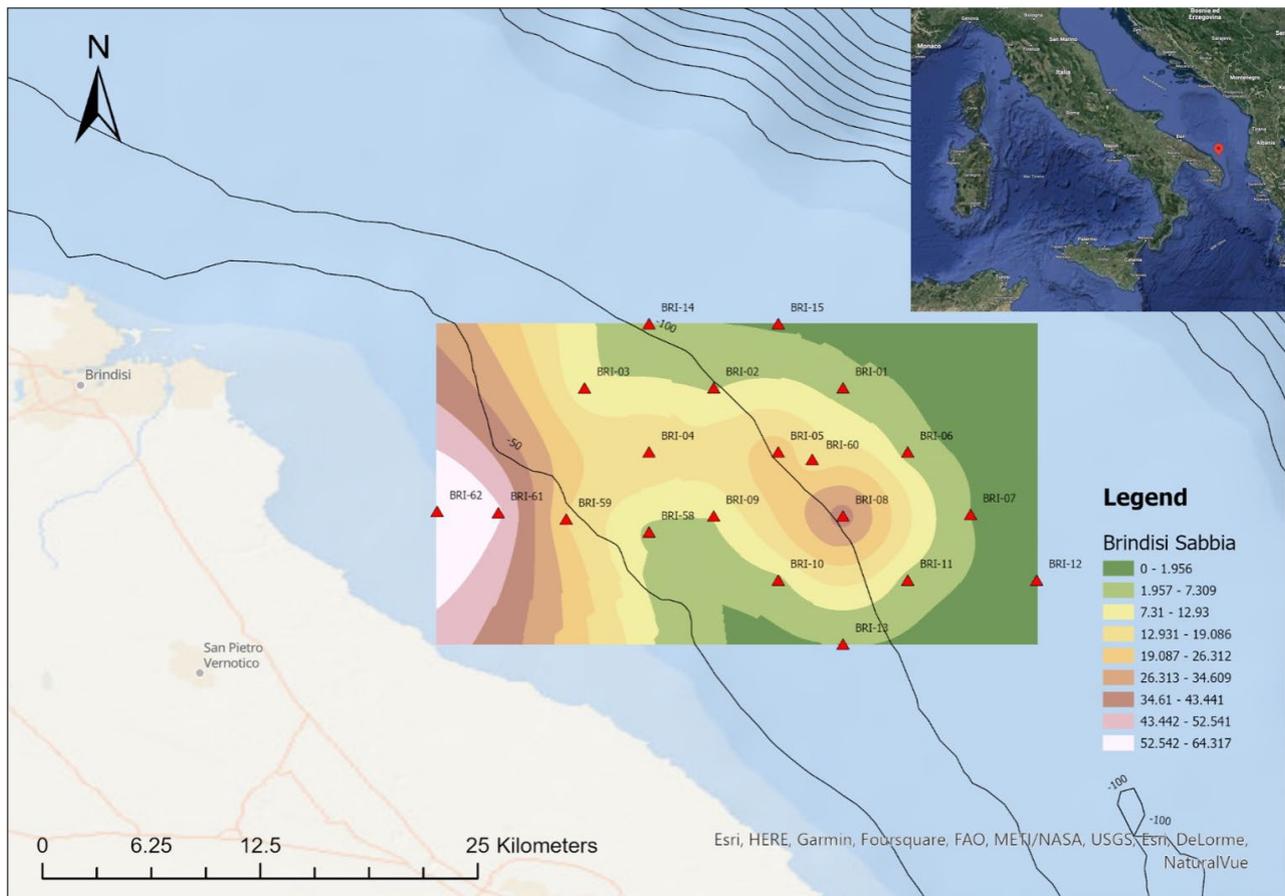
**Tabella 3: Sintesi dei dati relativi alle caratteristiche granulometriche (esprese in mm e percentuali relative) dei campioni analizzati presso l'Area di Sito.**

Stazione	4 ÷ 2	2 ÷ 1	1 ÷ 0,5	0,5 ÷ 0,25	0,25 ÷ 0,125	0,125 ÷ 0,063	<0,063	peso tot	GHIAIA	SABBIA	FANGO	Asimmetria
BRI_01	0,2	0,1	0,5	0,8	1,0	1,2	90,3	94,1	0,21%	3,83%	95,96%	+
BRI_02	4,3	1,1	0,7	0,9	1,1	1,8	133,2	143,1	3,00%	3,91%	93,80%	-
BRI_03	0,2	0,2	0,1	0,4	0,9	1	121,8	124,6	0,16%	2,09%	97,75%	+
BRI_04	8,1	2,2	4,2	14,8	82	6,8	279,6	397,7	2,04%	27,76%	70,30%	+
BRI_05	5,6	1,5	6,1	31,4	35,5	3,4	141,9	225,4	2,48%	35,56%	62,95%	+
BRI_06	0,4	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	276	277,3	0,14%	0,32%	99,53%	+
BRI_07	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	304	305,2	0,10%	0,29%	99,61%	+
BRI_08	0,2	0,1	0,1	0,6	0,9	291,7	173,1	466,7	0,04%	62,87%	37,09%	+
BRI_09	1,6	0,3	0,2	0,8	2	2,5	173,1	180,5	0,89%	3,21%	95,90%	+
BRI_10	0,6	0	0	0,1	0,5	1,4	286,3	288,9	0,21%	0,69%	99,10%	+
BRI_11	2,5	0,4	0,5	0,9	1,4	1,9	641,1	648,7	0,39%	0,79%	98,83%	+
BRI_12	1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,5	364,4	366,7	0,27%	0,35%	99,37%	+
BRI_13	1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	256,7	259,2	0,39%	0,58%	99,04%	+
BRI_14	1	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	165,1	168,3	0,59%	1,31%	98,10%	+
BRI_15	0,4	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	144,7	146	0,27%	0,62%	99,11%	+
BRI_58	0,2	0	0	0,2	0,9	1	115,5	117,8	0,17%	1,78%	95,05%	+
BRI_59	0,7	0,6	1,1	2,3	4,3	6,8	153,3	169,1	0,41%	8,93%	90,66%	-
BRI_60	0,4	0,2	0,3	0,8	1,6	1,8	156,6	161,7	0,25%	2,91%	96,85%	+
BRI_61	7,6	3,5	14,4	61,7	67,4	21,6	84,3	260,5	2,92%	64,72%	32,36%	-
BRI_62	98,7	71,6	97,1	58,8	17,2	2,7	6,1	352,2	28,02%	70,24%	1,73%	+

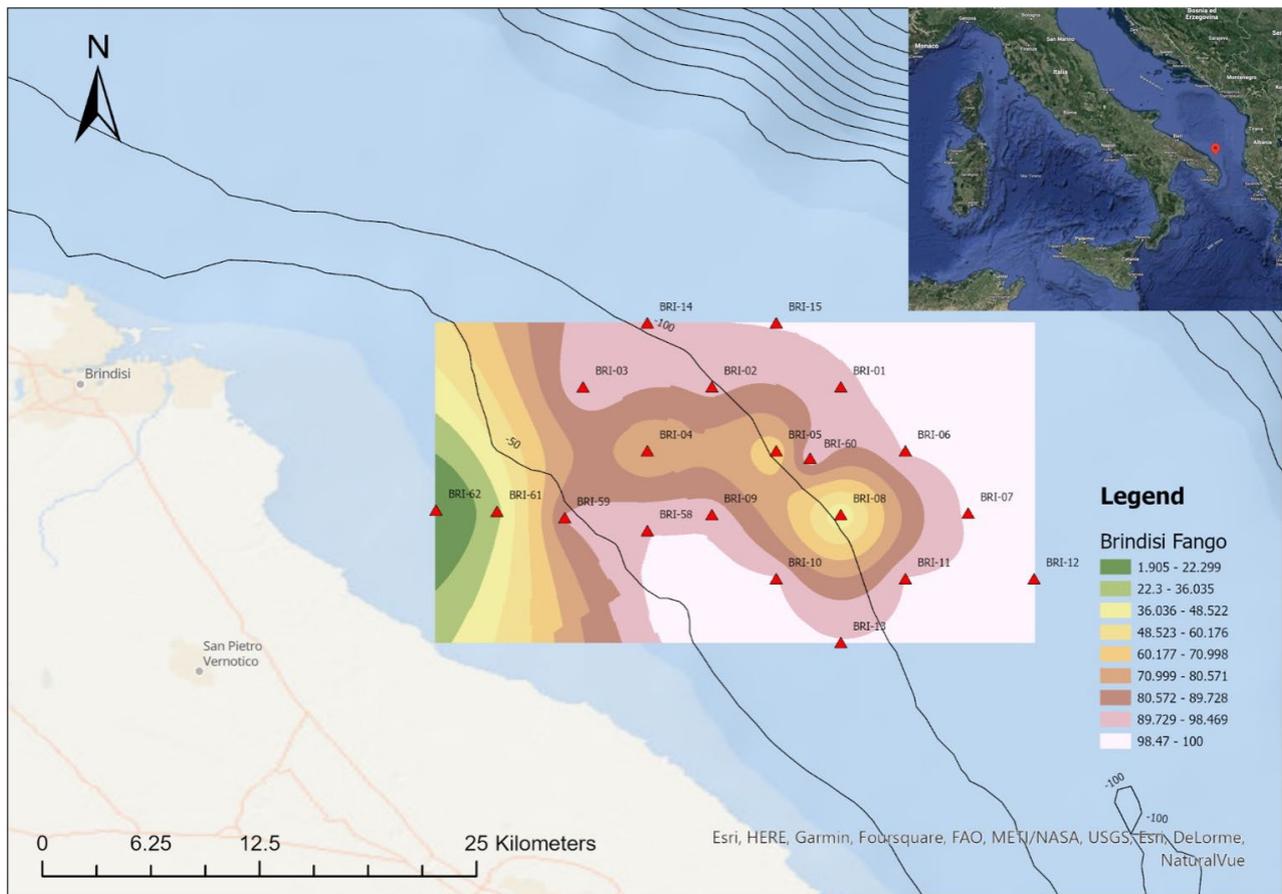
Al fine di una più diretta visualizzazione grafica si riportano di seguito le carte ottenute attraverso Software GIS rappresentative della distribuzione granulometrica nell'area di studio relativamente alle stazioni indagate presso l'Area di Sito offshore.



**Figura 10: Carta della distribuzione granulometrica relativa alle stazioni indagate presso l'Area di Sito offshore per la frazione Ghiaia. In rosso sono evidenziate le stazioni di campionamento, i diversi colori identificano le percentuali rilevate per la componente ghiaia**



**Figura 11: Carta della distribuzione granulometrica relativa alle stazioni indagate presso l'Area di Sito offshore per la frazione Sabbia. In rosso sono evidenziate le stazioni di campionamento, i diversi colori identificano le percentuali rilevate per la componente sabbia.**



**Figura 12: Carta della distribuzione granulometrica relativa alle stazioni indagate presso l'Area di Sito offshore per la frazione Fango. In rosso sono evidenziate le stazioni di campionamento, i diversi colori identificano le percentuali rilevate per la componente fango.**

Per ciò che riguarda l' area nearshore i risultati delle indagini sui campioni prelevati hanno messo in evidenza quanto segue:

Entrambi i campioni analizzati (BRI\_NSH\_01 e BRI\_NSH\_02) sono risultati costituiti da sedimenti sottili, rappresentati da sabbie fini e molto fini, pertanto è stata effettuata l'analisi granulometrica mediante setacciamento. Nei campioni, la percentuale della frazione pelitica rappresentata da argille è pressoché assente, mentre quella di limi varia dallo 0% fino ad un massimo di circa il 14%; la frazione granulometrica prevalente delle sabbie molto fini varia dal 59% al 78%.

Secondo la classificazione di Shepard, i sedimenti analizzati ricadono in entrambi i campioni nel campo delle sabbie.

Secondo la classificazione di Folk & Ward, i sedimenti sono caratterizzati da valori di diametro medio che rientra prevalentemente nelle classi granulometriche delle sabbie molto fini.

La Figura 15 e Figura 16, riportano le carte delle distribuzioni granulometriche dei sedimenti, rispettivamente secondo le classificazioni di Shepard e Folk & Ward.



**Figura 13: Carta delle distribuzioni granulometriche dei sedimenti secondo la classificazione di Shepard.**



**Figura 14: Carta delle distribuzioni granulometriche dei sedimenti secondo la classificazione di Folk & Ward.**

 <b>Kailia Energia</b> <small>PARCO EOLICO MARINO</small>			<b>CODE</b> <b>KAI.ENG.REL.005.00</b>
		 <b>GEOTECH S.r.l.</b> <small>SOCIETA' DI INGEGNERIA  Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)  Tel. +39 0342810774  E-mail: info@geotech-srl.it  Site: www.geotech-srl.it</small>	<b>PAGE</b> <b>24 di/of 43</b>

## 4.0 DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI AREE ONSHORE

In questa fase progettuale, le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni interessati dalle opere fondali sono state definite da analisi ed interpretazioni di prove geotecniche di laboratorio pregresse su lavori di interesse pubblico e strumenti di pianificazione territoriali, nonché dalla consultazione della letteratura scientifica in merito, che di seguito si riporta:

- AIELLO G. (1993) - Stratigrafia e strutture dell' offshore pugliese (Adriatico meridionale). Tesi di Dottorato in Geologia del Sedimentario, Università di Napoli
- ALVINO L. (1964) - I calcari di Torre Minervino e le calcareniti di Porto Badisco. La Zagaglia, **6**, 1-24, Lecce.
- ALVINO L. (1966) - Geologia Salentina. L'Orsa Maggiore, 1-98, Lecce.
- BOSSIO A., GUELFÌ., MAZZEI R., MONTEFORTI B. & SALVATORINI G. (1989a) - Studi sul Neogene e Quaternario della Penisola Salentina. III - Stratigrafia del Pozzo Poggiardo (N. 54 PS 1490/3). Quaderni Ricerche Centro Studi Geotecnici Ingegneria, 11, 55-88, Lecce.
- BOSSIO A., GUELFÌ., MAZZEI R., MONTEFORTI B. & SALVATORINI G. (1989b) - Studi sul Neogene e Quaternario della Penisola Salentina. V - Note geologiche sulla zona di Castro. Quaderni Ricerche Centro Studi Geotecnici Ingegneria, 11, 127-146, Lecce.
- BOSSIO A., GUELFÌ., MAZZEI R., MONTEFORTI B. & SALVATORINI G. (1989c) - Studi sul Neogene e Quaternario della Penisola Salentina. VII - Precisazioni sull'età della formazione di Uggianola Chiesa nella zona di Otranto. Quaderni Ricerche Centro Studi Geotecnici Ingegneria, 11, 175- 194, Lecce.
- D'ALESSANDRO A., LOIACONO F. & RICCHETTI G. (1989) - Note illustrative alla Carta Geomorfica del Salento meridionale (F. 525 Gallipoli, 526 Nardò, 527 Otranto, 536 Ugento e 537 Capo S. Maria di Lèuca). Quaderni Ricerche Centro Studi Geotecnici Ingegneria, 11, 207-222, Lecce.
- SPILOTRO G & ZEZZA F. (1977) - I depositi argillosi della Penisola Salentina: caratteri sedimentologici geotecnici e correlazione con i depositi argillosi della Fossa Bradanica. Geol. Appl. Idrogeol., 12, 299-310, Bari.

Dall'analisi bibliografica, nonché dalle stratigrafie riportate all'interno della Banca dati dell'ISPRA per la ricerca idrica, si può affermare che gli orizzonti litologici interessanti le opere in progetto sono caratterizzati da una variabilità, sia in senso orizzontale che in quello verticale, delle proprietà geotecniche e geomeccaniche fondamentali. Nello specifico, si possono accorpate le litologie maggiormente interessate dalle opere in progetto in tre orizzonti distinti, di cui uno superficiale, uno intermedio ed uno di base come di seguito riportato:

### **ORIZZONTE DI ALTERAZIONE SUPERFICIALE**

Trattasi di terreni umificati, fortemente alterati, a basso contenuto d'acqua, mediamente plastici e con notevole compressibilità.

Questi terreni posseggono caratteristiche fisico meccaniche alquanto modeste a causa della loro eterogeneità e dell'elevato grado di alterazione chimica e di degradazione fisica e, inoltre, per la diffusa presenza di masse argillose, limose e di materiali organici. Lo spessore di tale orizzonte è compreso tra il piano campagna e circa 1,5 – 2,5 mt di profondità.

 <b>Kailia Energia</b> <small>PARCO EOLICO MARINO</small>			<b>CODE</b> <b>KAI.ENG.REL.005.00</b>
		 <b>GEOTECH S.r.l.</b> <small>SOCIETA' DI INGEGNERIA  Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)  Tel. +39 0342610774  E-mail: info@geotech-srl.it  Site: www.geotech-srl.it</small>	<b>PAGE</b> <b>25 di/of 43</b>

### **ORIZZONTE INTERMEDIO**

Tale orizzonte è costituito da sabbie fini giallastre intercalate a livelletti argillosi dal colore grigio azzurro. Lo spessore medio è di circa 5-8 mt.

### **ORIZZONTE DI BASE**

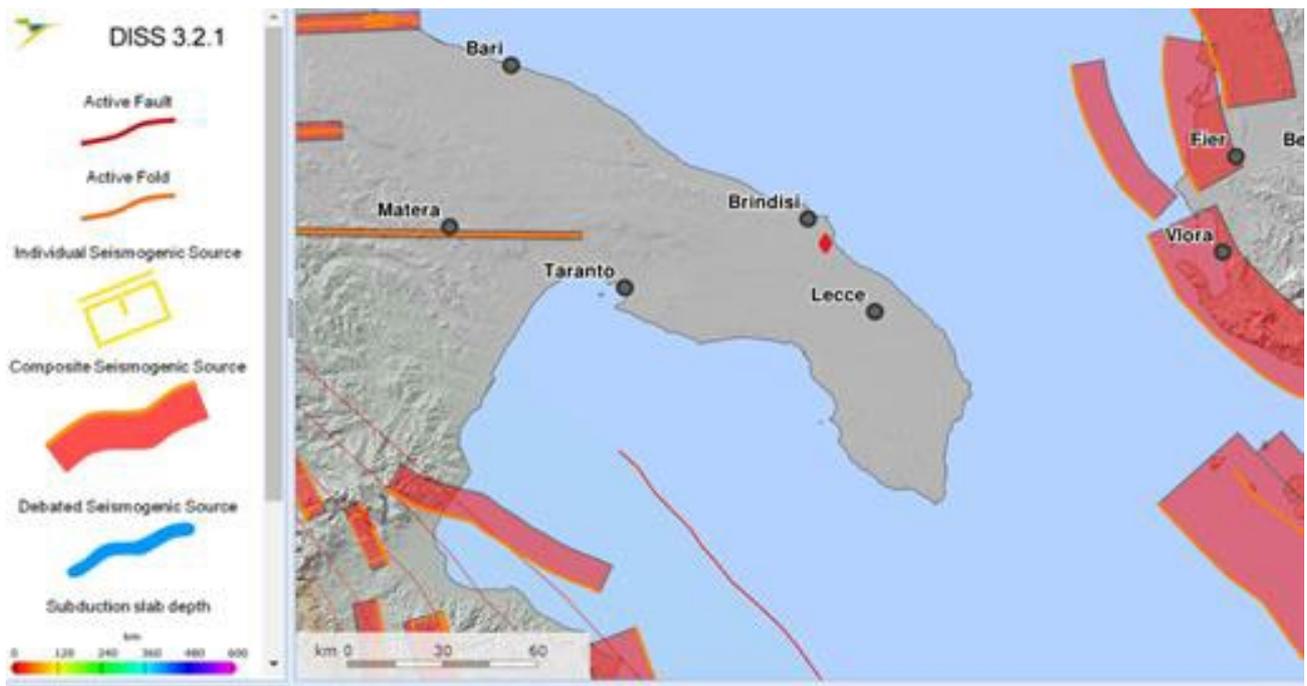
Tale orizzonte nel caso di specie è costituito da un substrato calcarenitico da poco fratturato ad estremamente fratturato, dal colore bianco ad avana, con notevole potenza in termini di spessore ed estensione areale.

Per maggior dettaglio sulle caratteristiche litologiche delle aree interessate dalle opere si rimanda alla relazione KAI.ENG.REL.004.00\_Relazione geologica marina e terrestre.

## 5.0 TETTONICA E SISMICITÀ

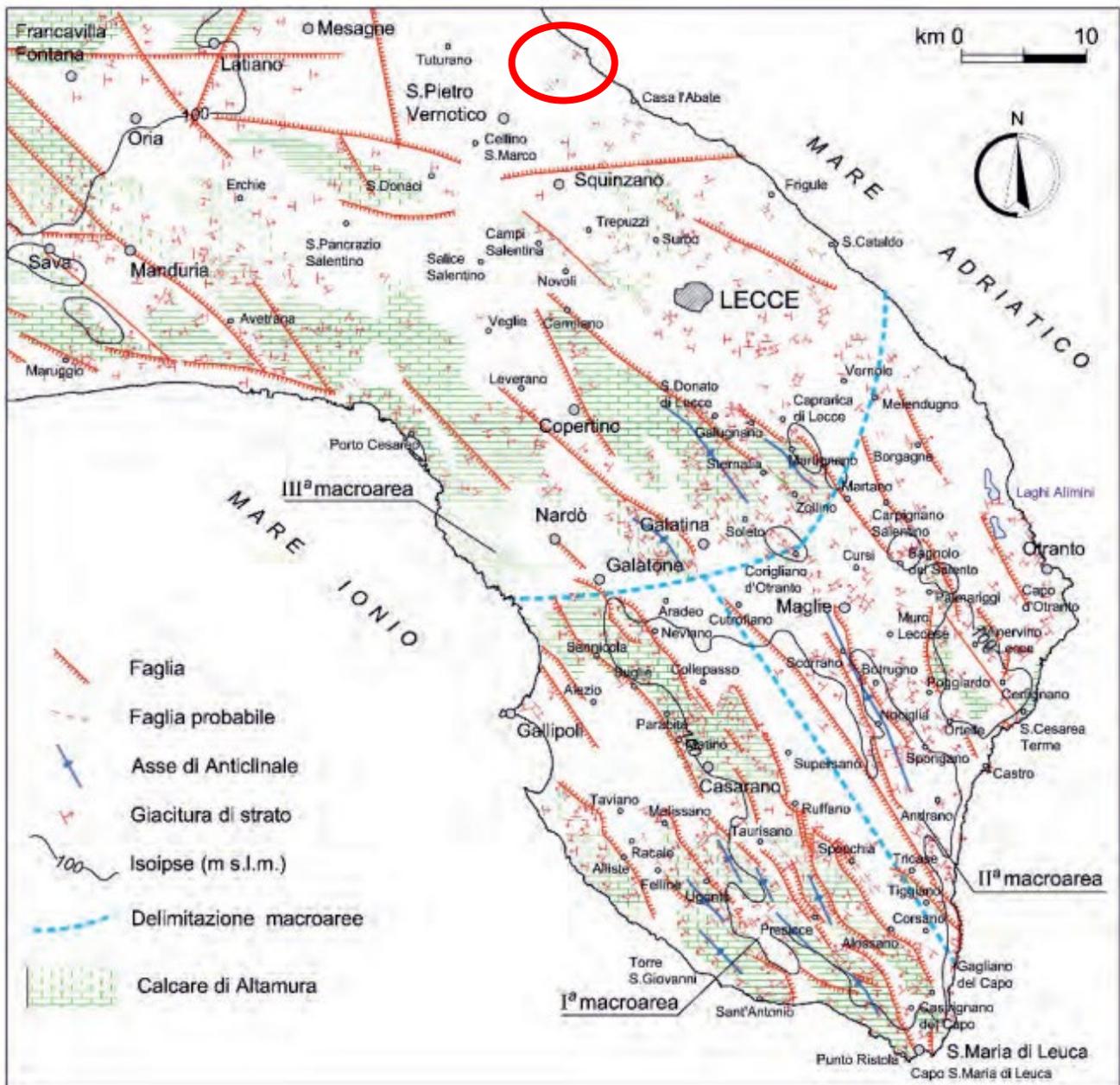
### 5.1 SORGENTI SISMOGENETICHE

Dal catalogo delle sorgenti sismogenetiche italiane dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Database of Individual Seismogenic Sources, DISS Version 3.2.1; <http://diss.rm.ingv.it/diss/> INGV), l'intera penisola salentina non ricade all'interno di strutture sismogenetiche singole (ISS) e composite (CSS).



**Figura 15: Estratto catalogo delle sorgenti sismogenetiche italiane (Database of Individual Seismogenic Sources, DISS Version 3.2.1; <http://diss.rm.ingv.it/diss/> dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).**

Anche se la penisola salentina risulta relativamente stabile dal punto di vista sismico, sono stati registrati alcuni eventi sismici a Sud-Est dell'area di interesse, in acque più profonde con magnitudo approssimativa di 4,5 – 5 con un numero massimo registrato di 6,7. La seguente figura mostra la zona caratterizzata dalla presenza delle faglie attive orientate principalmente NW-SE che sono state associate a terremoti storici.



**Figura 16: Stralcio carta tettonica della Penisola Salentina – in rosso l’area delle opere in progetto.**

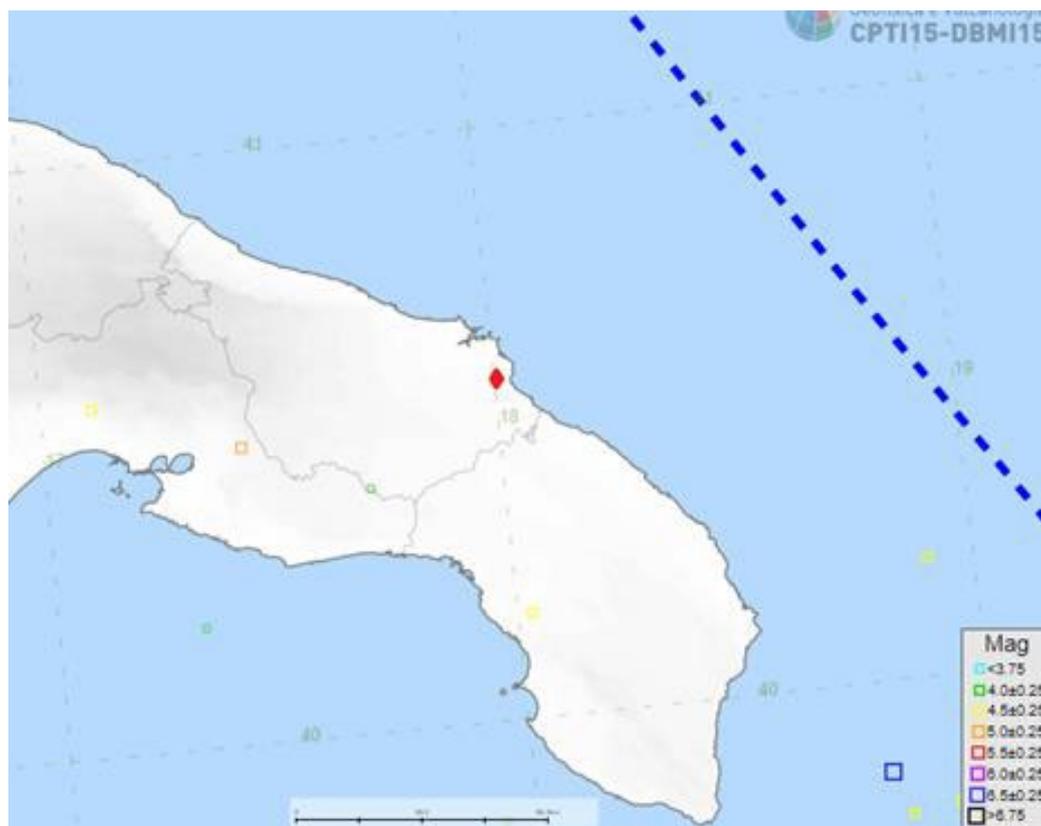
Anche l’elenco delle faglie attive e capaci del catalogo del Progetto Ithaca [1] in continuo aggiornamento da parte di SGI - ISPRA (<http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/suolo-e-territorio-1/ithaca-catalogo-delle-faglie-capaci>) non riporta faglie capaci in tutta la Penisola Salentina. Come ‘faglia capace’ si indica il caso di faglia in grado di dislocare e/o deformare la superficie topografica, in occasione di eventi sismici di magnitudo, in genere, medio-elevata.

Le figure precedenti afferiscono alle fonti bibliografiche delle sorgenti sismogenetiche, ad oggi consultabili per una maggiore chiarezza a conferma del dato.

 <b>Kailia Energia</b> PARCO EOLICO MARINO			<b>CODE</b> <b>KAI.ENG.REL.005.00</b>
		 <b>GEOTECH S.r.l.</b> SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342610774 E-mail: info@geotech-srl.it Sito: www.geotech-srl.it	<b>PAGE</b> <b>28 di/of 43</b>

## 5.2 SISMICITÀ STORICA

La mappa della sismicità dei terremoti (registrati strumentalmente dal 1985) estratta dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani INGV 'CPTI15' non evidenzia una particolare sismicità nell'area del sito. Il terremoto storico più prossimo all'area di progetto (36 km) risale al 1743 nel Mar Ionio ed è stato stimato di una Magnitudo pari a 6,7.



**Figura 17: Database CPTI15 (INGV) – Magnitudo dei Terremoti. – in rosso la localizzazione delle aree onshore.**

La figura seguente riporta l'intensità massima risentita in un cerchio di 70 km di raggio dal punto di approdo dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15) (<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>). Il CPTI15 fornisce dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima risentita ( $I_{max} \geq 5$  o magnitudo momento ( $M_w \geq 4.0$ ) d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2020.



**Figura 18: Terremoti storici catalogo CPTI15 versione 4.0 per il sito di intervento.**

- Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli, B., Gasperini P., Antonucci A., 2022. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.4>

Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (2020). The Italian earthquake catalogue CPTI15. Bulletin of Earthquake Engineering, 18(7), 2953-2984. <https://doi.org/10.1007/s10518-020-00818->

∨

Terremoti in elenco: 3 (filtrati).									
Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
1710	12	13	21			Salento	2	5	4.16
1826	10	26	18			Salento	7	6-7	5.22
1909	01	20	19	58		Salento	32	5	4.51

**Figura 19: Terremoti storici catalogo CPTI15 versione 4.0 per il sito di intervento.**

Per i soli eventi relativi a Brindisi, a in un intorno di 60 km dal sito , la intensità massima (Imax) è pari a 7 riferibile al terremoto del 1826, come visibile dalla sequenza temporale delle massime intensità riportata nel grafico sottostante dai dati CPTI15 (numero di terremoti risentiti EQs = 18).

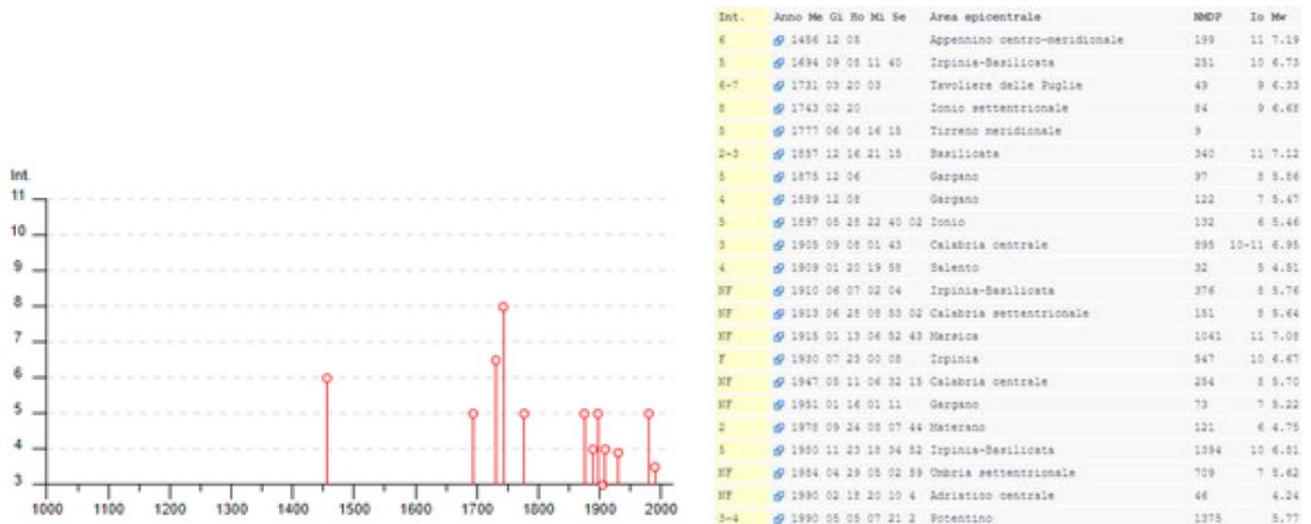
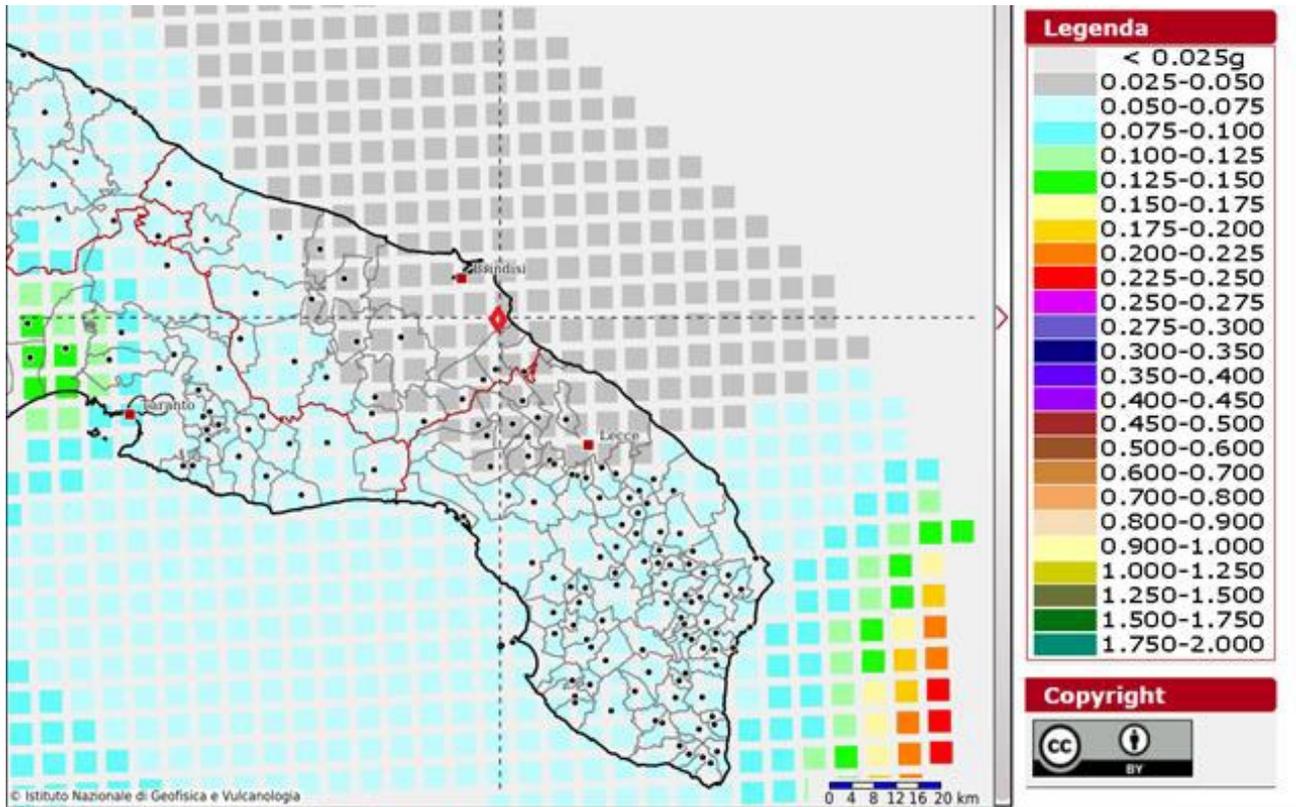


Figura 20: Intensità massima dei terremoti risentiti a Brindisi – database CPTI15.

### 5.3 CLASSIFICAZIONE SISMICA DELLE AREE DI PROGETTO

Riguardo la pericolosità sismica, tutte le opere onshore di progetto nonché di impronta degli impianti offshore, ricadono in aree caratterizzate da pericolosità bassa (accelerazioni al suolo comprese tra 0.025 – 0.050 g). Il comune di Brindisi è classificato in Zona Sismica 4 (ag <0.05g), zona con pericolosità sismica molto bassa, dove le possibilità di danni sismici sono basse.

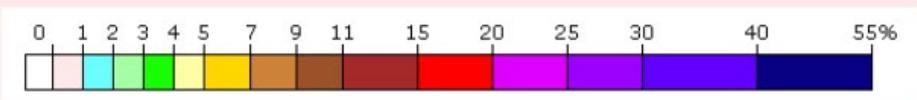
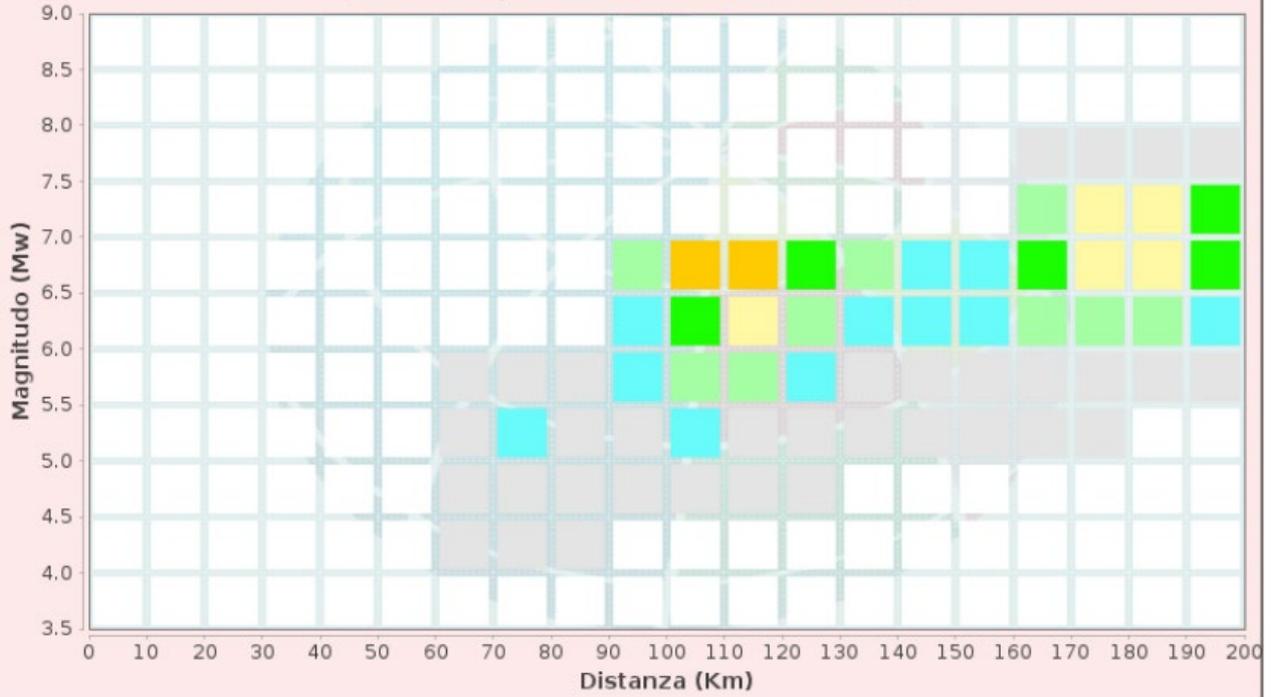
La carta INGV mostra valori di accelerazione (ag) tra 0.025 e 0.050 g espressi con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferiti al substrato rigido caratterizzato da Vs>800m/s.



**Figura 21: Accelerazioni massime al suolo – sito INGV.**

L'analisi di disaggregazione derivata dall'INGV ha permesso di identificare il terremoto che domina lo scenario di pericolosità sismica dell'area come un sisma di Magnitudo 6,44 ad una distanza di 139 km (come rappresentato nella seguente figura).

**Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia**  
Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni  
(Coordinate del punto: lat. 40.596 lon. 17.968 - id 33923)



**Contributo percentuale alla pericolosità'**

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni											
Distanza in Km	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0595	0.2820	0.3660	0.2450	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.1030	0.7510	1.1100	0.7900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0050	0.3280	0.6690	0.5290	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.1800	0.8230	1.3700	1.7300	2.2800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0943	1.0100	2.3400	3.7900	5.2800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0157	0.7700	2.2500	4.0900	6.0700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0001	0.3540	1.3000	2.5000	3.7700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.2080	0.9490	1.8300	2.2700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.1260	0.7980	1.6000	1.6200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0632	0.6680	1.4700	1.3400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0193	0.7080	2.2400	3.2600	2.3000	0.1200	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0026	0.6010	2.6300	4.6300	4.1000	0.2560	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3820	2.3200	4.4600	4.2400	0.3140	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1970	1.7200	3.5200	3.4600	0.3200	0.0000	0.0000

Valori Medi: magnitudo = 6.46 ; distanza = 142.0 ; epsilon = 1.67

**Figura 22: Analisi di disaggregazione.**

## 5.4 SISMICA

I dati relativi alle sorgenti sismogeniche individuali nell'Area Vasta sono mostrati nella seguente figura. Nella mappa sono anche stati riportati gli eventi sismici registrati nel periodo 1000-2014. Questi dati sono liberamente scaricabili e visualizzabili su mappa a scala italiana. Per quanto riguarda l'Area di Sito, sono stati raccolti i dati relativi agli eventi sismici accorsi nel periodo 1930-2020 in prossimità dell'Area Sito ([https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query\\_eq/](https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_eq/)).

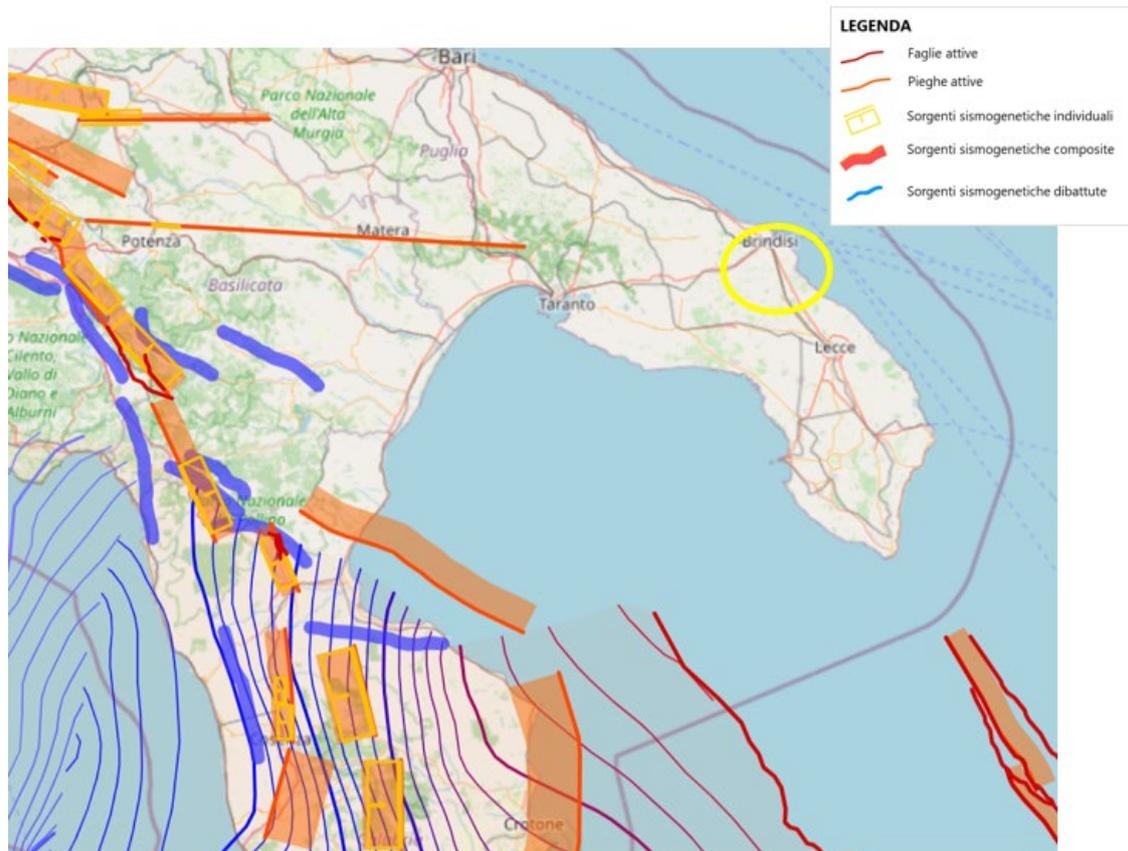


Figura 23: Mappa delle sorgenti sismogeniche (<https://diss.ingv.it/>) rispetto all'ara di progetto riportata nel cerchio giallo.

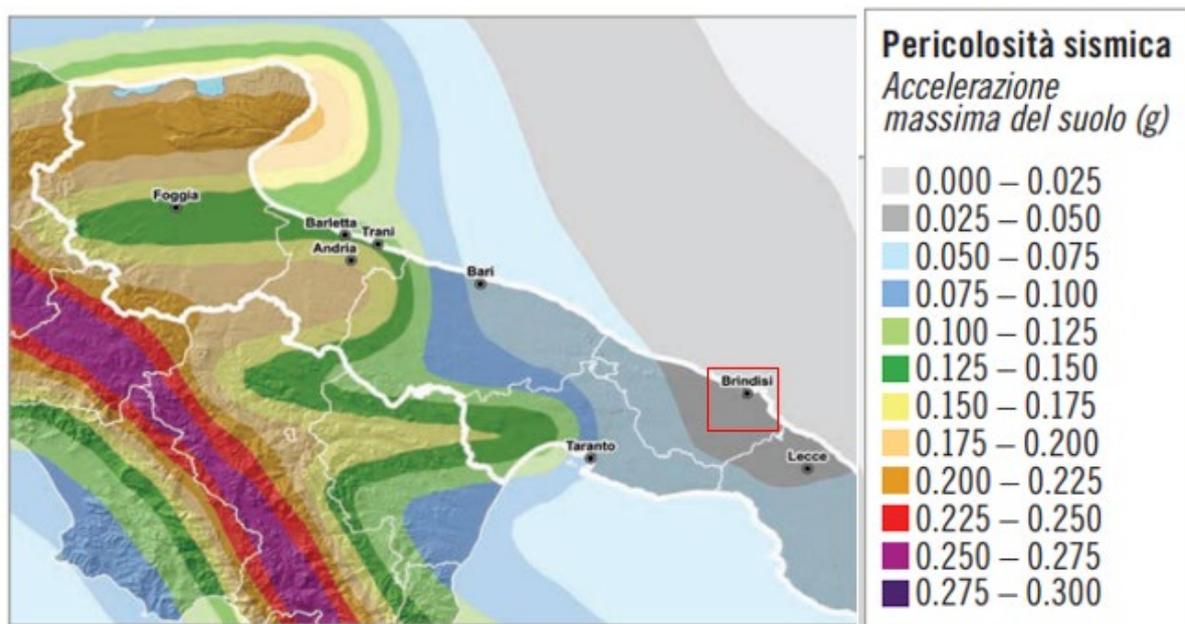
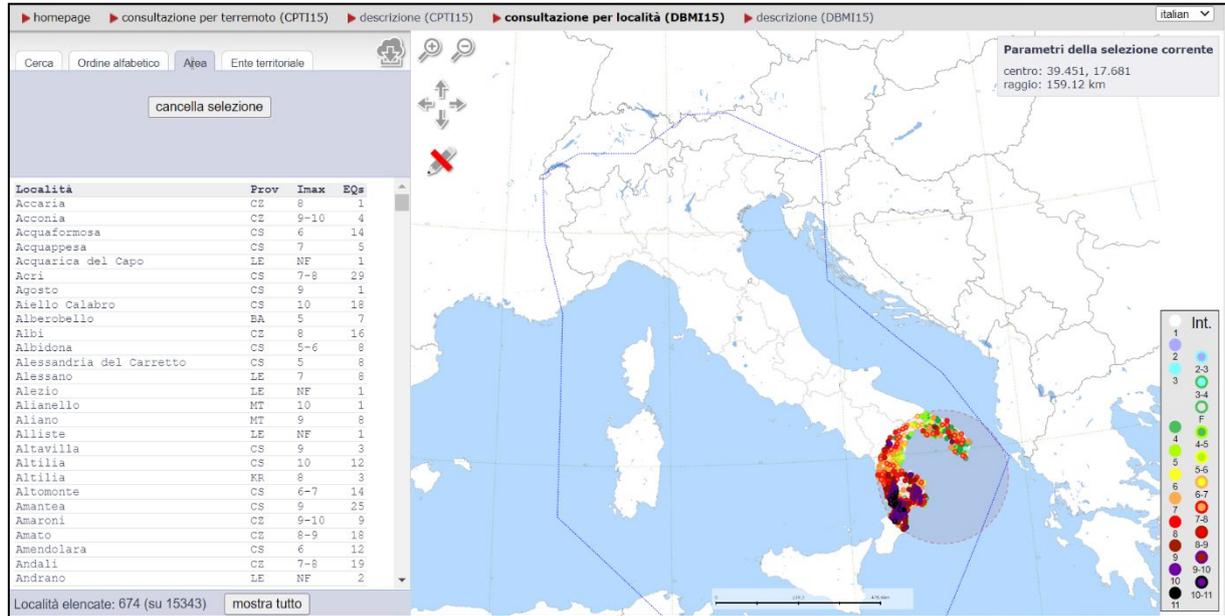
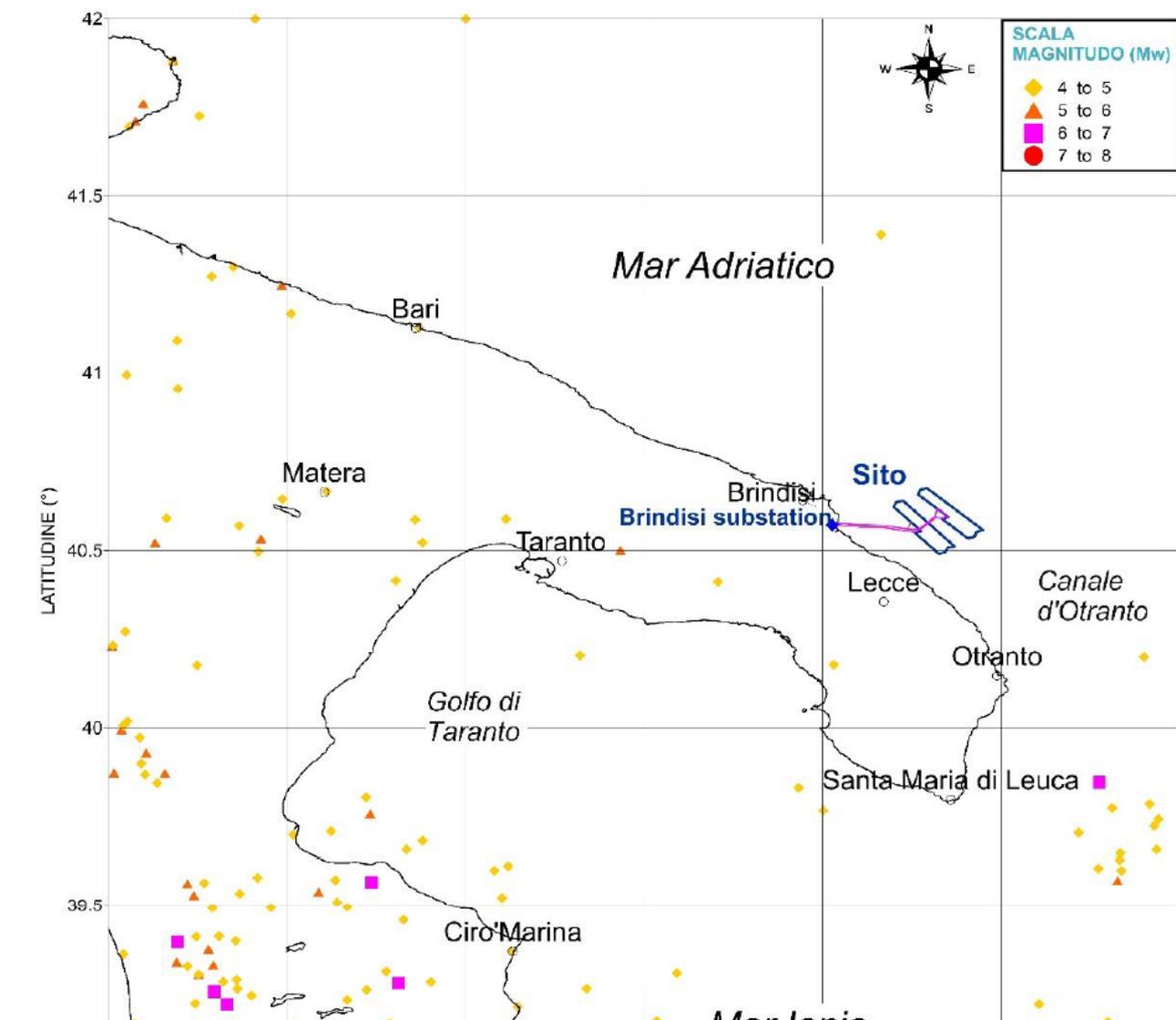


Figura 24: Pericolosità sismica in Puglia (Fonte: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – pericolosità sismica). Il riquadro evidenzia l'area di Progetto.



**Figura 25: Esempio di visualizzazione dei terremoti in un'area circolare prossima all'area di Progetto (CPT15 <https://emidius.mi.ingv.it/>).**



**Figura 26: Mappa degli eventi sismici e relativa magnitudoregistrati nel periodo 1930-2020 (CPTI15 v3.0).**

Le mappe di scuotimento negli anni sono diventate uno strumento largamente usato dagli esperti, ma conosciuto anche dal pubblico generale, in quanto utili per avere una stima, in tempo quasi reale, dell'intensità del terremoto. Nella loro architettura, le ShakeMaps includono sia le conoscenze sismologiche relative allo scuotimento atteso generato da un determinato terremoto in una determinata area, sia le informazioni reali fornite dalle stazioni sismiche che hanno registrato lo scuotimento, in modo da integrare i dati reali all'interno del modello sismologico. È proprio su questo ultimo aspetto che le ShakeMaps si differenziano dagli scenari di danno, i quali rappresentano risultati basati esclusivamente sui modelli della propagazione delle onde nel suolo per quantificare il possibile risentimento di un terremoto.

 <b>Kailia Energia</b> PARCO EOLICO MARINO			<b>CODE</b> <b>KAI.ENG.REL.005.00</b>
		 <b>GEOTECH S.r.l.</b> SOCIETA' DI INGEGNERIA Via T. Nani, 7 Morbegno (SO) Tel. +39 0342810774 E-mail: info@geotech-srl.it Sito: www.geotech-srl.it	<b>PAGE</b> <b>37 di/of 43</b>

Dal 2007 l'INGV calcola e pubblica le mappe dello scuotimento sismico – ShakeMaps – per terremoti con magnitudo maggiore di 3 che possono essere stati risentiti dalla popolazione in Italia e nei territori dei Paesi immediatamente confinanti.

Alla data di emissione del presente elaborato, nell'Area di Sito non si sono verificati eventi sismici come da consultazione del portale INGV (<http://cnt.rm.ingv.it/>).

## 5.5 MAREMOTI

Il Centro Allerta Tsunami dell'INGV fornisce un sistema di monitoraggio in continuo delle stazioni sismiche e mareografiche allo scopo di valutare nel più breve tempo possibile se le caratteristiche di un determinato terremoto siano compatibili con la creazione di uno tsunami, comunicando l'eventuale allerta alla Sala Operativa del Dipartimento Nazionale della Protezione Civile.

Ciascun evento sismico, a scala di bacino mediterraneo, viene analizzato e categorizzato in base ad un livello di allerta come riportato nell'esempio nella seguente figura.

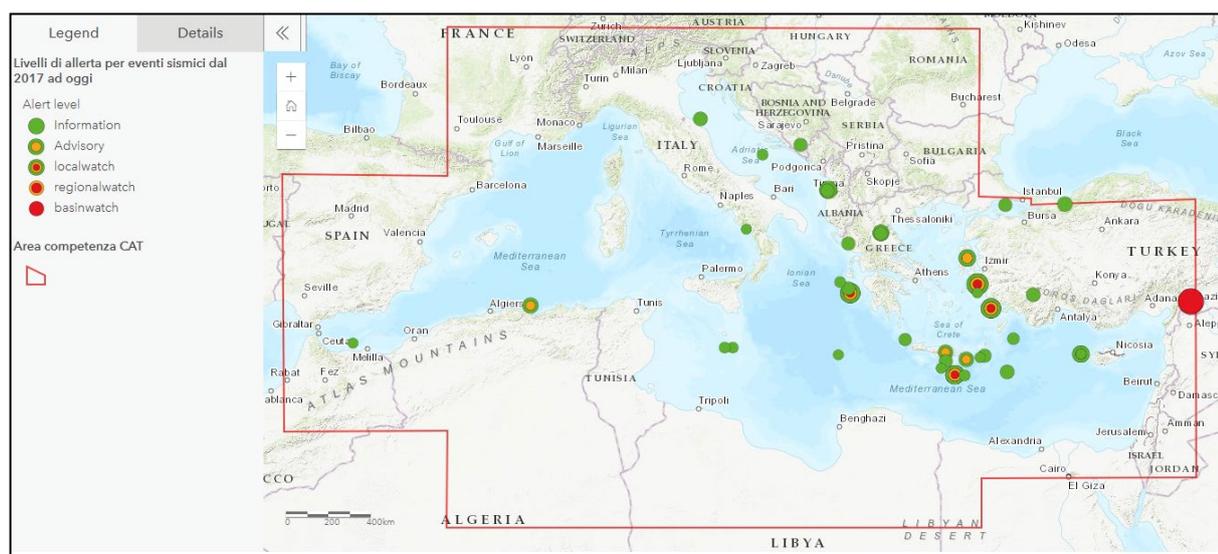


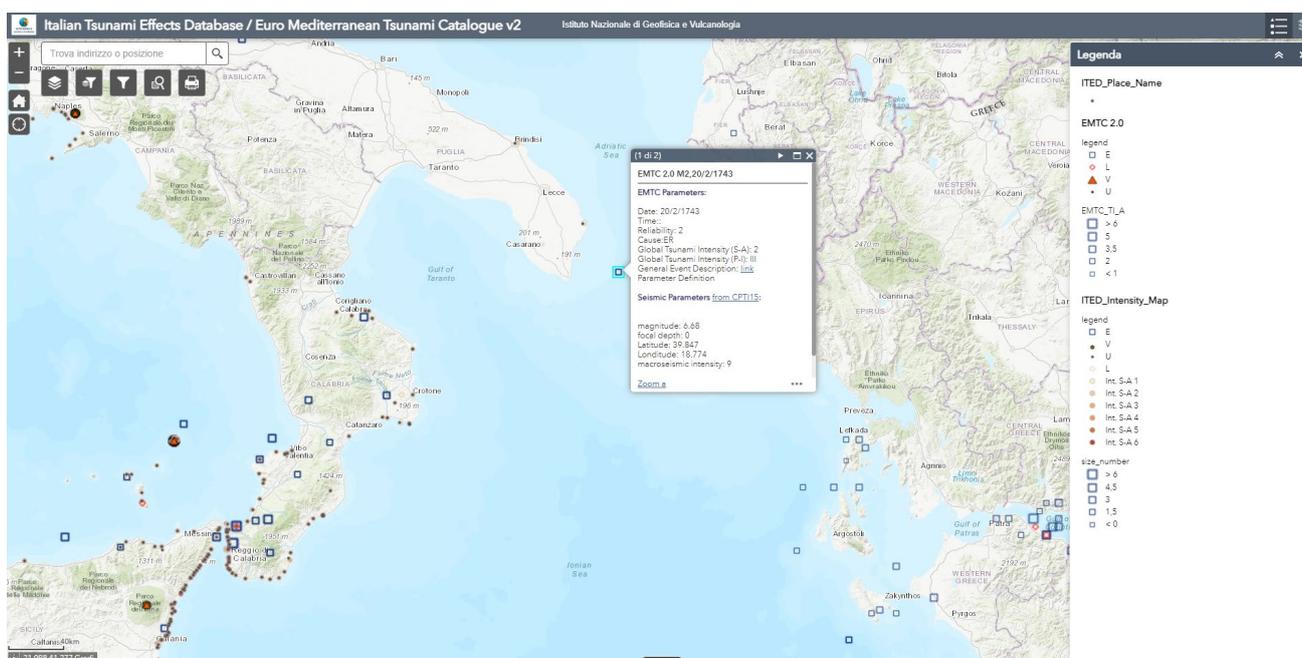
Figura 27: Esempio di visualizzazione della mappa a scala di bacino mediterraneo degli eventi sismici dal 2017 ad oggi con i relativi livelli di allerta (Fonte: <http://cat.ingv.it/>).

Per gli aspetti legati agli Tsunami, importante risulta il database EMTC 2.0 ovvero Catalogo degli Tsunami dell'area Euro-Mediterranea (Euro-Mediterranean Tsunamis Catalogue).

È il catalogo unificato degli tsunami generati nel Mediterraneo e nei mari limitrofi, a partire dal 6150 a.C. fino ai giorni nostri, realizzato in ambiente ArcGis. EMTC2.0 è la versione aggiornata del database pubblicato inizialmente nel 2014, risultato della revisione sistematica e dettagliata di tutti i cataloghi regionali disponibili in letteratura per l'area di studio (Figura 28).

EMTC2.0 è una raccolta di 294 tsunami, classificati in base alla causa sorgente (terremoti, attività vulcanica, frane) e fornisce, per ogni evento, una descrizione generale dello tsunami nel suo complesso, i relativi parametri e i riferimenti bibliografici. Per classificare ogni maremoto è stato utilizzato un parametro fondamentale per valutare la qualità dei dati, introdotto nel catalogo italiano da Tinti et al. (2004): la reliability (attendibilità). Questo parametro viene assegnato ad ogni evento in base a più fattori, quali l'affidabilità delle informazioni disponibili sulla causa sorgente del maremoto, la precisione della descrizione degli effetti del maremoto stesso ed il tipo di fonti bibliografiche disponibili (se coeve o meno). Seguendo questo criterio di classificazione, sono stati esclusi da EMTC2.0 gli eventi per i quali la combinazione dei fattori analizzati ha dato come risultato "no tsunami" mentre sono stati inclusi gli eventi la cui reliability varia da 0 ("maremoto molto improbabile") a 4 ("maremoto certo"). I dati e le descrizioni dei maremoti inseriti nel catalogo sono frutto dell'analisi di circa 900 fonti bibliografiche, che includono documenti storici, libri, report scientifici, giornali e cataloghi.

Per quanto riguarda la sezione italiana di EMTC2.0, gli tsunami di origine sismica sono collegati ai terremoti del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15, Rovida et al., 2016). In questo modo, EMTC2.0 è anche interoperabile con il database dell'Archivio Storico Macrosismico Italiano (ASMI).



**Figura 28: catalogo degli tsunami dell'area euro mediterranea (<https://tsunamiarchive.ingv.it/cataloghi-tsunami/emtc-2-0-catalogo-degli-tsunami-dell-area-euro-mediterranea>).**

 <b>Kailia Energia</b> <small>PARCO EOLICO MARINO</small>			<b>CODE</b> <b>KAI.ENG.REL.005.00</b>
		 <b>GEOTECH S.r.l.</b> <small>SOCIETA' DI INGEGNERIA  Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)  Tel. +39 0342810774  E-mail: info@geotech-srl.it  Site: www.geotech-srl.it</small>	<b>PAGE</b> <b>39 di/of 43</b>

## Euro-Mediterranean Tsunami Catalogue (EMTC) version 2

[EMTC v2 homepage](#)

[EMTC v2 arcgis online](#)

### Date 1743 2 20 (16:30)

ID	103
Region	M2 - central Mediterranean
Sub-Region	Apulia
Cause	ER - submarine earthquake
Volcanic Explosivity Index	--
Reliability	2 - questionable tsunami
Runup	--
Intensity Sieberg-Ambraseys scale	2 - light
Intensity Papadopoulos and Imamura scale	III - weak

### Description

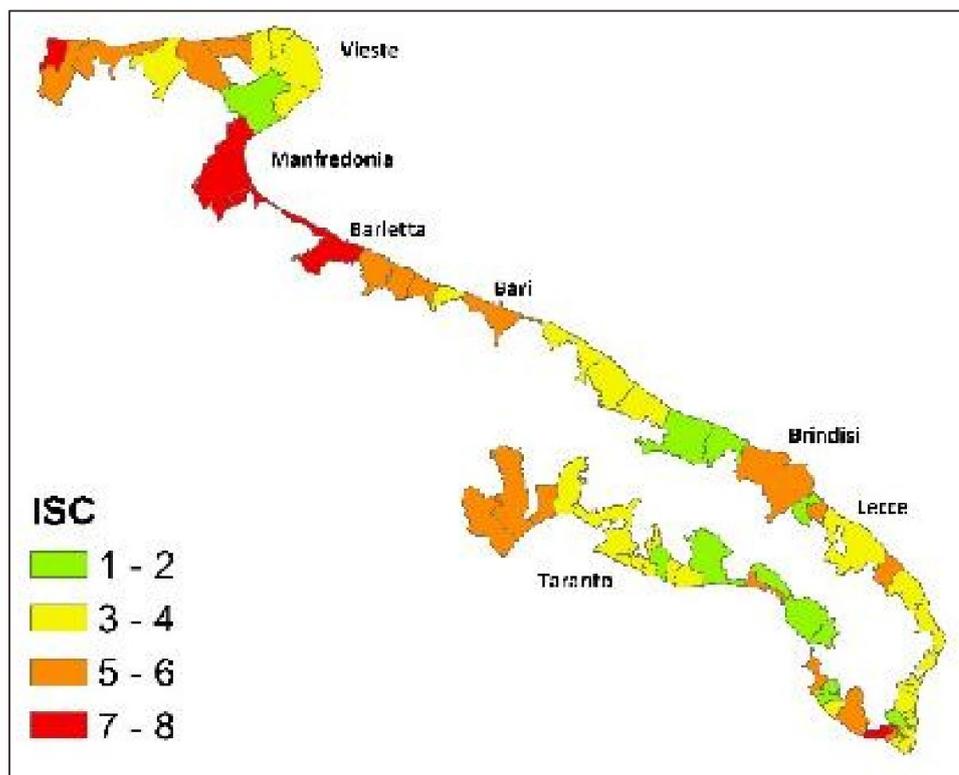
Epicenter coordinates, origin time, equivalent moment magnitude and earthquake intensity (MCS scale) from Rovida et al. (2016).

Pasaric et al., (2012) report a strong earthquake occurred in the Salento peninsula (Apulia) and in the Ionian Islands on 20 February 1743, causing severe damage in Nardò, where most buildings were ruined. The towns of Lecce and Brindisi were heavily damaged, and the shock was felt in a very large area, involving Calabria, Sicily and Campania.

In the harbour of Brindisi the sea withdrew, leaving the sea bottom visible (Scalese 1743; Cagnes and Scalese 1978).

### Figura 29: Caratteristiche dell'evento sismico del 1743 - (<https://tsunamiarchive.ingv.it/cataloghi-tsunami/emtc-2-0-catalogo-degli-tsunami-dell-area-euro-mediterranea>).

Diversi studi si sono concentrati sul riconoscimento degli effetti di eventi di tsunami e sulla valutazione della vulnerabilità delle coste pugliesi in relazione a tali eventi (Gianfreda et al., 2001; Mastronuzzi & Sansò, 2006; Mastronuzzi et al., 2007; Bruno et al., 2016; Scardino et al., 2018; Cerase et al., 2019) e hanno portato alla classificazione delle coste in funzione del rischio inondazione in funzione dei diversi morfotipi.



**Figura 30: Indice di sensitività costiera secondo Bruno et al., 2016.**

Dal punto di vista storico e geografico, lungo le coste della Puglia, le evidenze geomorfologiche correlabili con gli eventi di tsunami sono rappresentate da ventagli di rotta, accumuli di blocchi di grosse dimensioni provenienti dall'ambiente sommerso o da quello immediatamente adlitorale, ovvero sottili livelli sedimentari di alta energia impilati in depositi di piana costiera o di piattaforma. In particolare, nella zona del Lago di Lesina sono presenti tre grandi ventagli di rotta che sono stati attribuiti a tre eventi di tsunami (736 a.C., 494, 1627), mentre lungo la costa sud-orientale del Salento sono state riconosciute ben evidenti le tracce di impatto di uno *tsunami*, sotto forma di accumulo di grandi blocchi, per una lunghezza di circa 1,5 km, disposti a formare una berma di morfologia complessa attribuita a due onde in rapida sequenza e le cui formazione è probabilmente dovuta al terremoto del 20 febbraio 1743 (Mastronuzzi et al., 2007). Esso avrebbe interessato tutta la costa orientale della Puglia meridionale dal Capo di Santa Maria di Leuca almeno fino a Brindisi.

Pur essendo stata area epicentrale di diversi terremoti di bassa e media intensità - con magnitudo comprese tra 3 e 5 Mw -, l'area salentina è inclusa nella Zona 4 della Classificazione Sismica Italiana, ossia la categoria corrispondente alla minor pericolosità sismica ([Classificazione sismica | Dipartimento della Protezione Civile](#), Nappi et al., 2017). La penisola salentina è storicamente considerata pressoché asismica (Nappi et al., 2017). Si ritiene infatti che la pericolosità sismica di quest'area sia per lo più legata agli eventi sismici che avvengono nel mar Ionio (Grecia e Arco ellenico), e nel settore orientale del mare Adriatico (Albania) (Nappi et al., 2017).

 <b>Kailia Energia</b> PARCO EOLICO MARINO			<b>CODE</b> <b>KAI.ENG.REL.005.00</b>
		 <b>GEOTECH S.r.l.</b> <small>SOCIETA' DI INGEGNERIA          Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)          Tel. +39 0342610774          E-mail: info@geotech-srl.it          Sito: www.geotech-srl.it</small>	<b>PAGE</b> <b>41 di/of 43</b>

## 6.0 AZIONI SISMICHE DI PROGETTO

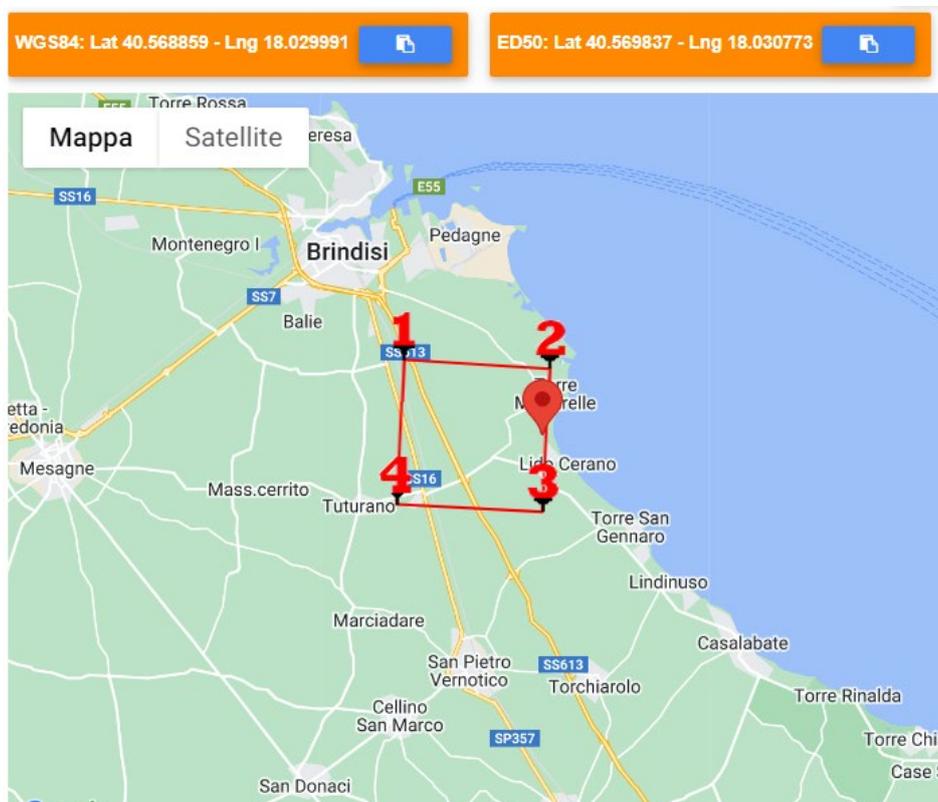
La valutazione delle azioni sismiche di progetto verrà effettuata dal progettista secondo i dettami del D.M. del 17 gennaio 2018 (nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni), utilizzando come base di partenza i dati scaturiti dall'indagine geofisica illustrata nella presente relazione sismica.

A tale riguardo, oltre a prevedere la valutazione dell'azione sismica attraverso gli spettri di progetto elastici del terreno (§3.2.3.2 delle nuove NTC), la normativa prevede l'impiego di accelerogrammi per la verifica degli stati limite ultimo e di esercizio; resta tuttavia discrezione del progettista la metodologia da utilizzare in fase di verifica delle strutture.

Ovviamente gli spettri di risposta elastici (o gli accelerogrammi) che verranno ottenuti dall'analisi delle azioni sismiche dovranno essere rappresentativi delle componenti (orizzontale e verticale) delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito individuata nell'area oggetto di indagine.

Nello specifico, si forniscono tutti i dati ed i parametri di interesse prettamente geofisico al fine di valutare le azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalla normativa vigente:

- Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II) B/C (aree ONSHORE)
- Categoria Topografica (Tab. 3.2.IV) T1 (aree ONSHORE)
- Sistema di riferimento WGS84



**Figura 31: Parametri di base di punti baricentrici rispetto al percorso del cavidotto di connessione Lato Utente.**

 <b>Kailia Energia</b> <small>PARCO EOLICO MARINO</small>			<b>CODE</b> <b>KAI.ENG.REL.005.00</b>
		 <b>GEOTECH S.r.l.</b> <small>SOCIETA' DI INGEGNERIA  Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)  Tel. +39 0342610774  E-mail: info@geotech-srl.it  Site: www.geotech-srl.it</small>	<b>PAGE</b> <b>42 di/of 43</b>

–

Gli spettri di risposta elastici (o gli accelerogrammi) ottenuti saranno rappresentativi delle componenti (orizzontale e verticale) delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito (categoria di suolo B/C – categoria topografica T1) individuata nell’area oggetto di indagine.

## 6.1 VERIFICA A LIQUEFAZIONE

Il sito in oggetto deve essere stabile nei confronti della liquefazione sismica, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumuli di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate (§7.11.3.4 nuove NTC).

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. Accelerazioni massime attese al p.c. in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g.
2. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal p.c., per p.c. sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali.
3. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N1)  $60 > 30$  oppure  $qc_{1n} > 180$  dove (N1) 60 è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1n}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (CPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa.
4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nelle figure seguenti, nel caso rispettivamente di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c$  minore e maggiore di 3,5.

Nel caso in esame, per le aree onshore interessate dalla realizzazione del cavidotto interrato ricorrono alcune delle circostanze di cui sopra, ovvero:

- Profondità media della falda superiore a 15 mt – basti pensare che la posa del cavidotto avverrà entro pochi metri dal piano campagna attuale o piano viario attuale, e tutte le quote piezometriche riportate all’interno delle stratigrafie per pozzi della banca dati ISPRA sono superiori a 30-40 mt;
- Dal punto di vista granulometrico siamo in presenza di orizzonti litoidi o calcarenitici quindi litologicamente esterni a zone di possibile suscettibilità alla liquefazione;

quindi è possibile escludere i siti interessati dalle opere onshore da possibili fenomeni di liquefazione in condizioni sismiche perché sono verificate 3 delle 4 condizioni.

Per le aree offshore, dall’analisi della distribuzione granulometrica effettuata su diversi punti di campionamento dei sedimenti marini, molti campioni ricadono all’interno delle aree a possibile suscettibilità alla liquefazione. In fase esecutiva verrà verificata la suscettibilità alla liquefazione dei siti.

 <b>Kailia Energia</b> <small>PARCO EOLICO MARINO</small>			<b>CODE</b> <b>KAI.ENG.REL.005.00</b>
		 <b>GEOTECH S.r.l.</b> <small>SOCIETA' DI INGEGNERIA  Via T. Nani, 7 Morbegno (SO)  Tel. +39 0342610774  E-mail: info@geotech-srl.it  Site: www.geotech-srl.it</small>	<b>PAGE</b> <b>43 di/of 43</b>

## 7.0 CONCLUSIONI

Sulla base delle considerazioni e delle analisi condotte all'interno del presente studio, si conclude quanto segue:

### AREE OFFSHORE

- I siti non presentano problemi di stabilità a causa della presenza di agenti morfodinamici attivi che possono turbare l'habitus geomorfologico delle aree interessate dalla posa del cavidotto ed interferire con le opere di cui in progetto;

### AREE ONSHORE

- I siti interessati dalla posa dei cavidotti interrati, sulla base della Riclassificazione Sismica del Territorio Italiano ricadono tutti in ZONA SISMICA 4;
- Per il dimensionamento degli interventi è prevista l'adozione, con le relative prescrizioni, delle norme tecniche emanate con D.M. 17.1.2018.

Per quanto riguarda le opere a terra, cavidotto e stazione di consegna, sarà condotta una campagna geognostica al fine di determinare alcune proprietà fisiche, ambientali, chimiche e meccaniche dei terreni di sedime con lo scopo primario di caratterizzare le rocce e terre di scavo ai sensi del D.Lgs.152/2006 e ss.mm.ii., Parte IV, Allegato 5, Tabella 1, Colonna A e Colonna B.

Sarà inoltre condotta un'indagine georadar lungo tutto il percorso previsto per il posizionamento del cavidotto, al fine di individuare e risolvere eventuali interferenze fisiche non conoscibili a priori. Nel sito dove verrà realizzata la stazione di trasformazione saranno realizzati sondaggi geognostici a carotaggio continuo per la definizione stratigrafica, prove S.P.T e prelievo campioni sia indisturbati che rimaneggiati per la caratterizzazione meccanica degli strati di fondazione al fine della verifica geotecnica delle fondazioni da realizzare.