



CENTRALE EOLICA OFFSHORE "RIMINI" (330 MW) ANTISTANTE LA COSTA TRA RIMINI E CATTOLICA

proponente:

EnergiaWind 2020 srl _ Riccardo Ducoli amministratore unico



RELAZIONE SPECIALISTICA DEL PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOTECNICA



Coordinamento:

Tecnoconsult Engineering Construction srl

Ing. Paolo Pierangeli

Albo Ingegneri di Pesaro e Urbino A2162

Autore:

Studio Geologi Associati Rondoni & Darderi

Geologo Matteo Darderi Albo Geologi Regione Marche 489

Geologa Patrizia Rondoni Albo Geologi Regione Marche 123



Febbraio 2022

INDICE DELLA RELAZIONE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUZIONE | 5 |
| 1.1 | RIFERIMENTI NORMATIVI E METODOLOGICI PER L'ELABORAZIONE DELLO STUDIO | 5 |
| 1.2 | UBICAZIONE DELL'IMPIANTO E CARATTERISTICHE DELL'AREA DI INTERVENTO | 6 |
| 1.3 | OPERE PRINCIPALI | 8 |
| 2 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELLE AREE A TERRA | 10 |
| 3 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELLE AREE A MARE | 13 |
| 4 | INQUADRAMENTO SISMICO | 18 |
| 5 | INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE | 23 |
| 5.1 | PREMESSA | 23 |
| 5.2 | INDAGINI GEOGNOSTICHE ZONA A TERRA | 23 |
| 5.3 | INDAGINI GEOGNOSTICHE ZONA MARE | 25 |
| 6 | DESCRIZIONE GEOLOGICA, MORFOLOGICA E STRATIGRAFICA DI DETTAGLIO | 27 |
| 6.1 | PREMESSA | 27 |
| 6.2 | ZONA IN PROSSIMITÀ DELLA STAZIONE DI TRANSIZIONE CAVO-AEREO | 27 |
| 6.3 | ZONA COMPRESA TRA LA STAZIONE A TERRA E VIA SANTA AQUILINA | 28 |
| 6.4 | ZONA DI VIA SANT'AQUILINA FINO AL PUNTO DI REALIZZAZIONE DELLA T.O.C. SOTTO L'ALVEO DELL'AUSA | 31 |
| 6.5 | ZONA DI ATTRAVERSAMENTO DEL TORRENTE AUSA MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UNA T.O.C. | 33 |
| 6.6 | ZONA PERCORSO TRA VIA MACERI E VIA MONTESCUDO | 34 |
| 6.7 | ZONA PERCORSO VIA CÀ DEL DRAGO – VIA CÀ SABBIONI – VIA MONTE L'ABBATE | 35 |
| 6.8 | ZONA PERCORSO VIA MONTE L'ABBATE – VIA MELLUCCI | 38 |
| 6.9 | ZONA COSTIERA (ATTRAVERSAMENTO T.O.C.) | 40 |
| 6.10 | ZONA A MARE | 43 |
| 7 | CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DI ORIENTAMENTO | 46 |
| 7.1 | PREMESSA | 46 |
| 7.2 | ZONE A TERRA | 46 |
| 7.3 | ZONA A MARE | 55 |
| 8 | CONCLUSIONI | 58 |
| 9 | ALLEGATO A: REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE DI INTERESSE COMPRESSE NEL DATABASE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA | 59 |

INDICE DELLE FIGURE

| | |
|--|----|
| Figura 1.1 – Ubicazione della Centrale eolica offshore "Rimini" e zone di interdizione (in grigio chiaro)..... | 7 |
| Figura 1.2 – Area in cui ricadono le alternative (in bianco) con LAYOUT A (in nero) e B, e opere di connessione | 7 |
| Figura 1.3 – Opere terrestri di connessione alla RTN; in evidenza, l'approdo del cavo marino con HDD (ellisse grigia) | 8 |
| Figura 2.1 – Sezione geologica profonda n. 59 (o Sezione Costiera) ricostruita dal Servizio Geologico della regione Emilia Romagna nell'ambito del progetto CARG | 10 |
| Figura 2.2 – Schema tettonico dell'area, estratto dalla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, foglio 256 Rimini (APAT, 2005). | 11 |
| Figura 3.1 – Sezione schematica del sottosuolo adriatico (Roveri, 1998). | 14 |
| Figura 3.2 – Inquadramento geologico regionale. Carta Geologica dei Mari d'Italia..... | 17 |
| Figura 4.1 – Quadro delle sorgenti sismogenetiche che caratterizzano , a grande scala, l'area in esame (DISS _ Vers.3.2.1)..... | 18 |
| Figura 4.2 – Grafico intensità macrosismica/tempo relativo alla storia sismica del comune di Rimini, ricavato dal DBMI15. | 19 |
| Figura 4.3 – Posizioni delle faglie capaci (Progetto Ithaca- ISPRA) rispetto all'area di progetto. | 20 |
| Figura 4.4 – Età della ultima attività registrata per le faglie capaci (Progetto Ithaca- ISPRA) rispetto all'area di progetto. | 21 |
| Figura 4.5 – Zone sismiche e accelerazioni..... | 22 |
| Figura 4.6 – Stralcio della mappa di classificazione sismica nazionale..... | 22 |
| Figura 6.1 – Ripresa fotografica della zona dove è prevista la realizzazione della stazione a terra. | 27 |
| Figura 6.2 – Carta di sintesi della zona dove è prevista la realizzazione della stazione a terra. | 28 |
| Figura 6.3 – Carta di sintesi della zona di posa del cavidotto tra la stazione a terra e via Sant'Aquilina. | 29 |
| Figura 6.4 – Ripresa fotografica di un attraversamento sotto via San Martino in Venti di uno dei corsi d'acqua presenti. | 30 |
| Figura 6.5 – Ripresa fotografica con evidenziata, a valle della strada, la zona interessata dai fenomeni di creep. | 30 |
| Figura 6.6 – Carta di sintesi della zona di posa del cavidotto lungo via Sant'Aquilina..... | 31 |
| Figura 6.7 – Diagramma penetrometrico prova n° 256150D171 | 32 |
| Figura 6.8 – Carta di sintesi della zona di posa nei pressi del Torrente Ausa..... | 33 |
| Figura 6.9 – Diagramma penetrometrico prova n° 256150C044. | 34 |
| Figura 6.10 – Foto dell'alveo del fosso, affluente in Dx del T.Ausa, e sottopasso sotto la sede stradale di Via Maceri. | 34 |

| | |
|--|----|
| Figura 6.11 – Carta di sintesi della zona tra Via Maceri e via Montescudo..... | 35 |
| Figura 6.12 – Carta di sintesi della zona tra Via Cà del Drago e Via Monte l’Abbate..... | 36 |
| Figura 6.13 – Diagramma penetrometrico prova n° 256150C170 | 37 |
| Figura 6.14 – Log stratigrafico sondaggio n°256150P424 | 37 |
| Figura 6.15 – Carta di sintesi della zona tra Via Monte l’Abbate e Via Mellucci..... | 38 |
| Figura 6.16 – Diagramma penetrometrico n°256160C009 | 39 |
| Figura 6.17 – Andamento della velocità delle onde S con la profondità – da report di prova di microtremore n°256160R030..... | 39 |
| Figura 6.18 – Carta di sintesi della zona costiera. | 40 |
| Figura 6.19 – Report sondaggio n°256160P440 | 41 |
| Figura 6.20 – Valutazioni litologiche contenute nel report della prova n. 256160C167 | 42 |
| Figura 6.21 – Posizione delle trivellazioni petrolifere eseguite in passato nella zona di installazione degli aerogeneratori..... | 43 |
| Figura 6.22 – Sezione B-B’ indicante la successione sedimentologica dei depositi di superficie nella zona del fondo marino antistante Rimini (da Foglio NL 33-10 “Ravenna” della carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000). | 45 |
| Figura 7.1 – Report della prova penetrometrica statica CPT n°256150C045..... | 48 |
| Figura 7.2 – Report del sondaggio n°256160P440. | 50 |
| Figura 7.3 – Report del sondaggio n°256160P501. | 51 |
| Figura 7.4 – Report della prova penetrometrica statica CPT n°256160C162..... | 52 |
| Figura 7.5 – Report della prova penetrometrica statica CPT n°256160C167..... | 53 |
| Figura 7.6 – Posizione delle trivellazioni petrolifere eseguite in passato nella zona di installazione degli aerogeneratori..... | 55 |
| Figura 7.7 – Sezione B-B’ indicante la successione sedimentologica dei depositi di superficie nella zona del fondo marino antistante Rimini (da Foglio NL 33-10 “Ravenna” della carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000). | 57 |
| Figura 9.1 – Prova Penetrometrica CPT4- 256150-C176 | 59 |
| Figura 9.2 – Prova Penetrometrica CPT6 - 256150-C178 | 60 |
| Figura 9.3 – Prova penetrometrica dinamica 256150-D171 | 61 |
| Figura 9.4 – Prova penetrometrica dinamica 256150-D173 | 62 |
| Figura 9.5 – Prova penetrometrica N.148 – C043 | 63 |
| Figura 9.6 – Prova penetrometrica N.119 – C044 | 63 |
| Figura 9.7 – Prova penetrometrica N.120 – C045 | 64 |
| Figura 9.8 – Prova penetrometrica N.44 – D040..... | 65 |

| | |
|---|----|
| Figura 9.9 – Sondaggio S25 – P425 | 66 |
| Figura 9.10 – Sondaggio S21 – P424 | 67 |
| Figura 9.11 – Prova Penetrometrica S25 – C168 | 68 |
| Figura 9.12 – Prova Penetrometrica N.3 – C043 | 69 |
| Figura 9.13 – Prova Penetrometrica N.105 – C009 | 69 |
| Figura 9.14 – Prova Penetrometrica N.108 – C010 | 70 |
| Figura 9.15 – Prova Penetrometrica N.3 – C078 | 70 |
| Figura 9.16 – Prova Penetrometrica N.2 - 20 T | 71 |
| Figura 9.17 – Prova Penetrometrica N. 107 - 256160 – C162 | 72 |
| Figura 9.18 – Prova Penetrometrica N. 23 - 256160 – C167 | 73 |
| Figura 9.19 – Prova Penetrometrica N. 20 - 256160 – P440 | 74 |

INDICE DELLE TABELLE

| | |
|---|----|
| Tabella 5.1 –. Caratteristiche principali delle indagini presenti | 25 |
| Tabella 5.2 –. Elenco Perforazioni. | 26 |
| Tabella 6.1 —Informazioni disponibili sulle perforazioni..... | 44 |
| Tabella 7.1 – Area Stazione utente- dati geomeccanici. | 47 |
| Tabella 7.2 – Zona di attraversamento del corso del T.Ausa - Dati geomeccanici..... | 48 |
| Tabella 7.3 –. Zona della vasca giunti - Caratteristiche geomeccaniche..... | 54 |
| Tabella 7.4 —Informazioni disponibili sulle perforazioni..... | 56 |
| Tabella 7.5 –. Caratteristiche geomeccaniche..... | 57 |

1 INTRODUZIONE

Oggetto dello Studio è la valutazione degli aspetti geotecnici in relazione alla Centrale eolica offshore "Rimini" ubicata nel mare antistante la costa tra Rimini e Cattolica, composta da 51 aerogeneratori della potenza di 6,45 MW (per 330 MW complessivi) e opere di collegamento alla RTN (Rete di Trasmissione Nazionale), con punto di connessione alla Stazione TERNA "San Martino in Venti" ubicata in comune di Rimini.

Il soggetto proponente è Energia Wind 2020 srl, con sede legale in via Aldo Moro 28 - 25043 Breno (BS) C.F. P. IVA e Iscrizione al Registro delle Imprese di Brescia n. 03466270984.

Il progetto della Centrale Eolica "Rimini" è stato presentato a livello di Preliminare il 30 marzo 2020, allegato all'istanza di Autorizzazione Unica ai sensi dell'art. 12 del D.lgs 387/2003 (secondo quanto stabilito dalla Circolare n. 40 del 05/01/2012 del Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili, che stabilisce l'articolazione del procedimento in 3 fasi) e **ha superato la prima fase del procedimento**, coordinato dalla Capitaneria di Porto di Rimini e relativo all'istruttoria tecnico amministrativa finalizzata al rilascio della Concessione Demaniale.

L'approfondimento tematico di cui al presente studio costituisce parte integrante del Progetto (approfondito a livello di Definitivo) 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 e alla fase di Autorizzazione Unica.

1.1 Riferimenti normativi e metodologici per l'elaborazione dello Studio

In riferimento agli aspetti più prettamente geologici nel seguito si riporta l'elenco delle normative di riferimento:

- Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni", G.U. n.42 del 20.2.2018.
- Circolare n.7 del 21 gennaio 2019: Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n. 30.
- Circolare 02.02.2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14.01.2008.
- D.M. 11.03.1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione", G.U. 01.06.1988, n. 127. S.O.
- Circolare 09.01.1996 n. 218/24/3 del Ministero dei lavori pubblici "L. 02.02.1974, n. 64. Decreto del Ministro dei lavori pubblici 11.03.1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica", G.U. 29.02.1996, n. 50.

Per la determinazione delle caratteristiche stratigrafiche, litologiche e geomeccaniche del sottosuolo interessato dalle opere previste sia a terra che a mare, in questa fase (seguendo anche le direttive della committenza) non si è provveduto a realizzare indagini geognostiche puntuali (che verranno eseguite prima

della fase esecutiva della progettazione) ma si sono utilizzati i risultati della mole di prove e perforazioni disponibili.

Questo perché per permettere una soddisfacente caratterizzazione geotecnica le indagini dovranno essere necessariamente eseguite lungo le verticali di installazione degli aerogeneratori e nell'area di sedime delle opere a terra, ed essendo ancora nella fase di definizione puntuale del progetto, non è detto che l'esito delle valutazioni non possano portare a modifiche del layout e quindi a rendere inutilizzabili le onerose indagini eventualmente eseguite.

In particolare per la zona a terra si è fatto riferimento alla "banca dati geognostica", prodotta dalla Regione Emilia-Romagna su incarico del Servizio Geologico Nazionale (Progetto CARG) ai fini della preparazione delle Carte Geologiche di Pianura alla scala 1:50.000).

Si tratta di dati provenienti da indagini eseguite per lavori pubblici e privati che l'Ente ha provveduto ad organizzare in un database che ha permesso la creazione di uno shapefile con la referenziazione geometrica di ogni verticale.

La Regione Emilia-Romagna permette dal sito internet istituzionale il download di parte dei report delle indagini eseguite, quelli che nel database vengono indicate con "pubblico" nel campo riservatezza.

Per la zona a mare i dati disponibili sono quelli provenienti dal Progetto ViDEPI, creato per rendere facilmente accessibili i documenti tecnici relativi all'esplorazione petrolifera in Italia.

Ai fini della presente relazione è considerata come area vasta quella compresa tra i rilievi collinari dell'Appennino romagnolo, la pianura di origine alluvionale, la pianura costiera e la piattaforma continentale.

L'area di sito è invece la fascia di qualche decina di metri dal percorso dell'elettrodotto, qualche centinaio di metri dalla posizione degli aerogeneratori e limitata alle zone di sedime della stazione di transizione cavo-aereo e del versante a monte della stessa.

Si riportano di seguito alcune informazioni utili per l'inquadramento del progetto.

1.2 Ubicazione dell'impianto e caratteristiche dell'area di intervento

Su larga scala l'area di progetto si inserisce nel bacino del mare Adriatico Settentrionale e per ubicazione geografica la centrale eolica offshore impegna il braccio di mare antistante la costa compresa tra Rimini e Cattolica e parte del litorale marchigiano che dal confine della Regione Emilia Romagna prosegue sino a Gabicce e al Colle San Bartolo.

Nello specifico, lo specchio d'acqua complessivo in cui ricadono gli aerogeneratori nelle diverse alternative di configurazione e localizzazione proposte, è compreso nei seguenti limiti:

- a nord ovest da aree concesse a ENI e occupate dalle piattaforme metanifere del gruppo Azalea e da attraversamenti di condotte;
- a nord est dal limite delle acque territoriali (12 MN) per il Layout "A", già oggetto di valutazione nella prima fase istruttoria, e dal limite delle 18 MN per le configurazioni di layout alternative proposte;
- a sud est dalle piattaforme del gruppo "Regina" e dal limite delle competenze amministrative delle Capitanerie di Porto di Rimini e Pesaro;

- a sud ovest da una linea teorica parallela alla costa e coincidente con il limite delle 6 MN per il layout "A" e con il limite delle 9 MN per i layout alternativi, entrambe identificate sia per attenuare la visibilità degli aerogeneratori dalla terra ferma e sia per rispettare le limitazioni relative agli ostacoli e ai pericoli per la navigazione aerea stabilite per l'aeroporto internazionale di Rimini _ San Marino; in tutti i layout proposti gli aerogeneratori mantengono una distanza minima dal ARP (Airport Reference Point) maggiore di 15 km e risultano esterni alla OHS (Other Horizontal Surface).

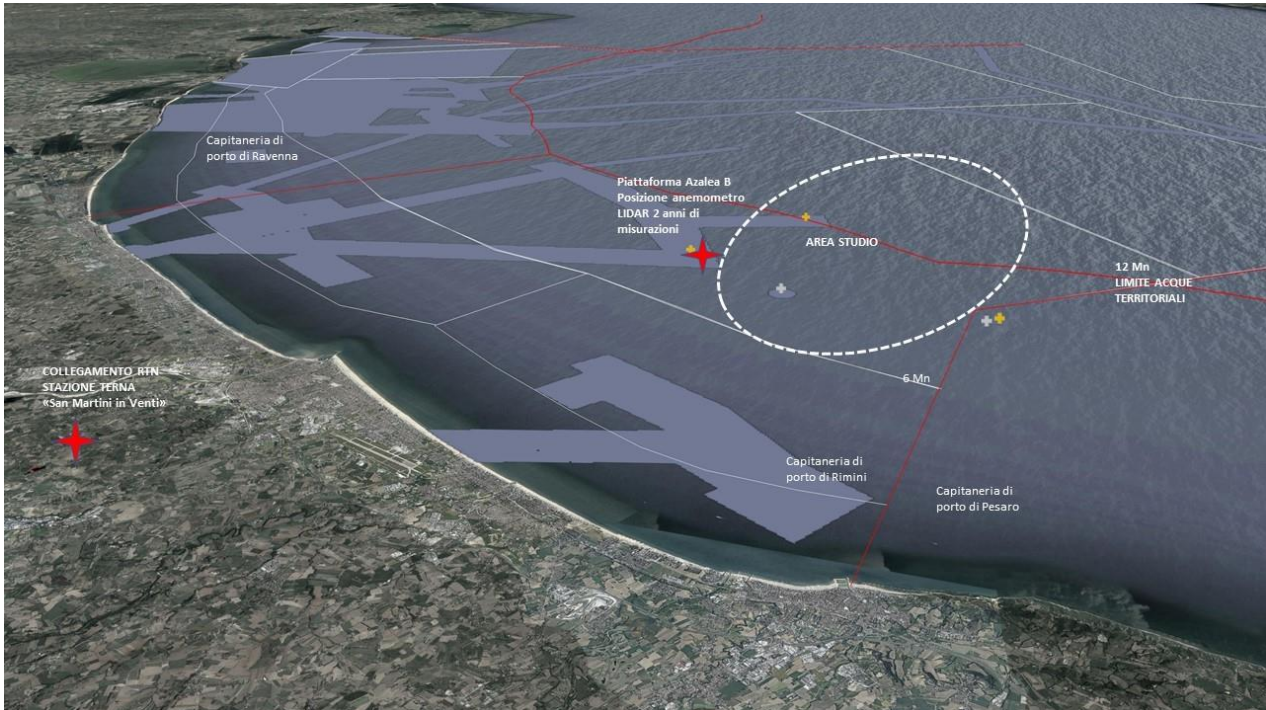


Figura 1.1 – Ubicazione della Centrale eolica offshore "Rimini" e zone di interdizione (in grigio chiaro).



Figura 1.2 – Area in cui ricadono le alternative (in bianco) con LAYOUT A (in nero) e B, e opere di connessione

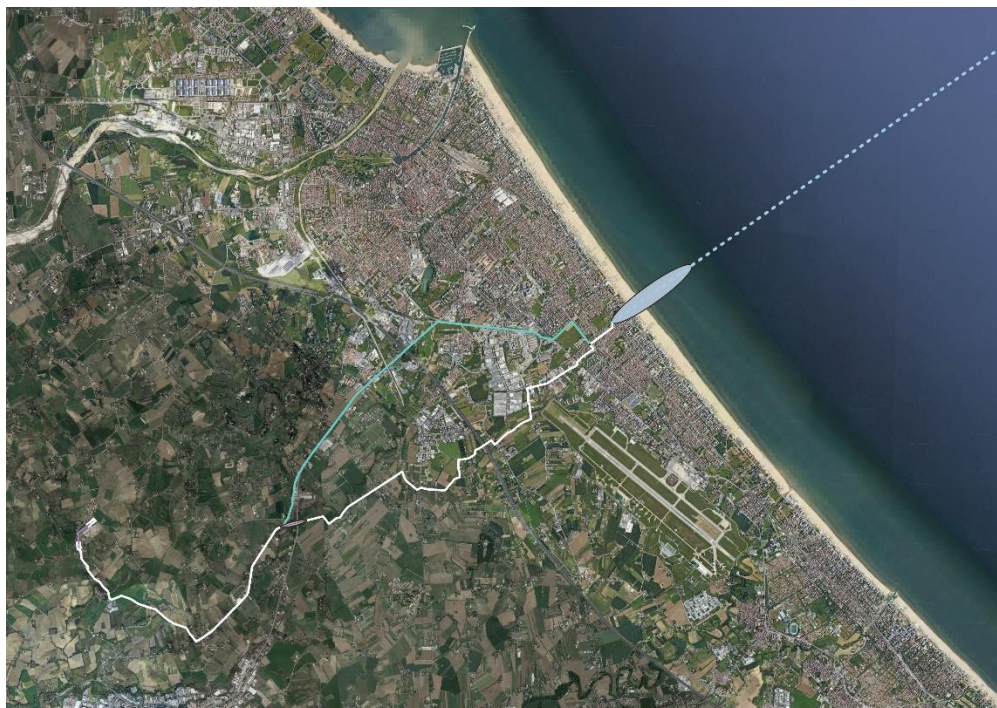


Figura 1.3 – Opere terrestri di connessione alla RTN; in evidenza, l’approdo del cavo marino con HDD (ellisse grigia)

1.3 Opere principali

Si riporta di seguito l’elenco sintetico delle principali opere previste dal progetto.

OPERE IN MARE:

- **51 aerogeneratori di potenza nominale unitaria pari a 6,45 MW, per una capacità complessiva di 330 MW, ancorati al fondale con fondazione del tipo monopilone in acciaio;**
gli aerogeneratori presi come riferimento tecnologico per il progetto sono del tipo MingYang MySE 6.45-180, con hub a 110/125 m di altezza, diametro del rotore pari a 180 m, tronco di transizione con parte fuori acqua pari a 9/10 m, per un range di altezza complessiva massima compreso tra 210/220 m dal medio mare (in tali range di potenza e dimensionali rientrano altri aerogeneratori simili che potrebbero essere considerati in fase di progettazione esecutiva); gli aerogeneratori vengono proposti in configurazioni alternative, comparate per aspetti ambientali in merito alla localizzazione;
- **Una rete elettrica sottomarina a tensione nominale pari a 66 kV che collega gli aerogeneratori in serie, raggruppandoli in 8 sezioni principali, per poi connettersi alla Stazione Elettrica di Trasformazione (SET) offshore 66/380 kV ;**
- **Una piattaforma marina che ospita la Stazione Elettrica di Trasformazione (SET) 66/380 kV, attrezzata con 2 trasformatori da 180/200 MVA, 1 reattore per la compensazione della potenza reattiva, apparecchiature, quadri di controllo e manufatti di servizio e accessori;**
- **Un elettrodotto sottomarino di collegamento tra la Stazione Elettrica di Trasformazione (SET) offshore e la buca giunti terra-mare, costituito da un cavo in AT 380 kV di lunghezza pari a 18,15 km di cui 1,45 km realizzato con HDD (Horizontal Directional Drilling) per la parte di transizione terra_mare);**

la parte di approdo e atterraggio (transizione terra-mare del cavo marino realizzata con HDD) inizia in mare a circa 930 m dalla linea di battigia e raggiunge la buca giunti dopo aver bypassato la spiaggia (in corrispondenza del nuovo circolo velico di Bellariva ubicato tra il bagno 98 e 99), il lungomare Giuseppe Di Vittorio, gli edifici prospicienti, la rete ferroviaria e la linea Metro_Mare;

OPERE A TERRA PER LA CONNESSIONE ALLA RTN:

- **Una buca giunti interrata, in cui avviene la giunzione tra la l'elettrodotto sottomarino e quello terrestre, interrata e posizionata nello slargo compreso tra il sottopasso di Viale Portofino e Viale Siracusa, immediatamente a sud ovest della linea Metro_Mare e della Rete Ferroviaria adriatica;**
- **Un elettrodotto terrestre interrato costituito da una terna di cavi isolati in AT 380 kV, di lunghezza pari a circa 11,7 km (con buche giunti ogni 500/600 m), che raggiunge la Stazione di Transizione cavo-aereo adiacente alla SE TERNA 380/150 kV "San Martino in Venti", dove avviene la connessione alla RTN;**

il progetto prevede che il tracciato, a partire dalla buca giunti di collegamento tra il cavo marino e quello terrestre, segua prevalentemente la viabilità esistente secondaria con un percorso preferenziale di circa 11,7 km, di cui circa 380 m in TOC per il superamento della SS N. 72 Rimini/San Marino e del Torrente Ausa; si prevede anche un percorso alternativo che si distacca e si ricongiunge al precedente e segue viabilità primaria, per una lunghezza complessiva di 11,6 km.

- **Una Stazione di Transizione cavo-aereo da realizzarsi in prossimità della stazione elettrica TERNA "San Martino in Venti", che ospiterà il reattore, le apparecchiature elettromeccaniche, i locali quadri e misure e il portale di partenza della linea aerea di collegamento alla stazione RTN;**

verrà realizzato un breve tratto stradale di lunghezza pari a circa 130 m e larghezza pari a 7 m incluso banchine laterali, di collegamento tra Via San Martino in Venti e la Stazione Utente;

- **Un elettrodotto aereo trifase lungo circa 450 m, in conduttori nudi binati alla tensione di 380 kV, di connessione con lo stallo a 380 kV nella stazione elettrica "San Martino in Venti" 150/380 kV esistente e di proprietà TERNA S.p.A.;**
- **Un nuovo stallo a 380 kV, previo ampliamento della stazione TERNA "San Martino in Venti", nella parte nord-ovest, e interrimento di un tratto di linea in cavo aereo esistente;**

per la realizzazione del nuovo stallo, come indicato dal gestore della rete TERNA, è previsto l'interrimento dell'ultima campata di un elettrodotto aereo a 132 kV "San Martino-Gambettola" esistente; l'elettrodotto aereo, lungo circa 170 m, e il traliccio di arrivo saranno eliminati e sostituiti da un elettrodotto interrato AT 150 kV, di lunghezza pari a circa 230 m, da realizzare all'interno dell'area di ampliamento della Stazione Elettrica San Martino in Venti.

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELLE AREE A TERRA

L'area esaminata è caratterizzata dal passaggio dei rilievi collinari dell'Appennino romagnolo, costituiti prevalentemente da sedimenti marini plio-pleistocenici, alle pianure di origine alluvionale e, verso valle, alla pianura costiera. La pianura risulta pertanto orlata dagli ultimi rilievi collinari appenninici che sono qui costituiti da argille con varie intercalazioni di arenarie debolmente cementate e argille marnoso siltose (Argille Azzurre) e i depositi continentali alluvionali. Lo spessore dei sedimenti alluvionali della pianura, nella zona centrale della valle del Marecchia, è dell'ordine delle centinaia di metri. Il substrato di origine marina, nella direzione trasversale alla valle, si assottiglia procedendo da ovest verso est.

SEZIONE COSTIERA

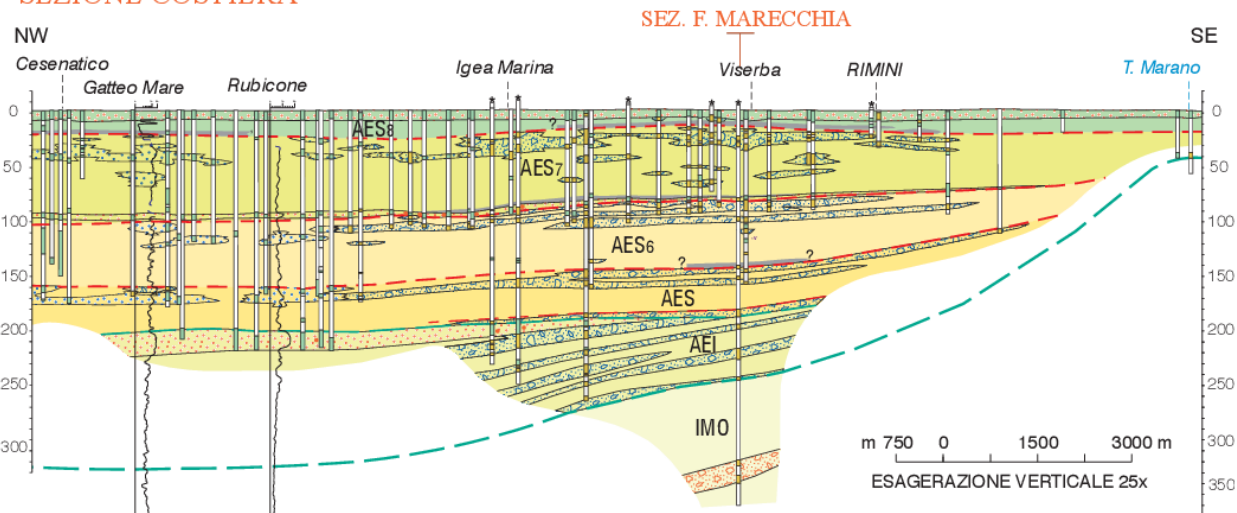


Figura 2.1 – Sezione geologica profonda n. 59 (o Sezione Costiera) ricostruita dal Servizio Geologico della regione Emilia Romagna nell'ambito del progetto CARG .

La causa del profilo del substrato è da ricercarsi nella tettonica correlata all'orogenesi appenninica, in cui le spinte con direzione SO-NE hanno determinato la formazione di sistemi di accavallamenti ad embrici con l'emersione dei depositi marini della catena in emersione e, oltre alla zona di cerniera, le zone subsidenti.

Il sistema di faglie con direttrice antiappenninica (SO-NE), conseguente a questa cinematica, è intercettato da faglie trasversali con direttrice appenninica che sono tuttora sismicamente attive e sulle quali si sono instaurate le principali aste fluviali (Marecchia, Uso, Ausa).

Il sovrapporsi dei fenomeni tettonici e dei processi deposizionali è all'origine della natura e della geometria dei sedimenti dei bacini dell'Avanfossa appenninico adriatica.

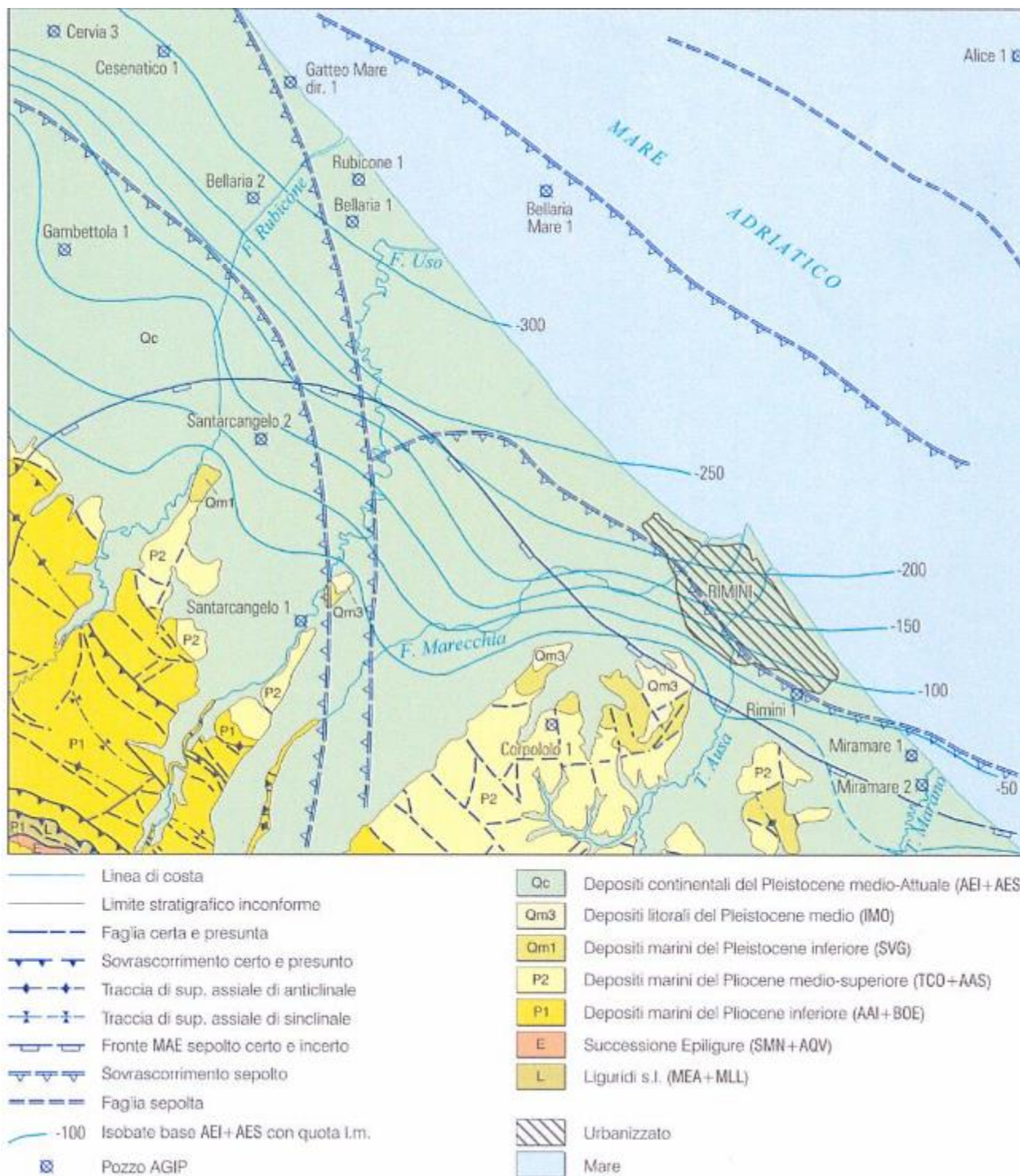


Figura 2.2 – Schema tettonico dell’area, estratto dalla Carta Geologica d’Italia alla scala 1:50.000, foglio 256 Rimini (APAT, 2005).

Come detto, il territorio esaminato comprende le ultime pendici collinari di età sostanzialmente Pliocenica-Pleistocenica, le alluvioni continentali terrazzate della pianura (Pleistocene-Olocene) e i depositi costieri (Olocene-attuali).

I terreni affioranti nel settore collinare appartengono alla "Successione post-evaporitica del margine padano-adriatico" qui costituita prevalentemente dalle Argille Azzurre di età Pliocene-Pleistocene inferiore (nella cartografia regionale l'Unità geologica viene indicata con la sigla FAA). L'Unità in questione è caratterizzata da argille di colore grigio-azzurro con rare intercalazioni, a vari livelli stratigrafici, di arenarie giallastre in letti da sottili a spessi, e argille marnose e siltose grigie in letti sottili e molto sottili. Sono fossilifere ricche in foraminiferi e macrofossili, spesso bioturbate, a stratificazione poco marcata.

Sulle formazioni plioceniche poggiano i depositi argillosi e sabbiosi del Pleistocene sui quali sono stati depositi dai corsi d'acqua, nel corso delle loro divagazioni, sedimenti limosi, sabbiosi e ghiaiosi di origine alluvionale. I depositi alluvionali e marini tardo-quadernari sono distribuiti in un ampio areale verso la costa: sono presenti nell'area collinare come piane intravallive dei corsi d'acqua che solcano il substrato marino plio-pleistocenico e si sviluppano nella fascia di pianura compresa fra gli sbocchi vallivi e la costa, dove costituiscono la parte terminale sud-orientale della Pianura Padana, e proseguono nel fondale marino dell'Adriatico.

Nel sottosuolo della piana alluvionale sono presenti 2 cicli deposizionali inferiori; nell'area in esame tali depositi sono per lo più sedimentati per opera delle acque del Fiume Marecchia, principale corso d'acqua; gli spessori maggiori si hanno nella zona nord di Rimini (fino a 300 mt), mentre a sud dell'abitato il substrato si solleva bruscamente passando a spessori di poche decine di metri. I depositi fluviali sono organizzati in 3 ordini di terrazzi con inclinazione media di 5-6 per mille. I depositi alluvionali terrazzati sono costituiti litologicamente, nel primo sottosuolo da alternanze verticali ed orizzontali di limi e argille che rappresentano il prodotto della sedimentazione in ambiente di piana inondabile da parte dei corsi d'acqua; più in profondità (ad oltre -50 mt dal p.c.) vi è una dominanza di ghiaie e sabbie permeabili depositate in ambiente di argine fluviale e paleoalveo.

La carta Geologica della Regione Emilia Romagna, inquadra tali depositi nel Subsistema di Ravenna (AES8; Pleistocene sup. - Olocene), appartenente al Sistema Emiliano – Romagnolo Superiore, composto da deposito di tracimazione fluviale indifferenziato limo argilloso sabbioso, depositi alluvionali eterometrici dati da ciottoli, sabbie e limi, e nell' Unità di Modena -AES8a- (Olocene) composta da ghiaie, sabbie, limi ed argille di canale fluviale, argine e piana inondabile (sabbie e ghiaie di cordone litorale e di barra di foce; argille e limi di prodelta e di transizione alla piattaforma).

In sporadici tratti il tracciato interessa coperture detritiche di materiale accumulato per gravità e/o ruscellamento superficiale sulle porzioni meno acclivi o alla base dei versanti (la carta Geologica della Regione Emilia Romagna identifica tali depositi con la sigla a3 "depositi di versante"). Le coperture sono costituite da materiale incoerente, eterogeneo ed eterometrico. Sui ripiani o sui versanti con debole pendenza sono presenti anche coltri eluviali costituite da elementi litoidi di varie dimensioni e da materiali incoerenti, quali sabbie, limi ed argille, talora pedogenizzati, che rappresentano il mantello detritico, ancora in posto, derivante dall'alterazione della roccia del substrato o accumulato dopo un breve trasporto per ruscellamento superficiale (Pleistocene superiore-Olocene).

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELLE AREE A MARE

Geologicamente l'Adriatico rappresenta l'avampaese delle catene appenninica e dinarica ed è caratterizzato da una crosta continentale con spessore di circa 35 km (Geiss, 1987). Il settore occidentale dell'Adriatico centro-settentrionale è occupato da un bacino di avanfossa plio-quadernario che rappresenta la più recente della serie di avanfosse formatesi durante l'orogenesi appenninica e migrate successivamente verso est. L'avanfossa padano-adriatica è limitata verso ovest dal fronte più esterno della catena appenninica (pliocene-quadernario); questo fronte, presente nel sottosuolo della pianura Padana e del mare Adriatico, è organizzato in una serie di archi (l'arco del Monferrato, l'arco emiliano, l'arco ferrarese-romagnolo e l'arco Adriatico). L'avanfossa plio-quadernaria adriatica è caratterizzata da due depocentri separati dall'area della zona di Ancona dove la base del pliocene è più elevata e di conseguenza lo spessore dei sedimenti plio-quadernari più ridotti.

La storia geologica dell'area adriatica riflette l'evoluzione di un margine continentale passivo, dalla sua individuazione, legata ai processi distensivi permo-triassici che hanno portato alla formazione dell'oceano tetideo, alla sua incorporazione nella catena appenninica a causa della convergenza tra la placca africana e quella europea. I dati provenienti dalle perforazioni petrolifere hanno permesso di individuare la stratigrafia dell'area dell'Adriatico occidentale dove si riconoscono una successione mesozoica essenzialmente carbonatica che passa progressivamente a depositi a prevalente composizione silicoclastica nel corso del Cenozoico. Al disotto dei depositi plio-quadernari sono state evidenziate successioni simili a quelle umbro-marchigiane e a quelle sudalpine. In buona parte dell'Adriatico la sedimentazione di piattaforma carbonatica viene interrotta nel Lias superiore quando, a causa del prevalere della subsidenza e di possibili concomitanti condizioni ambientali sfavorevoli, si passa alla deposizione di carbonati pelagici. L'annegamento di parte delle piattaforme carbonatiche ha creato una strutturazione a piattaforme e bacini che è caratteristico del margine meridionale della Tetide (Channel et alii, 1979; Zappaterra, 1990; Casero et alii, 1990). Un cambiamento nella sedimentazione avviene nel Terzario ed è legato all'instaurarsi della deformazione compressiva che segue alla convergenza tra placca europea ed africana. Il materiale silicoclastico prodotto dallo smantellamento dell'aree in sollevamento si mescola ai sedimenti carbonatici dando luogo ad una successione marnosa che si deposita in posizione di avampaese. Con la progressiva migrazione verso est della catena, l'area adriatica è interessata, prima, da una deposizione in ambiente di rampa esterna rispetto alle avanfosse mioceniche e poi, nel pliocene, diventa sede dell'attuale bacino di avanfossa presente al fronte della catena. Un evento degno di nota si è avuto nel Messiniano, quando, in concomitanza di un abbassamento del livello del mare ed in condizioni iperaline, si sono verificati episodi di erosione subaerea e la deposizione di sedimenti evaporitici. La parte più superficiale delle successioni presenti nell'area è rappresentata da sedimenti clastici depositatesi nell'avanfossa pliocenica-quadernaria della catena appenninica settentrionale.

Durante gli eventi compressivi che hanno costruito l'edificio appenninico i carbonati mesozoici sono stati deformati dai sistemi di sovrascorrimenti che ne hanno prodotto l'impilamento con traslazione verso est accompagnata dalla migrazione verso la medesima direzione dei cunei clastici di avanfossa depositi al fronte della catena (Ricci Lucchi, 1986). Nell'Appennino settentrionale si riconosce infatti una serie di bacini di avanfossa da ovest verso est. L'attuale avanfossa è ubicata nella pianura Padana e nel mare Adriatico ed il suo riempimento consiste di sedimenti clastici di età pliocenica-quadernaria con spessori che raggiungono i 6000 mt e poggiano su successioni mioceniche deposte nelle parti distali delle precedenti avanfosse. All'interno dell'avanfossa plio-quadernaria si riconoscono diversi stadi evolutivi. Nel Pliocene inferiore si caratterizza con un rapido approfondimento del bacino e la deposizione di argille di mare profondo e

torbiditi; la successiva diminuzione dei tassi di subsidenza ha causato il riempimento del bacino fino all'instaurarsi di condizioni di mare basso con progradazioni deltizie provenienti prima dall'Appennino e poi dal Po (Ricci Lucchi et alii, 1982; Ori et alii, 1986). I depositi clastici Quaternari della Pianura Padana presentano spessori fino a 1000-1500 mt e costituiscono la fase più recente di riempimento del bacino di avanfossa plio-quaternario.

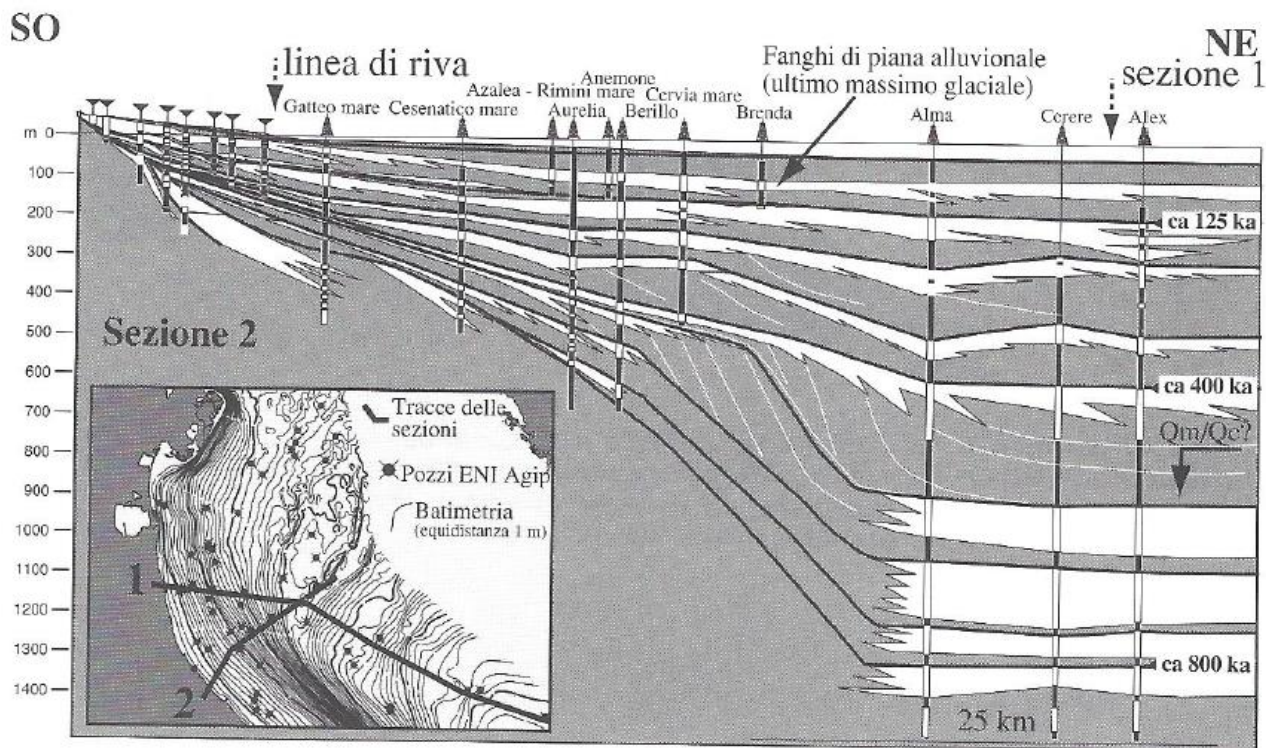


Figura 3.1 – Sezione schematica del sottosuolo adriatico (Roveri, 1998).

Nell'ultimo massimo glaciale il bacino Adriatico è stato colmato, prevalentemente da NO verso SE, da depositi terrigeni provenienti dal Fiume Po. A seguito della successiva risalita del livello marino, l'estensione del bacino epicontinentale Adriatico è aumentata di circa 8 volte provocando un significativo cambiamento nel suo regime oceanografico e, quindi, nelle facies dei depositi costieri.

Il Mare Adriatico è caratterizzato da una notevole variabilità delle condizioni meteo-marine data la sua estensione nel senso della Latitudine, esso ha infatti una lunghezza di circa 800 km e una larghezza compresa tra i 90 km e i 200 km. E' un bacino epicontinentale semi-chiuso, con una piattaforma a bassissima pendenza nei settori settentrionale e centrale e un maggior gradiente nel settore meridionale (Correggiati et al., 1996). A causa delle differenze di gradiente, estensione e morfologia della piattaforma adriatica, i depositi sedimentari, modellati dall'erosione, prodotti durante l'ultimo ciclo di fluttuazione di livello del mare, sono marcatamente diversi nell'area settentrionale (di bassa profondità e basso gradiente) rispetto a quella meridionale, di estensione minore, più pendente e con maggior complessità morfologica a causa della presenza di alti strutturali (Trincardi et altri, 1994; Trincardi et altri 1996 a, b, Correggiati et altri, 1996a, b; Cattaneo & Trincardi, 1999; Storm et altri, 2008); tutta l'area alto adriatica è caratterizzata da una bassa profondità dell'acqua che non supera i 36 metri. Il gradiente perpendicolare alla costa, escludendo il piede della spiaggia sommersa, è basso e uniforme fino ai 15-18 m mentre la morfologia è più accidentata a

profondità maggiori, dove si osservano campi di dune e rilievi e avvallamenti plurimetrici. Sporadicamente la piattaforma alto adriatica è caratterizzata dalla presenza di depositi cementati e litificati per diagenesi e colonizzati da organismi costruttori.

Le informazioni geologico-stratigrafiche disponibili per il settore in studio sono state riassunte nel Foglio NL 33-10 "Ravenna" della Carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000 (Servizio Geologico d'Italia – ISPRA/CNR-ISMAR).

La cartografia prodotta si suddivide in due sezioni:

- 1) una carta geologica superficiale che rappresenta i corpi geologici che affiorano o subaffiorano sul fondo marino, con particolare attenzione a quelli originati durante la fluttuazione tardo-quadernaria del livello marino. Lo studio dei depositi recenti rappresentati sulla carta geologica superficiale si basa su un'integrazione di rilievi morfobatimetrici, sismica a riflessione, campionature del sottofondo ottenute tramite varie tecniche di carotaggio e determinazioni biostratigrafiche e geocronologiche.
- 2) una carta geologica del sottofondo marino, che descrive l'assetto strutturale e stratigrafico dell'area in esame e la sua evoluzione geologica attraverso la mappatura di uno o più orizzonti stratigrafici significativi ed arealmente estesi. La ricostruzione dell'assetto stratigrafico-strutturale del sottofondo richiede l'utilizzo di profili sismici a riflessione che raggiungano la penetrazione di svariati secondi. Nell'Adriatico settentrionale non si è potuto utilizzare la sismica ministeriale, che copre le aree di piattaforma continentale italiana, poiché nell'area cartografica essa risulta di scarsa qualità. La carta è stata dunque elaborata attraverso l'utilizzo di studi sismici messi a disposizione da ENI-Agip SpA integrati da IGM-CNR che ha provveduto ad effettuare una campagna di acquisizione sismica multicanale a maglie larghe. Gli orizzonti riconosciuti e correlati sulle linee sismiche richiedono per la loro taratura la disponibilità di dati stratigrafici del sottosuolo a tale scopo sono stati utilizzati pozzi per l'esplorazione petrolifera.

Il contenuto delle tavole della Carta Geologica dei Mari Italiani è riportato nelle tavole OWFRN_V2.SC1.03.1 (Inquadramento su Carta Geologica Superficiale Layout A), OWFRN_V2.SC1.03.2 (Inquadramento su Carta Geologica Superficiale Layout B), OWFRN_V2.SC1.04.1 (Inquadramento su Carta Geologica Profonda Layout A), OWFRN_V2.SC1.04.2 (Inquadramento su Carta Geologica Profonda Layout B).

L'area del Foglio NL 33-10 Ravenna corrisponde ad un tratto di piattaforma continentale adriatica compresa tra la costa emiliano-romagnola e la linea di mezzera tra le acque nazionali e quelle croate. La zona è caratterizzata da un basso gradiente assiale e da una morfologia del fondo regolare, da costa fino a 30 m di profondità, e più accidentata a profondità maggiori dove si osservano rilievi e avvallamenti plurimetrici di grande continuità laterale. Sulla carta vengono rappresentati tutti i corpi geologici che affiorano o subaffiorano sul fondo marino con particolare attenzione ai depositi originatisi durante varie fasi dell'ultima fluttuazione tardo quadernaria del livello marino.

Nell'area affiorano depositi regressivi di stazionamento alto in facies di prodelta (hs1), passanti verso l'alto a depositi in facies di spiaggia (hs2), depositi trasgressivi di ambiente paralico (tp) e marino (tm) e depositi di stazionamento basso di ambiente continentale (ls); questi ultimi sono rappresentati insieme a quelli di caduta di livello del mare, caratterizzati dalle stesse facies in questa zona, ma più vecchi e discontinui arealmente.

Le sezioni geologiche e lo schema cronostratigrafico costruito lungo l'asse del bacino registrano affioramenti di depositi riferibili a sistemi di stazionamento basso su ampi settori di fondale, il progressivo spostamento verso terra dell'onlap costiero associato ai depositi trasgressivi, e la condensazione dovuta alla caduta degli apporti nel periodo in cui nel bacino fu raggiunta la massima ingressione marina (mfs). La distribuzione parallela alla costa dei depositi di stazionamento alto riflette la posizione dei principali apparati fluviali e la distribuzione lungo costa dei sedimenti fini ad opera della circolazione prevalente durante gli ultimi 4/5 ka.

In particolare, il sistema di stazionamento alto (HST) costituisce un cuneo composito alimentato da apparati deltizi di età decrescente da Sud verso Nord. I sistemi trasgressivi (TST) determinano due depocentri arealmente distinti e costituiti da depositi di ambiente deposizionale differente:

-verso terra il depocentro più recente, parallelo alla costa come il soprastante HST e costituito da depositi marini di piattaforma;

-verso mare i depositi del TST consistono in relitti parzialmente preservati di depositi costieri e paralic (laguna ed estuario).

Il sistema trasgressivo evidenzia il progressivo cambiamento nel regime degli apporti, nell'assetto fisiografico e nei processi oceanografici che accompagna la rapida risalita di livello del mare avvenuta da circa 16 a 5 ka. I depositi del sistema di stazionamento basso (LST) non sono rappresentati in una carta degli spessori a causa della difficoltà di definire e tracciare con precisione un limite di sequenza alla loro base e pertanto tali depositi sono uniti a quelli di caduta (raggiunti in alcuni carotaggi). Tra le superfici guida, che definiscono la base e il tetto dei principali sistemi, è stata rappresentata quella di trasgressione (ts) che registra l'inizio della risalita relativa di livello del mare e costituisce la base dei depositi trasgressivi.

Il progetto ricade interamente nel Sistema di Stazionamento Alto e in particolare nell'ambito hs1; si tratta di una Unità a geometria progradazionale costituita in prevalenza da un complesso pelitico (hs1) di prodelta-piattaforma interna ad argille e silt argillosi con grado di bioturbazione variabile contenenti faune a *Turritella communis*; nella fascia costiera la successione verticale mostra una chiara tendenza negativa per la progressiva intercalazione di sottili strati sabbiosi e bioclastici che segnano il passaggio graduale ad un complesso sabbioso di spiaggia (hs2); quest'ultimo è costituito da sabbie da fini a medie, ben cernite, contenenti una fauna a *Chamelea gallina* ed è caratterizzato da diffuse impregnazioni di gas. (Versilianop.p.).

I Sistemi Trasgressivi (TST) sono costituiti da due complessi eteropici, trasgressivo paralico (tp) e trasgressivo marino (tm), separati da una superficie diacrona di rimaneggiamento marino trasgressivo (rs). La base dell'unità è rappresentata da una superficie di trasgressione (ts) che marca l'inizio della risalita del livello relativo del mare su un substrato esposto ad erosione subaerea; il tetto è costituito dalla superficie corrispondente alla fase di massima ingressione marina (mfs).

I Sistemi di Stazionamento Basso (LST) e di Caduta (FST) sono costituiti da depositi continentali (ls) costituiti prevalentemente da argille sovraconsolidate di colore grigio-giallognolo contenenti tipiche faune continentali (*Planorbidae* spp., *Pisidium* sp., *Bythinia* sp.). Sono presenti anche orizzonti di torba e corpi sabbiosi di granulometria da fine a grossolana con grado di cernita variabile. L'unità è delimitata al tetto da una superficie di esposizione subaerea; in questa unità sono rappresentati ambienti di piana inondabile con canali fluviali e paludi (Tirreniano).

Per quello che attiene la "Carta del Sottofondo" (costruita mediante l'interpretazione di linee sismiche a riflessione multicanale, di dati stratigrafici di pozzi per l'esplorazione petrolifera pubblicati e di profili sismici forniti da AGIP S.p.A.) la parte più superficiale delle successioni presenti nell'area marina compresa nel foglio

NL-33-10 è rappresentata da sedimenti depositi nell'avanfossa pliocenico-quadernaria della catena appenninica settentrionale (vedi Figura seguente - "Inquadramento Geologico Regionale").

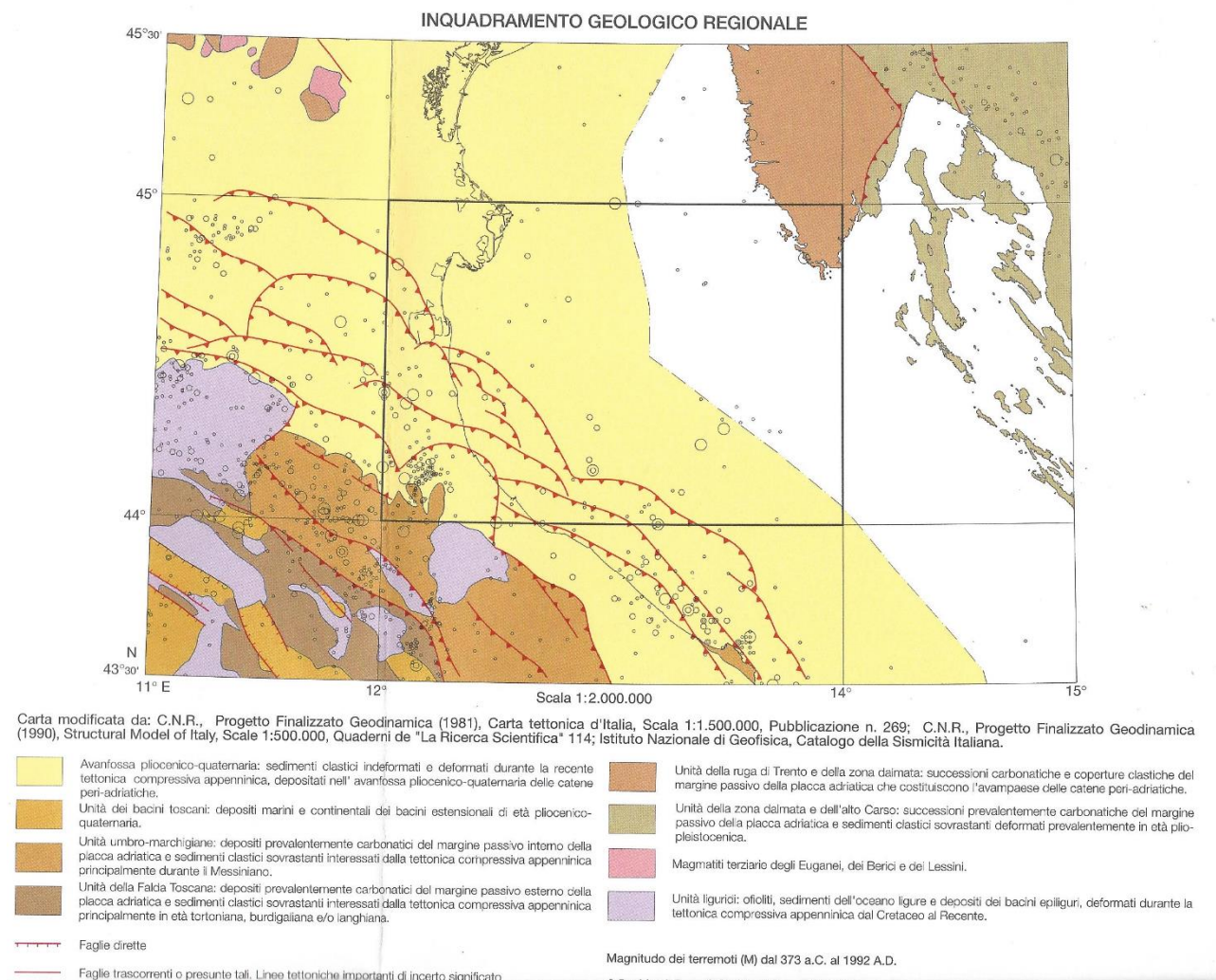


Figura 3.2 – Inquadramento geologico regionale. Carta Geologica dei Mari d'Italia.

Gli aerogeneratori di progetto, insistono in aree nella quali, al disotto dei depositi quaternari-pliocenici, sono presenti le seguenti unità:

Formazione di Fusignano (FUS). Alternanze di spessi banchi arenacei, livelli conglomeratici ed intercalazioni argillose; questa unità costituisce il riempimento torbiditico delle parti centrali e più subsidenti del bacino adriatico-padano messiniano post-evaporitico.

Argille a Colombacci (FCD). Argille variegata intercalate a rari livelli sabbiose-siltosi ed orizzonti marnoso-calcarei evaporitici tipo "Colombacci". Le associazioni faunistiche sono tipiche di acque salmastre o dolci. Questa unità occupa le parti marginali del bacino torbiditico adriatico-padano messiniano post-evaporitico caratterizzate da un ambiente lagunare-salmastro.

Formazione Gessoso-Solfifera (GES). Banchi di gesso intercalati a marne e sottili livelli calcarei; l'unità rappresenta la sedimentazione in bacini a circolazione ristretta durante l'abbassamento di livello marino messiniano.

4 INQUADRAMENTO SISMICO

Come avviene per l'intero territorio nazionale, anche per la zona di interesse, l'elenco delle sorgenti sismogenetiche, sono contenute nel database DISS redatto dall'INGV e consultabile sul suo sito istituzionale. Nel database vengono distinte le sorgenti sismogenetiche "individuali" da quelle "composite". In particolare una sorgente "composita" è una struttura desunta sulla base di considerazioni di carattere regionale e dati geologici di sottosuolo, che abbraccia un numero imprecisato di sorgenti individuali. Queste sorgenti non vengono considerate come capaci di un terremoto di specifica magnitudo, mentre le caratteristiche strutturali sono in genere documentate da attività dal Pleistocene superiore all'attuale. L'intero lavoro di definizione di questo database è finalizzato all'analisi di pericolosità sismica con approccio probabilistico, che trova poi applicazione negli studi di risposta sismica locale.

L'area di Rimini è caratterizzata dalla presenza delle sorgenti composite denominate "Riminese onshore" (cod. ITCS039) e "Riminese offshore" (cod. ITCS030), come rappresentato nella figura seguente. Queste sorgenti attraversano il territorio tra le Marche e la Romagna ed sono parte del sovrascorrimento esterno umbro-marchigiano. Il fronte è costituito da un sistema di faglie vergente verso nord-est al bordo esterno della catena appenninica settentrionale, parallelo alla line di costa marchigiana.

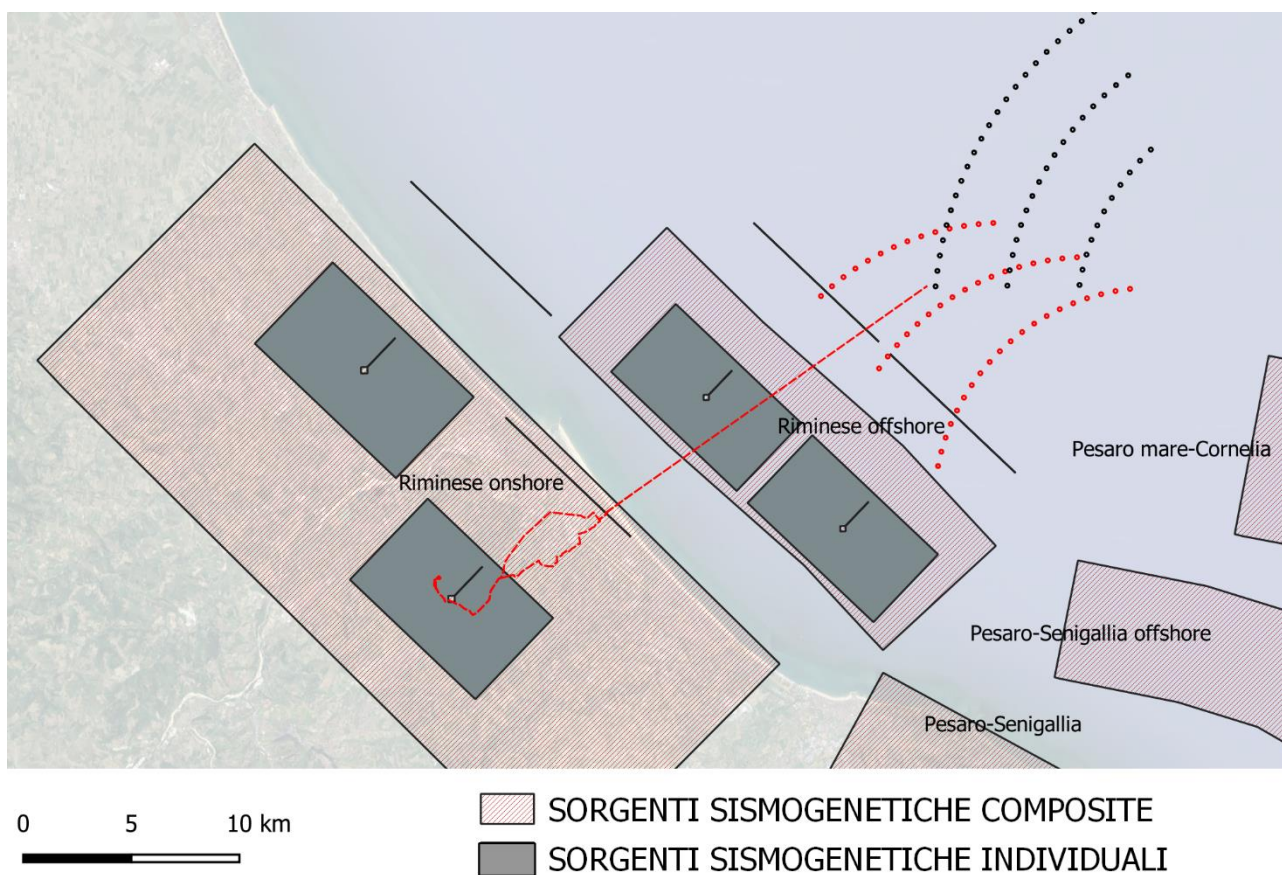


Figura 4.1 – Quadro delle sorgenti sismogenetiche che caratterizzano, a grande scala, l'area in esame (DISS _ Vers.3.2.1)

L'area progettuale interferisce inoltre con le sorgenti sismogenetiche individuali denominate "Rimini" (cod. ITIS035 – cavidotto a terra e stazione elettrica) e "Rimini offshore North" (codice ITIS034 – cavidotto a mare), queste due sorgenti sono rispettivamente state correlate con i terremoti del 25 dicembre 1786 e del 17 maggio 1916.

I cataloghi storici e strumentali (Boschi et alii., 2000; Gruppo Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et alii. 2006; Giudoboni et alii., 2007) mostrano numerosi terremoti distruttivi che sono occorsi nel settore centrale e meridionale dell'area; gli eventi più significativi (procedendo da sud-est verso nord.ouest) sono: il doppio terremoto del 17 maggio e 16 agosto del 1916 (con Mw 5.9 nell'alto adriatico), gli eventi del 14 aprile 1672 (Mw 5.6) e del 25 dicembre 1786 (Mw 5.7) e il terremoto del 17 marzo 1875 (Mw 5.7). L'area, inoltre, mostra una sismicità intermedia sparsa (compresa tra 4.5 e 5 Mw). Numerose prove suggeriscono fortemente che la regione sta subendo una compressione in direzione NE-SW, sia sulla base di meccanismi focali dei terremoti (Frepoli e Amato 1997) sia dei dati di sondaggio (Montone et alii 2004) che mostrano un asse di stress minimo in direzione NO-SE. Sebbene i dati sul campo attuale disponibili non siano ancora chiari, la sorgente onshore Riminese può essere considerata il possibile settore settentrionale della spinta del sovrascorrimento marchigiano, per il quale il sistema di sovrascorrimenti ciechi è stato riconosciuto come il meccanismo tettonico responsabile della faglia sismogenetica.

Il catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (versione CPTI15) che rappresenta il più completo e aggiornato database dei parametri macrosismici e strumentali dell'intero territorio nazionale, riporta, per il comune di Rimini 78 eventi sismici.

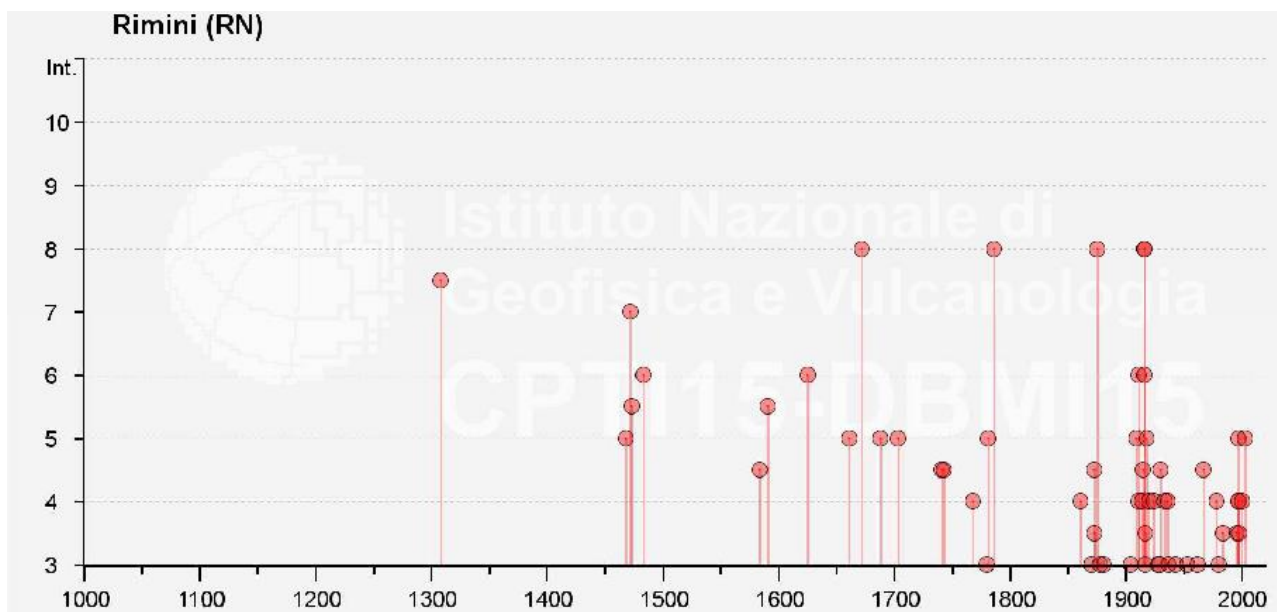


Figura 4.2 – Grafico intensità macrosismica/tempo relativo alla storia sismica del comune di Rimini, ricavato dal DBMI15.

Il progetto ITHACA (ITaly Hazard from Capable faults), sviluppato dal Servizio Geologico di Stato – ISPRA, riporta la posizione di tutte le faglie attive, in grado cioè di produrre movimenti in superficie (faglie "capaci" sono quelle che hanno mostrato attività dal Pleistocene superiore ad oggi); la figura seguente rappresenta la traccia di quelle prossime alla zona d'intervento.

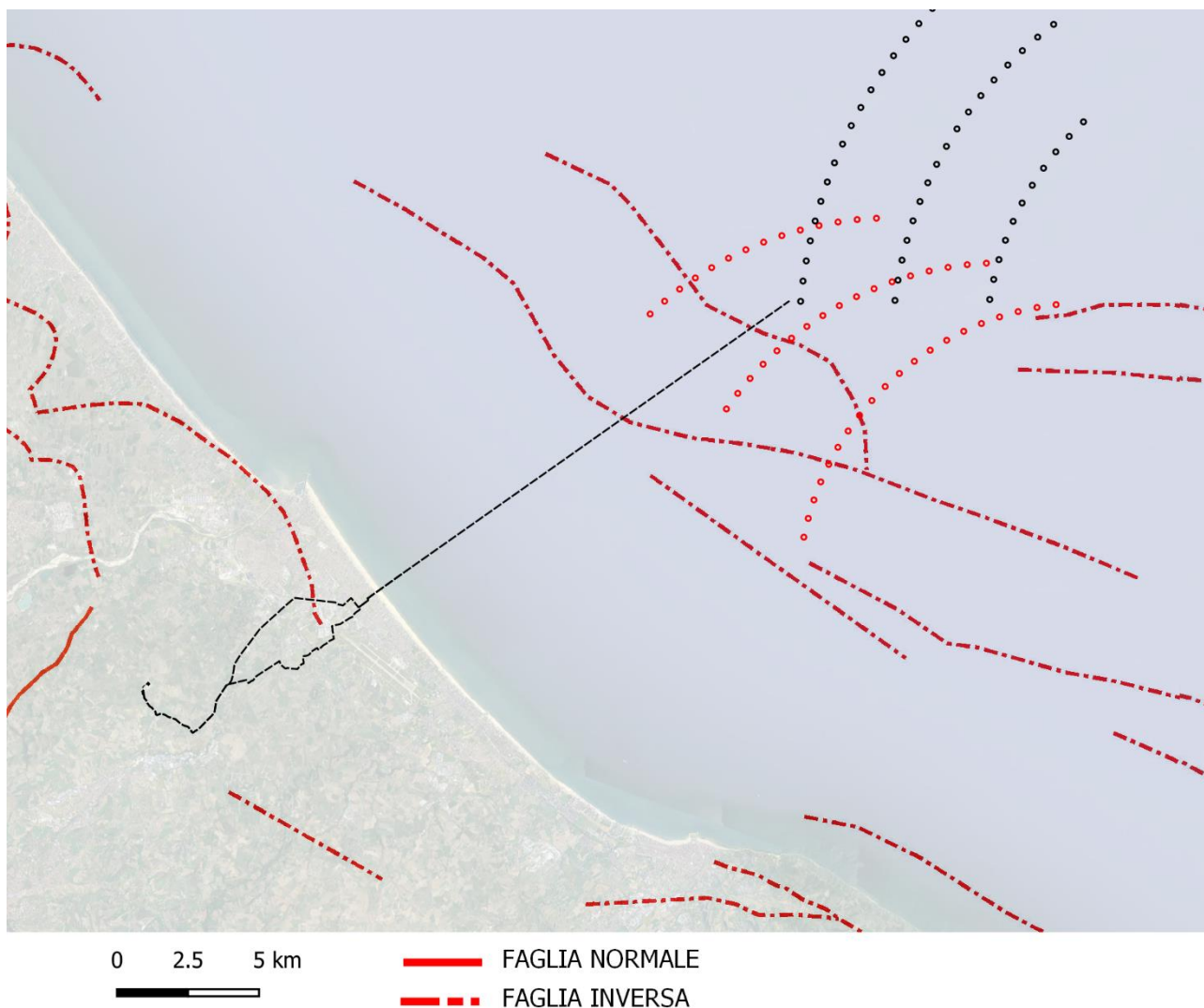


Figura 4.3 – Posizioni delle faglie capaci (Progetto Ithaca- ISPRA) rispetto all’area di progetto.

Si nota che alcune faglie inverse, considerate capaci di generare spostamenti della superficie in caso di sisma, interferiscono con quanto progettato.

Nella figura seguente viene riportata l’età della presunta attività delle faglie capaci, ed è possibile notare che l’ultima attivazione di tutte quelle interferenti con la zona di progetto sia databile al pleistocene inferiore diminuendo “forse” la pericolosità attesa.

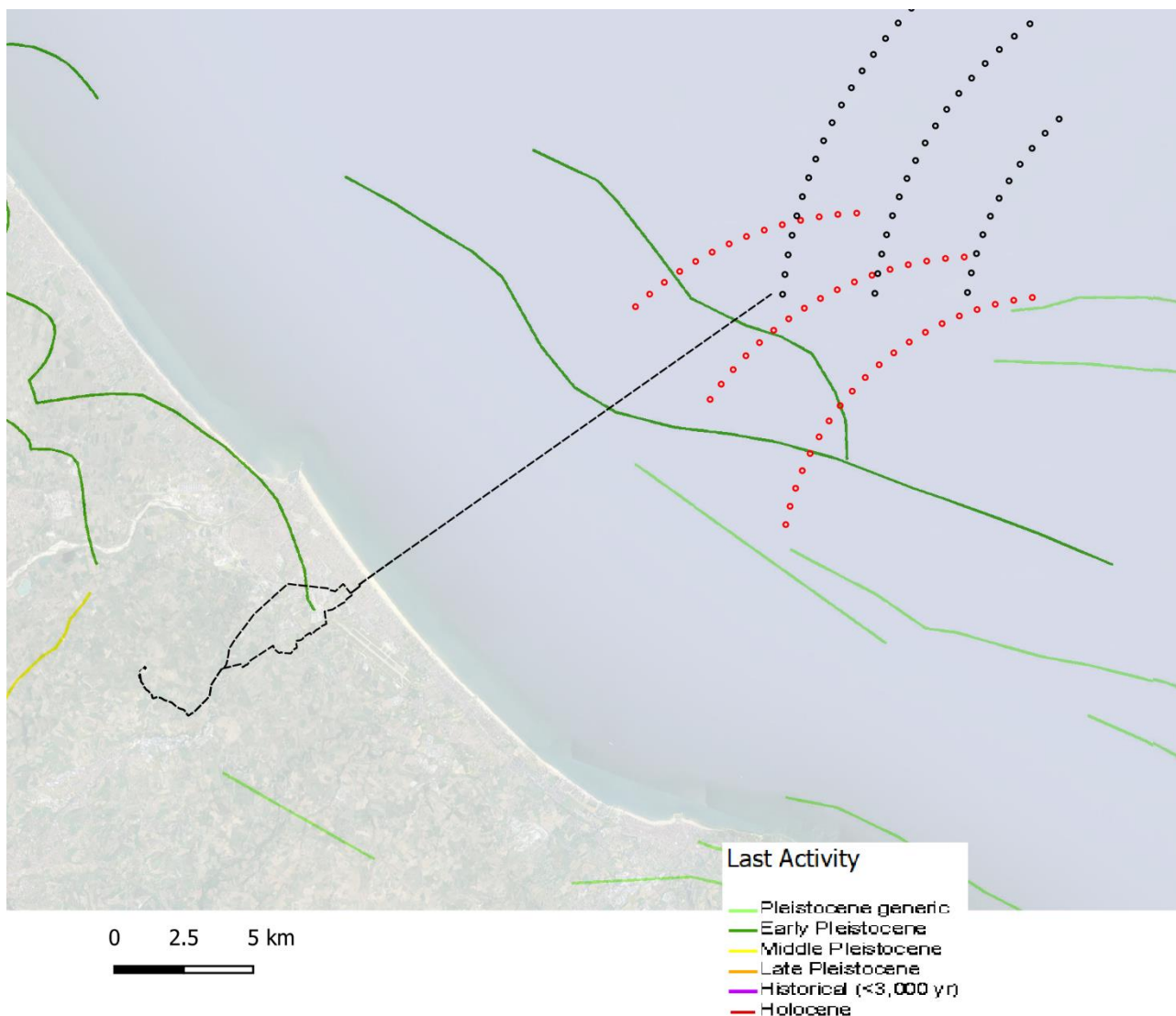


Figura 4.4 – Età della ultima attività registrata per le faglie capaci (Progetto Ithaca- ISPRA) rispetto all’area di progetto.

Negli ultimi anni si sono succeduti provvedimenti normativi ed amministrativi per la definizione delle caratteristiche di pericolosità sismica locale. Con l’OPCM n°3274 del 20/03/2003 “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”, che rispondeva alla necessità di aggiornare gli strumenti normativi per la riduzione del rischio sismico, si stabiliscono i criteri per la individuazione delle zone sismiche e la nuova classificazione sismica dei comuni italiani, successivamente integrati e aggiornati dall’OPCM 3519/06. L’intero territorio nazionale viene suddiviso in 4 zone sulla base di un differente valore dell’accelerazione di picco a_g su terreno a comportamento rigido, derivante da studi predisposti dall’INGV DPC. Gli intervalli di accelerazione a_g con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni sono stati rapportati alle 4 zone sismiche indicate dall’OPCM 5319/06 vedi tabella seguente.

| | Zona sismica | Accelerazione |
|---|---|------------------------|
| 1 | La zona più pericolosa. La probabilità che capiti un forte terremoto è alta | $a_g > 0.25$ |
| 2 | In questa zona forti terremoti sono possibili | $0.15 < a_g \leq 0.25$ |
| 3 | In questa zona i forti terremoti sono meno probabili rispetto alla zona 1 e 2 | $0.05 < a_g \leq 0.15$ |
| 4 | La zona meno pericolosa. La probabilità che capiti un terremoto è molto bassa | $a_g \leq 0.05$ |

Figura 4.5 – Zone sismiche e accelerazioni.

Tale classificazione è basata su una approssimazione dei valori e della distribuzione del parametro a_g secondo i limiti amministrativi (criterio "zona dipendente"). La rappresentazione di sintesi delle caratteristiche sismologiche e sismogenetiche del territorio è contenuta nella "Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale" dell'Italia, elaborata secondo l'OPCM 28/04/2006, n°3519. L'Allegato 1b dell'Ordinanza presenta i valori di pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

Il comune di Rimini ricade nella zona sismica 2 (cfr Figura seguente) secondo la zonazione espressa dalla normativa regionale vigente per l'Emilia Romagna (DGR del 21/07/03, n° 1453, aggiornata con DGR n° 1164 del 23/07/2018) che costituisce il recepimento dell'OPCM del 20/03/2003 n° 3274.

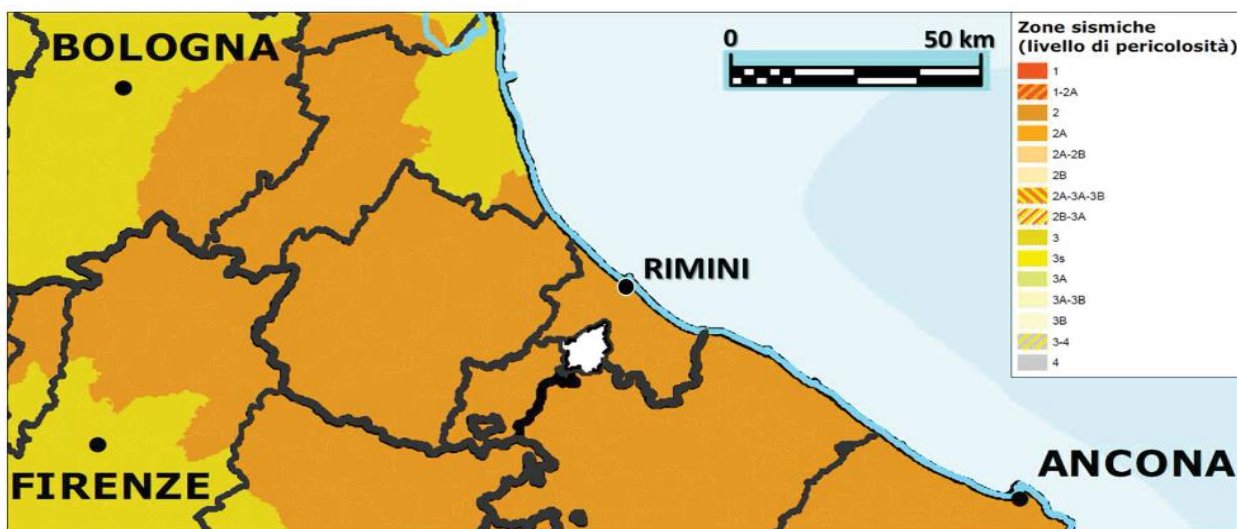


Figura 4.6 – Stralcio della mappa di classificazione sismica nazionale.

5 INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

5.1 Premessa

Per la determinazione delle caratteristiche stratigrafiche e litologiche del sottosuolo interessato dalle opere previste sia a terra che a mare, in questa fase, non si è provveduto a realizzare indagini geognostiche puntuali ma si sono sfruttati i risultati della mole di prove e perforazioni disponibili.

In particolare per la zona a terra si è fatto riferimento alla **"banca dati geognostica"**, prodotta dalla Regione Emilia-Romagna su incarico del Servizio Geologico Nazionale (Progetto CARG) ai fini della preparazione delle Carte Geologiche di Pianura alla scala 1:50.000). Si tratta di dati provenienti da indagini eseguite per lavori pubblici e privati che l'Ente ha provveduto ad organizzare in un database che ha permesso la creazione di uno shapefile con la referenziazione geometrica di ogni verticale. La Regione Emilia-Romagna permette dal sito internet istituzionale il download di parte dei report delle indagini eseguite, quelli che nel database vengono indicate con "pubblico" nel campo riservatezza.

Per la zona a mare i dati disponibili sono quelli provenienti dal **Progetto ViDEPI**, creato per rendere facilmente accessibili i documenti tecnici relativi all'esplorazione petrolifera in Italia.

Si tratta di documentazione riguardante titoli minerari cessati, e pertanto pubblica, depositata a partire dal 1957 presso l'UNMIG, Ufficio nazionale minerario per gli idrocarburi e le georisorse del Ministero dello sviluppo economico.

5.2 Indagini geognostiche zona a terra

Le indagini geognostiche considerate di interesse sono quelle che si trovano all'interno di un buffer di circa 200 mt dal tragitto del cavidotto e che hanno reports consultabili e scaricabili dal sito delle Regione Emilia Romagna; la loro ubicazione viene riportata nel seguito in relazione alla descrizione delle singole zone di interesse.

Si tratta di 89 indagini puntuali divise tra sondaggi a rotazione, prove penetrometriche statiche, prove penetrometriche dinamiche, misure geofisiche in array e passive a stazione singola.

La tabella seguente riporta le caratteristiche principali delle indagini presenti, mentre in allegato vengono riportati i report di quelle ritenute maggiormente di interesse (per tipologia e vicinanza) per la progettazione.

| SIGLA | QUOTA mslm | PROF. m | DATA ESECUZIONE | TIPO PROVA |
|------------|---------------|------------|--------------------|---------------------|
| 256160N004 | 2.5 | | / | array sismico |
| 256160P464 | 5.8 | 15 | 21/08/2017 | carotaggio continuo |
| 256160P403 | 4.2 | 15 | 01/08/1985 | carotaggio continuo |
| 256160P401 | 4.7 | 15 | 01/08/1985 | carotaggio continuo |
| 256160P402 | 5.3 | 15 | 01/08/1985 | carotaggio continuo |
| 256160P501 | -0.4 | 20 | 22/12/1995 | carotaggio continuo |
| 256160P440 | 1.9 | 30 | 10/06/2002 | carotaggio continuo |
| 256160P508 | 8.1 | 20 | 01/08/1996 | carotaggio continuo |
| 256160P411 | 3.3 | 25 | 01/12/1993 | carotaggio continuo |
| 256150P419 | 11.8 | 35 | 16/01/1989 | carotaggio continuo |

| | | | | |
|-------------|------|------|------------|--|
| 256150P425 | 17 | 40 | 09/02/1989 | carotaggio continuo |
| 256150P420 | 16.3 | 35 | 12/01/1989 | carotaggio continuo |
| 256150P424 | 14.6 | 40 | 11/02/1989 | carotaggio continuo |
| 256160R028 | 5.4 | 0 | 29/10/2010 | misure di microtremore a stazione singola (HVSr) |
| 256160R026 | 2.3 | 0 | 12/11/2010 | misure di microtremore a stazione singola (HVSr) |
| 256160R027 | 3.1 | 0 | 19/11/2010 | misure di microtremore a stazione singola (HVSr) |
| 256160R030 | 6 | 0 | 25/08/2017 | misure di microtremore a stazione singola (HVSr) |
| 256160R024 | 3.8 | 0 | 12/11/2010 | misure di microtremore a stazione singola (HVSr) |
| 256160R025 | 3.1 | 0 | 12/11/2010 | misure di microtremore a stazione singola (HVSr) |
| 256160R009 | 2.3 | 0 | 29/10/2010 | misure di microtremore a stazione singola (HVSr) |
| 256160R010 | 2.6 | 0 | 19/11/2010 | misure di microtremore a stazione singola (HVSr) |
| 256150C043 | 25.1 | 10.2 | 08/11/1983 | prova CPT con punta meccanica |
| 256150C038B | 14.6 | 15 | 08/11/1984 | prova CPT con punta meccanica |
| 256150C038A | 14.6 | 12 | 08/11/1984 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C087 | 3.1 | 10.6 | 01/06/1982 | prova CPT con punta meccanica |
| 256150C038D | 14.6 | 12 | 08/11/1984 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C231 | 5.1 | 25.6 | 28/08/2017 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C229 | 6.5 | 29.4 | 28/08/2017 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C230 | 5 | 26.8 | 28/08/2017 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C228 | 6.1 | 21.4 | 28/08/2017 | prova CPT con punta meccanica |
| 256150C419 | 12.1 | 35.8 | 23/02/1989 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C069 | 2.8 | 10 | 01/09/1993 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C402B | 5.3 | 15 | 02/09/1985 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C403A | 4.2 | 20 | 03/09/1985 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C403B | 4.2 | 20 | 03/09/1985 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C401 | 4.7 | 15 | 02/09/1985 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C402A | 5.3 | 20 | 02/09/1985 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C043 | 12.3 | 15.2 | 27/05/1992 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C084 | 3.1 | 11.4 | 09/10/1987 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C088 | 3.1 | 14.6 | 01/06/1982 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C091 | 2.8 | 15.6 | 01/06/1982 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C086 | 3.2 | 14.6 | 01/06/1982 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C085 | 3.4 | 10 | 09/10/1987 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C090 | 0.4 | 10.6 | 01/06/1982 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C089 | 3.3 | 14.6 | 01/06/1982 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C010 | 6.1 | 10 | 31/08/1984 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C009 | 6.7 | 10 | 31/08/1984 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C078 | 4.8 | 15 | | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C076 | 5.1 | 15 | | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C163 | 2.3 | 20.2 | 04/11/2003 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C083 | 3.5 | 10 | 09/10/1987 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C079 | 5.3 | 15 | | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C077 | 5.6 | 15 | | prova CPT con punta meccanica |
| 256150C045 | 26.2 | 10.4 | 08/11/1983 | prova CPT con punta meccanica |

| | | | | |
|-------------|------|------|------------|-------------------------------|
| 256150C165 | 14.7 | 33.6 | 18/02/1989 | prova CPT con punta meccanica |
| 256150C170 | 17.5 | 22.4 | 17/02/1989 | prova CPT con punta meccanica |
| 256150C168 | 15.5 | 31.6 | 18/02/1989 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C167 | 2.5 | 20 | 31/03/2005 | prova CPT con punta meccanica |
| 256150C038C | 14.6 | 15 | 08/11/1984 | prova CPT con punta meccanica |
| 256160C162 | 2 | 19 | 17/06/2002 | prova CPT con punta meccanica |
| 256150C176 | 77.7 | 13.6 | 26/05/2004 | prova CPT con punta meccanica |
| 256150C178 | 93.4 | 14.6 | 26/05/2004 | prova CPT con punta meccanica |
| 256150C044 | 25.6 | 10.6 | 08/11/1983 | prova CPT con punta meccanica |
| 256150D171 | 33.6 | 9 | 13/10/1990 | prova dinamica generica |
| 256160D005 | 6.3 | 7.3 | | prova dinamica generica |
| 256150D172 | 32.2 | 8.5 | 13/10/1990 | prova dinamica generica |
| 256160D047 | 3.3 | 9.2 | | prova dinamica generica |
| 256160D046 | 3.3 | 8.5 | | prova dinamica generica |
| 256160D048 | 3.4 | 7.1 | | prova dinamica generica |
| 256150D034 | 11.5 | 6.1 | | prova dinamica generica |
| 256150D032 | 10.3 | 7.7 | | prova dinamica generica |
| 256160D053 | 3.2 | 8.1 | | prova dinamica generica |
| 256160D045 | 3.2 | 7.8 | | prova dinamica generica |
| 256150D036 | 11.2 | 8.1 | | prova dinamica generica |
| 256160D007 | 6.8 | 8 | | prova dinamica generica |
| 256150D030 | 16.5 | 8.3 | | prova dinamica generica |
| 256150D026 | 17.6 | 8 | | prova dinamica generica |
| 256150D024 | 16.9 | 9.1 | | prova dinamica generica |
| 256150D023 | 17.8 | 9 | | prova dinamica generica |
| 256160D006 | 5.1 | 7.6 | | prova dinamica generica |
| 256160D008 | 4.1 | 8.3 | | prova dinamica generica |
| 256150D029 | 23.4 | 10.3 | | prova dinamica generica |
| 256150D039 | 25.3 | 6.5 | | prova dinamica generica |
| 256150D027 | 20 | 8.1 | | prova dinamica generica |
| 256150D028 | 21.3 | 8.3 | | prova dinamica generica |
| 256150D041 | 27 | 7.1 | | prova dinamica generica |
| 256150D042 | 25.2 | 8 | | prova dinamica generica |
| 256150D040 | 24.8 | 7 | | prova dinamica generica |
| 256150D031 | 18.9 | 8.3 | | prova dinamica generica |

Tabella 5.1 –. Caratteristiche principali delle indagini presenti

5.3 Indagini geognostiche zona mare

I dati considerati sono quelli provenienti dalle perforazioni e dalle tracce di indagini geofisiche che si trovano ad una distanza inferiore a 5 km dalla posizione degli aerogeneratori o del cavo di collegamento con la terra; la loro ubicazione viene riportata nel capitolo seguente.

Si tratta delle informazioni derivanti da 15 trivellazioni esplorative e da 7 stendimenti di sismica riconoscitiva. La tabella seguente riporta la data di perforazione e la profondità raggiunta dalle perforazioni ritenute maggiormente di interesse per la progettazione dei manufatti di progetto.

| name | Anno perforazione | Profondità raggiunta |
|---------------------|--------------------------|-----------------------------|
| ALMA_001 | 1979 | 3235 mt |
| AMEDEA_001 | 1978 | 4455 mt |
| ANTINEA_001 | 1979 | 3907 mt |
| CANOPO_001 | 1974 | 3446 mt |
| CANOPO_002 | 1982 | 2640 mt |
| RICCIONE_MARE_001 | 1965 | 1665 mt |
| RICCIONE_MARE_002 | 1966 | 1235 mt |
| RICCIONE_MARE_003 | 1969 | 3321 mt |
| RICCIONE_MARE_006 | 1971 | 2522 mt |
| RICCIONE_MARE_008 | 1969 | 3076 mt |
| RICCIONE_MARE_009 | 1970 | 3505 mt |
| RICCIONE_MARE_012 | 1971 | 2259 mt |
| RIMINI_MARE_001 | 1964 | 2108 mt |
| SERENA_001 | 1991 | 1748 mt |
| SERENA_NORD_001_DIR | 1995 | 1930 mt |

Tabella 5.2 –. Elenco Perforazioni.

6 DESCRIZIONE GEOLOGICA, MORFOLOGICA E STRATIGRAFICA DI DETTAGLIO

6.1 Premessa

Per dettagliare quanto già esposto in senso più generale ai capitoli precedenti, nei seguenti paragrafi si procede ad una descrizione stratigrafica e geomorfologica delle le varie zone interessate dai manufatti di progetto, sulla base delle informazioni di letteratura, delle indicazioni contenute negli studi di pianificazione, dei sopralluoghi nelle zone di intervento ed utilizzando i risultati delle indagini geognostiche disponibili.

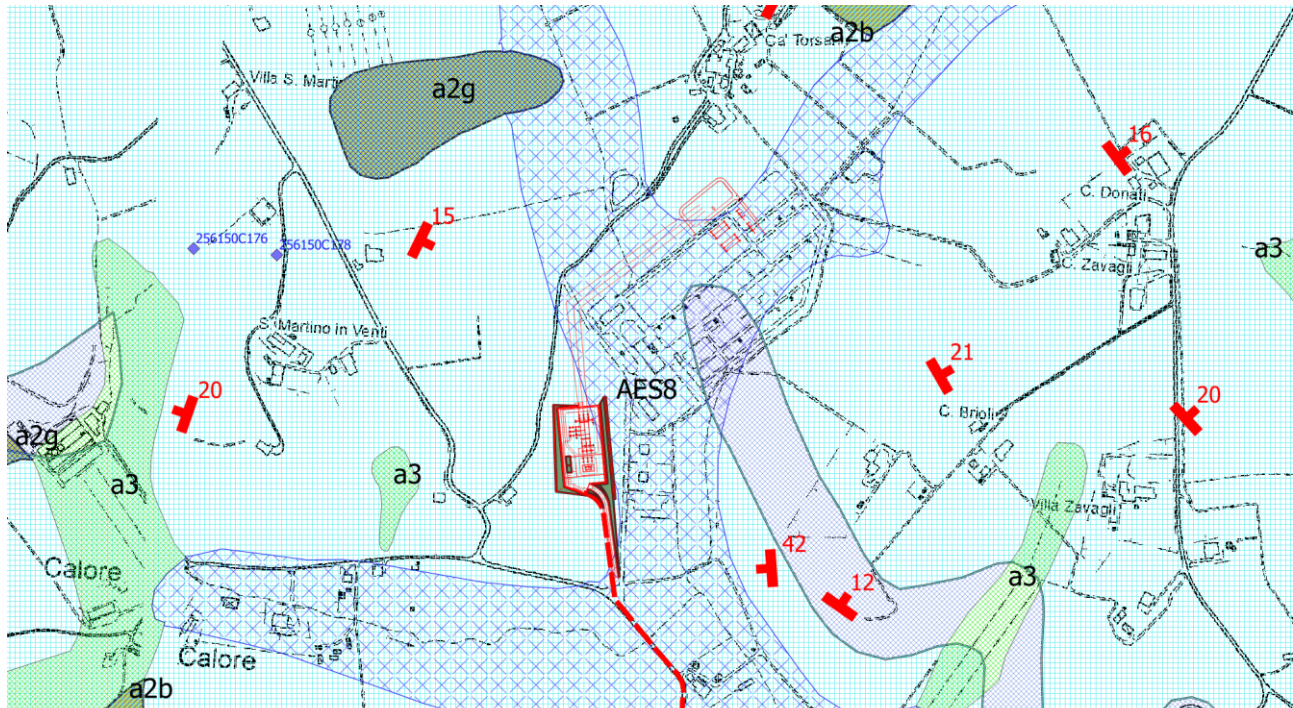
6.2 Zona in prossimità della stazione di transizione cavo-aereo

La zona di intervento è morfologicamente posta alla base dei versanti collinari che presentano pendici a modesta acclività ed esposizione verso i quadranti sud orientali; geologicamente si trova in una zona di transizione tra i depositi alluvionali (AES8 – Subsistema di Ravenna), caratterizzati da limi argillosi e sabbiosi, e la formazione geologica Pliocenica delle Argille Azzurre (FAA) caratterizzata da argille marnose e siltose con rara presenza di livelli arenitici. La stratificazione mostra inclinazione di circa 15° ed immersione verso SE determinando una giacitura a franappoggio-traverpoggio per i versanti presenti a nord ed ovest della centrale.



Figura 6.1 – Ripresa fotografica della zona dove è prevista la realizzazione della stazione a terra.

Le indagini di cui si ha la disponibilità dei report, sono rappresentate da due prove penetrometriche statiche a punta meccanica (codici 256150C178 e 256150C176) che, seppur non troppo vicine alla zona di intervento, permettono di caratterizzare i litotipi della formazione geologica in posto. Si tratta di depositi compatti (resistenza all'avanzamento della punta del penetrometro -qc- generalmente superiori a 50 kg/cm²), con localmente, la presenza di depositi di alterazione eluvio-colluviali meno consistenti che possono raggiungere spessori anche non trascurabili (cfr. prova 256150C176 dove la copertura eluvio-colluviale risulta di circa 7 mt).



Direzione ed inclinazione strati

0 100 200 m

COPERTURE QUATERNARIE

- a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento
- a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango
- a2g - Deposito di frana quiescente complessa
- a3 - Deposito di versante s.l.
- AES8 - Subsistema di Ravenna

UNITA' GEOLOGICHE

- FAA - Argille Azzurre
- FAAap - Argille Azzurre - litofacies arenaceo-pelitica

P.A.I. Rischio frana

- Aree da assoggettare a verifica

Indagini Geognostiche ER

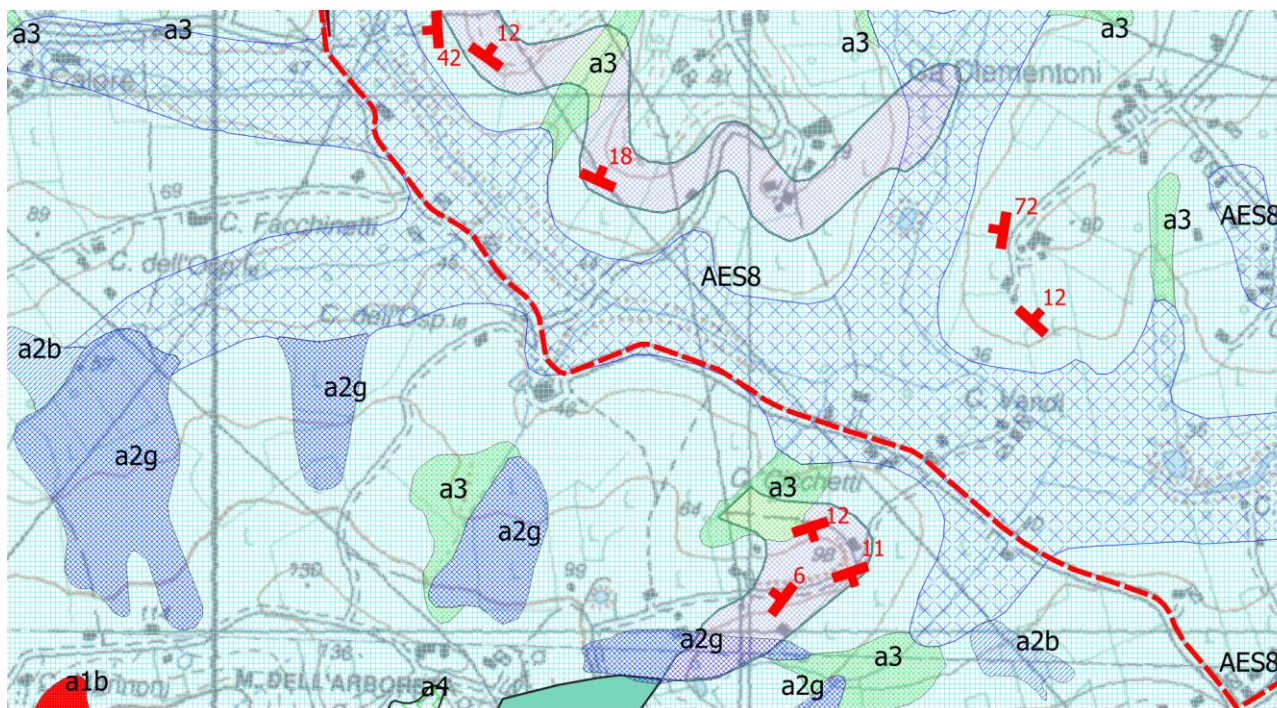
- prova CPT con punta meccanica

Figura 6.2 – Carta di sintesi della zona dove è prevista la realizzazione della stazione a terra.

6.3 Zona compresa tra la stazione a terra e via Santa Aquilina

Nella zona il cavidotto segue il percorso di via San Martino in Venti; morfologicamente si tratta di una zona di fondo valle con il fosso principale (che fa parte del sistema idraulico dell'Ausa) che scorre a distanze variabili tra circa 50 e 200 metri a valle della strada. Geologicamente, in gran parte del tratto, in superficie sono presenti i litotipi attribuibili alle coperture quaternarie derivanti dalla dinamica fluviale che

presumibilmente sono litologicamente costituite da limi argillosi sabbiosi tipici di piana inondabile (AES8); solo gli ultimi 500 metri, dove la strada aumenta un poco di quota, il cavidotto incide i depositi argilloso limosi della formazione geologica delle "Argille Azzurre" (FAA). Il cavidotto non interessa zone di rischio indicate dal P.A.I. né depositi in frana così come individuati dalla Carta Geologica Regionale.



Direzione ed inclinazione strati

0 150 300 m

COPERTURE QUATERNARIE

- a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento
- a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento
- a2g - Deposito di frana quiescente complessa
- a3 - Deposito di versante s.l.
- a4 - Deposito eluvio-colluviale
- AES8 - Subsistema di Ravenna

UNITA' GEOLOGICHE

- FAA - Argille Azzurre
- FAAap - Argille Azzurre - litofacies arenaceo-pelitica
- FAAMc - Argille Azzurre - litofacies delle marne di Corpoli²

Figura 6.3 – Carta di sintesi della zona di posa del cavidotto tra la stazione a terra e via Sant'Aquilina.

Morfologicamente le discontinuità caratterizzanti la zona considerata sono date dalle incisioni dei corsi d'acqua che drenano i versanti a monte della strada, con alvei generalmente orientati da O-SO che si immettono nel fosso principale.



Figura 6.4 – Ripresa fotografica di un attraversamento sotto via San Martino in Venti di uno dei corsi d’acqua presenti.

Nell’ultima parte del tratto considerato, dove sono presenti i litotipi della formazione geologica delle “Argille Azzurre”, a valle delle strada i campi coltivati presentano un andamento a rigonfiamenti e avvallamenti tipico delle zone interessate da lenti movimenti della parte superficiale del terreno (creep).



Figura 6.5 – Ripresa fotografica con evidenziata, a valle della strada, la zona interessata dai fenomeni di creep.

6.4 Zona di Via Sant'Aquilina fino al punto di realizzazione della T.O.C. sotto l'alveo dell'Ausa

Il cavidotto verrà installato seguendo il percorso stradale che si sviluppa in una zona morfologicamente rilevata rispetto a quelle poste a NO e SE dove rispettivamente scorrono la "Fossa Budriale" ed il Torrente Ausa i cui alvei incisi rappresentano le discontinuità più rilevanti della zona; i sopralluoghi non hanno evidenziato processi gravitativi che interessano la strada e neppure le cartografie (P.A.I. e Carta Geologica Regionale) evidenziano criticità. Geologicamente il percorso interessa i depositi alluvionali di fondo valle (AES8) ed i litotipi della formazione marina della "Argille Azzurre" (FAA).

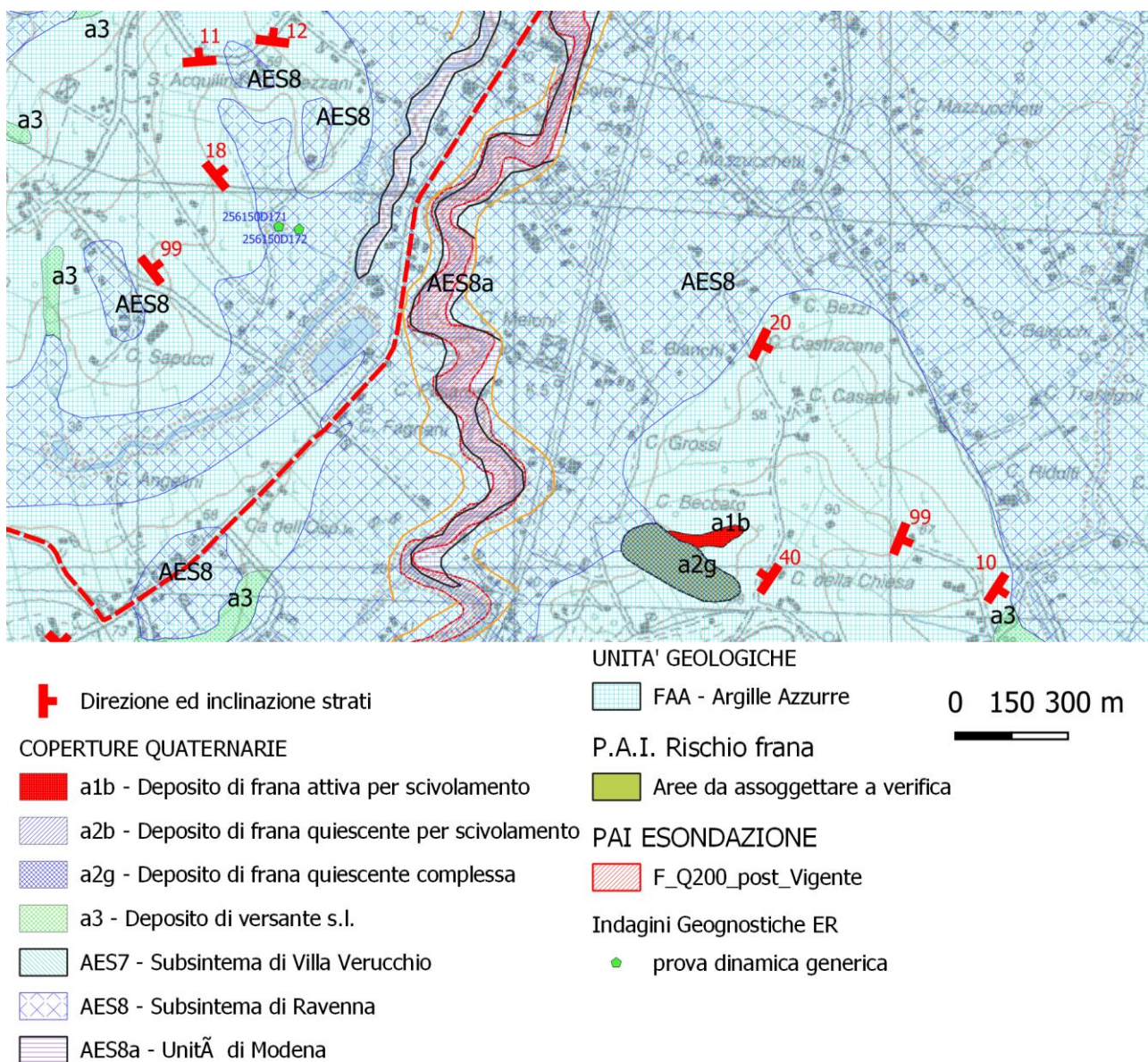


Figura 6.6 – Carta di sintesi della zona di posa del cavidotto lungo via Sant'Aquilina.

Le indagini di cui si ha la disponibilità dei report sono rappresentate da due prove penetrometriche dinamiche (codici 256150D171 e 256150D172); si tratta di prove penetrometriche dinamiche "leggere" (maglio 30 kg) che mostrano fino a circa 8 metri, un numero di colpi generalmente inferiore a 5 per l'avanzamento di 10 cm

di punta, indicando litotipi da poco a mediamente consistenti; inferiormente (la prova più profonda è stata terminata a 9 m di profondità) la resistenza all'avanzamento aumenta (numero di colpi superiore a 10).

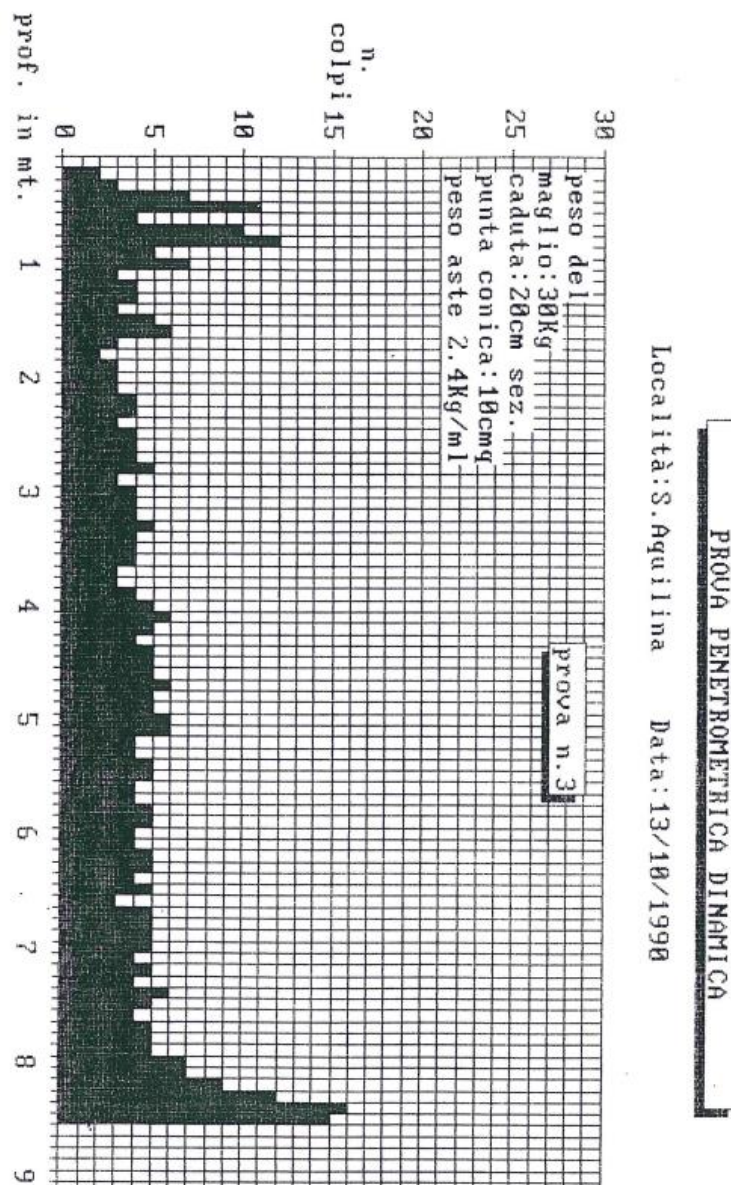
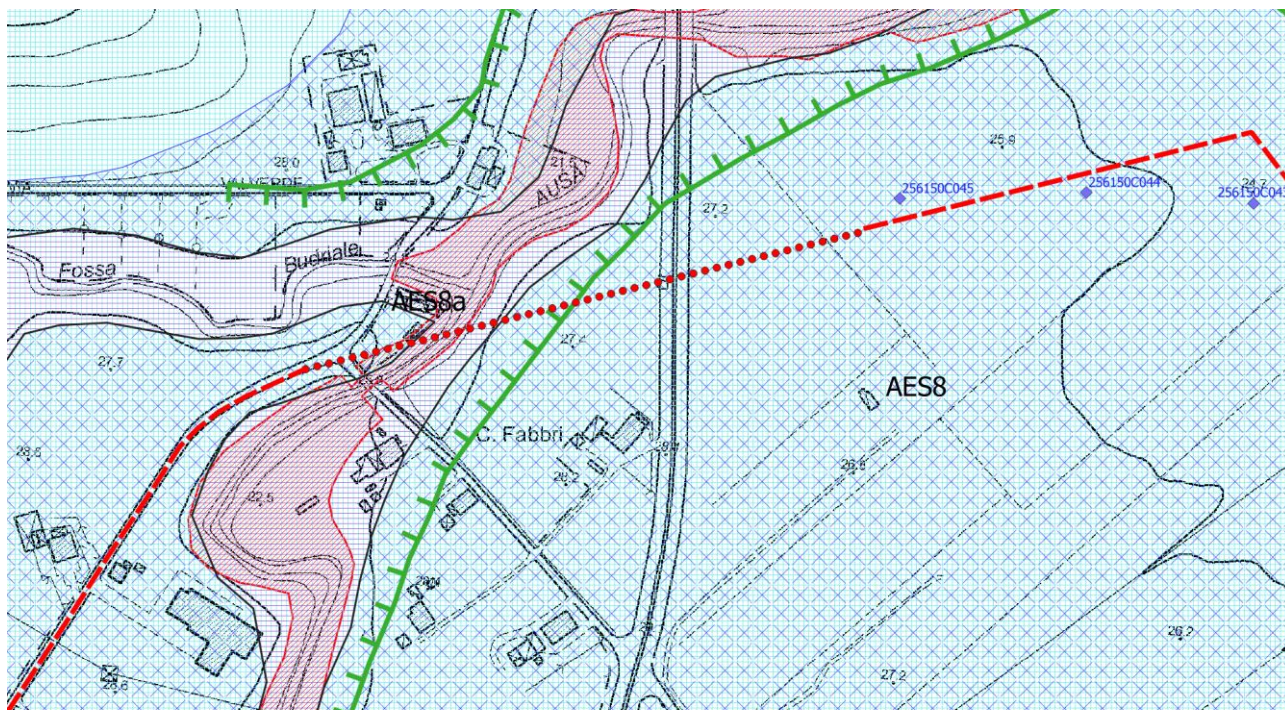


Figura 6.7 – Diagramma penetrometrico prova n° 256150D171

6.5 Zona di attraversamento del Torrente Ausa mediante la realizzazione di una T.O.C.

Elemento caratterizzante la zona dal punto di vista morfologico è l'alveo inciso del Torrente Ausa che poco a valle della zona di attraversamento si unisce a quello della Fossa Budriale. In destra idraulica è presente un'ampia superficie subpianeggiante; l'entrata e l'uscita della Trivellazione Orizzontale Controllata, avverrà nei depositi delle coperture quaternarie, in particolare nelle alluvioni del Sintema di Ravenna (AES8) senza interferire con le perimetrazioni di rischio idraulico indicate nel P.A.I.



Indagini Geognostiche ER

COPERTURE QUATERNARIE

AES8 - Subsistema di Ravenna

AES8a - Unità di Modena

UNITA' GEOLOGICHE

FAA - Argille Azzurre

PAI ESONDAZIONE

F_Q200_post_Vigente

♦ prova CPT con punta meccanica

— orlo di terrazzo fluviale

••••• TOC AUSA

--- CAVIDOTTO

0 50 100 m

Figura 6.8 – Carta di sintesi della zona di posa nei pressi del Torrente Ausa.

Le indagini di cui si ha la disponibilità dei report sono rappresentate da tre prove penetrometriche statiche CPT (codici 256150C043, 256150C044 e 256150C045) realizzate nella piana alluvionale ad est rispetto alla Strada Statale n°72.

Le prove sono state spinte fino a profondità di poco superiori ai 10 metri, i valori di resistenza all'avanzamento della punta (qc) indicano litotipi da poco a mediamente compatti, con i livelli meno resistenti presenti negli intervalli di profondità circa tra 3 e 4 m e 8 e 9 m di profondità. I rapporti tra resistenza all'avanzamento della punta e del manicotto del penetrometro permettono di affermare che la natura

litologica dei terreni incontrati è prevalentemente argilloso limosa. Al di sotto dell'alveo è possibile uno spessore di depositi a granulometria più grossolana legati alla dinamica attuale del corso d'acqua.

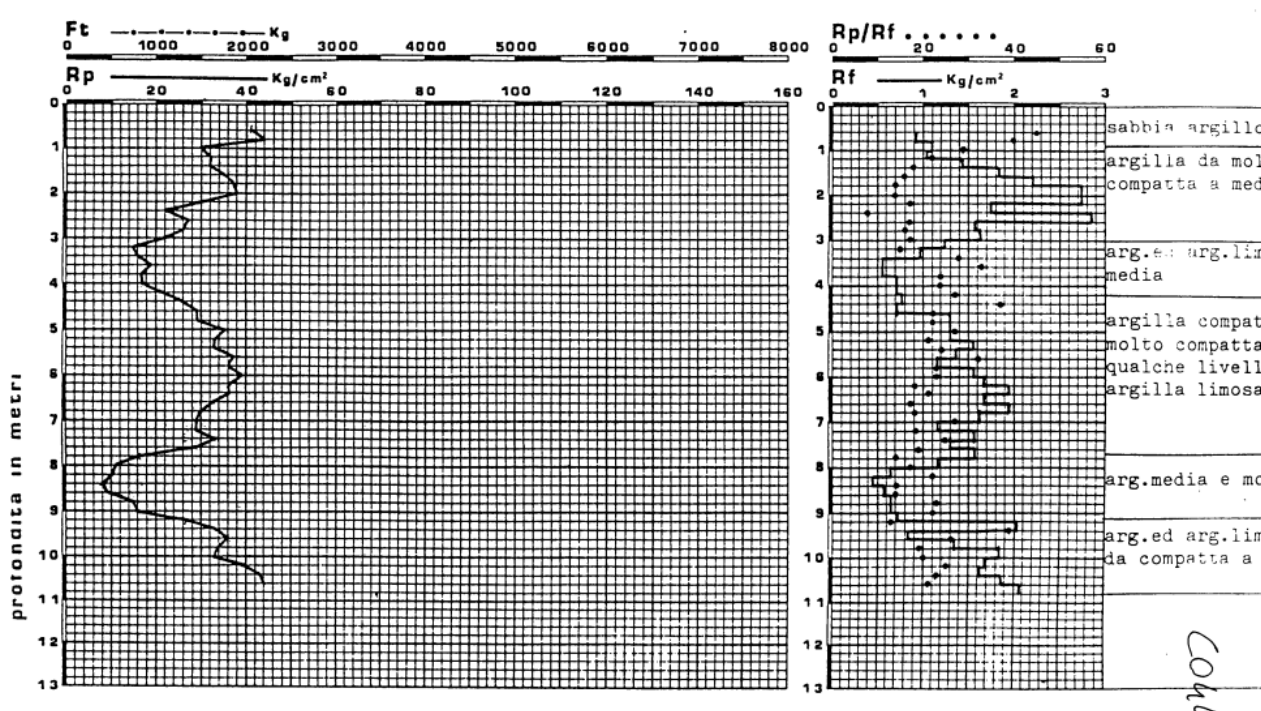


Figura 6.9 – Diagramma penetrometrico prova n° 256150C044.

6.6 Zona percorso tra via Maceri e Via Montescudo

Il cavidotto si sviluppa seguendo le sedi stradali in una zona subpianeggiante posta in dx idraulica al Torrente Ausa che viene costeggiato per un tratto di circa 250 metri; in tale tratto il corso d'acqua presenta un alveo che scorre a quote di circa 14 mslm, mentre la sede stradale si trova ad almeno 8 metri più in alto, escludendo la possibilità di essere raggiunta dalle acque di esondazione.

Altro elemento geomorfologico da annotare è la presenza, poco ad est dell'immissione di Via Maceri in Via Montescudo, dell'incisione di un tributario del T.Ausa.



Figura 6.10 – Foto dell'alveo del fosso, affluente in Dx del T.Ausa, e sottopasso sotto la sede stradale di Via Maceri.

Dal punto di vista geologico tutto il tratto interessa i depositi delle coperture quaternarie, in particolare delle alluvioni del Sintema di Ravenna (AES8) e dell'Unità di Modena (AES8a) che sono generalmente caratterizzate dalla presenza di depositi per lo più limoso-argillosi.

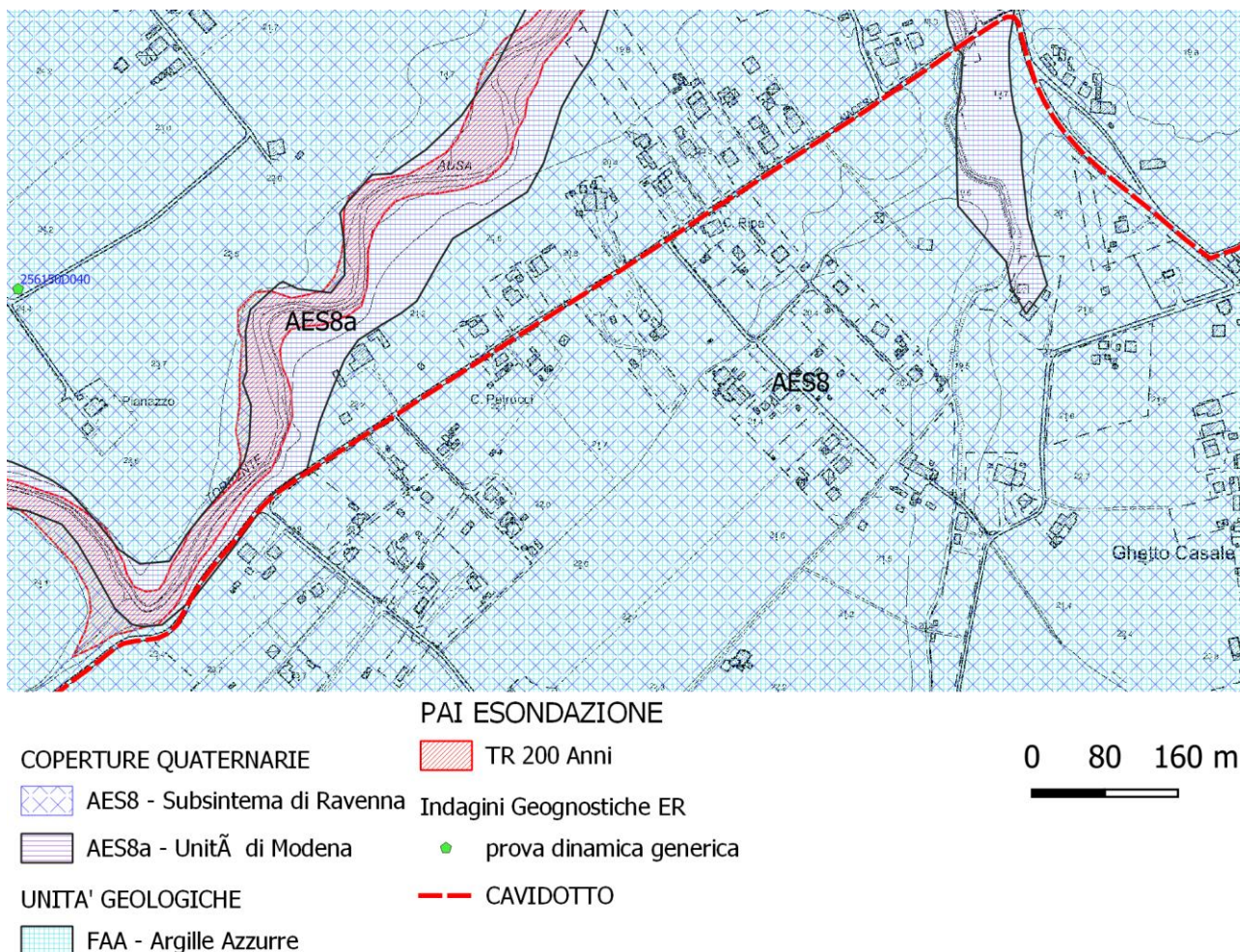


Figura 6.11 – Carta di sintesi della zona tra Via Maceri e via Montescudo.

6.7 Zona percorso via Cà del Drago – via Cà Sabbioni – via Monte l'Abbate

Morfologicamente il tratto è caratterizzato dal superamento del rilievo su cui sorge la frazione di San Martino Monte l'Abbate; si tratta di una collina con modesta energia di rilievo geologicamente caratterizzata dalla presenza dei litotipi argilloso-limoso compatti della formazione geologica delle "Argille Azzurre" (FAA) che qui presentano stratificazione verticale e che si elevano rispetto ai depositi alluvionali circostanti (AES8). Il percorso del cavidotto interferisce con un deposito che la carta geologica regionale indica come "di versante" (a3) che si trova in corrispondenza di un modesto impluvio nel versante occidentale della collina; il sopralluogo eseguito non ha evidenziato la presenza di indizi che fanno supporre attualmente una tendenza evolutiva in atto.

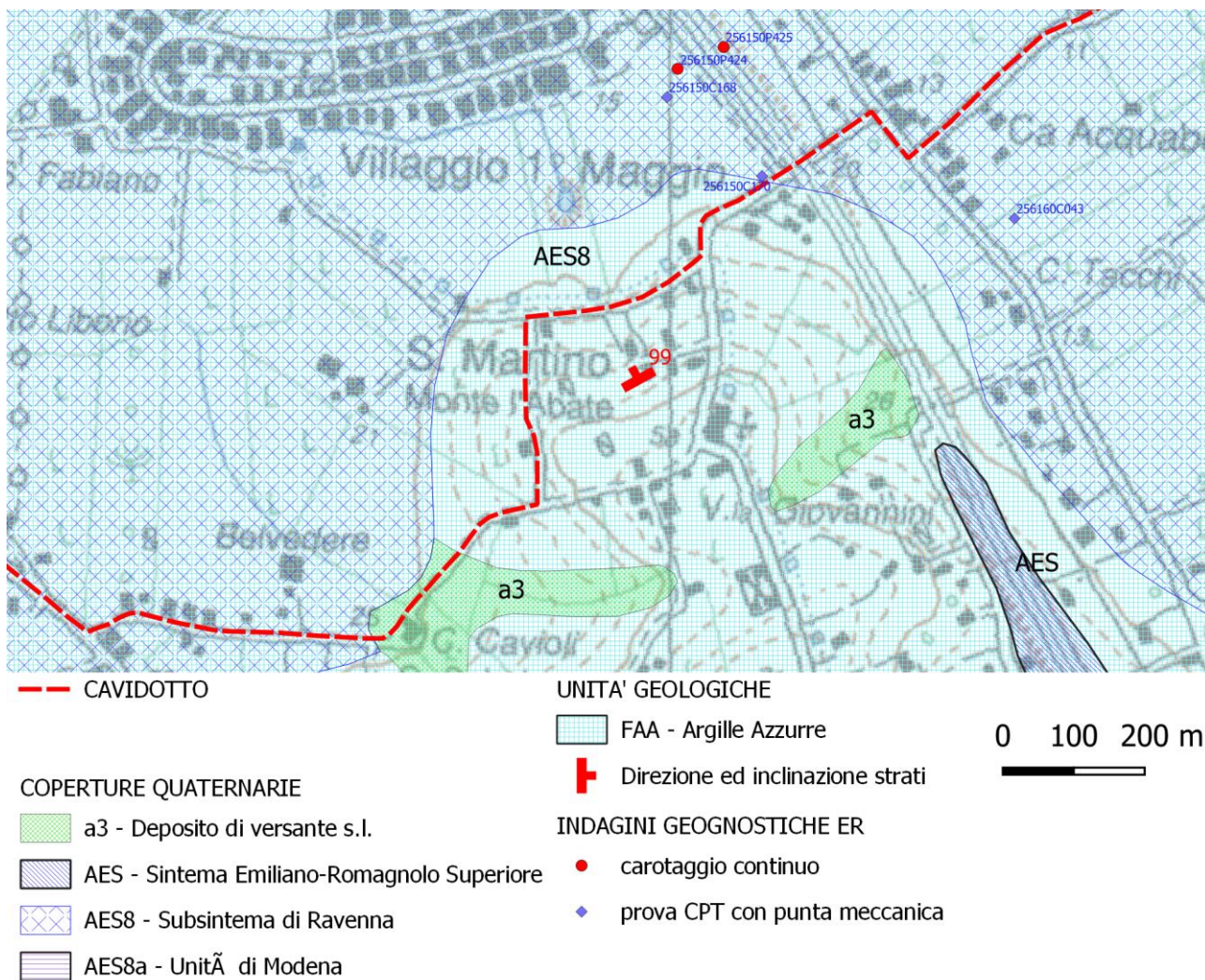


Figura 6.12 – Carta di sintesi della zona tra Via Cà del Drago e Via Monte l’Abbate.

Sono numerosi i report delle indagini disponibili per la zona in oggetto, purtroppo tutte concentrate nelle porzioni di territorio interessate dalle coperture quaternarie. In particolare la prova penetrometrica statica n°25615C170 è stata realizzata in prossimit  del passaggio del cavidotto nella zona di contatto tra i depositi pliocenici e le alluvioni. I valori registrati mostrano un livello superiore (fino a circa 3 m di profondit ) caratterizzata da litotipi mediamente consistenti (q_c medio circa 25 kg/cm^2), inferiormente fino alla fine della prova (22 m) i litotipi sono generalmente compatti con valore medio di q_c di circa 40 kg/cm^2 . Informazioni sulla litologia possono essere dedotte dai log stratigrafici dei sondaggi (riferimenti 256150P424 e 256150P425) che mostrano fino a 40 m di profondit  la presenza di depositi prevalentemente coesivi (argille limose e limi argillosi in prevalenza) con subordinati livelli centimetrici a contenuto sabbioso.

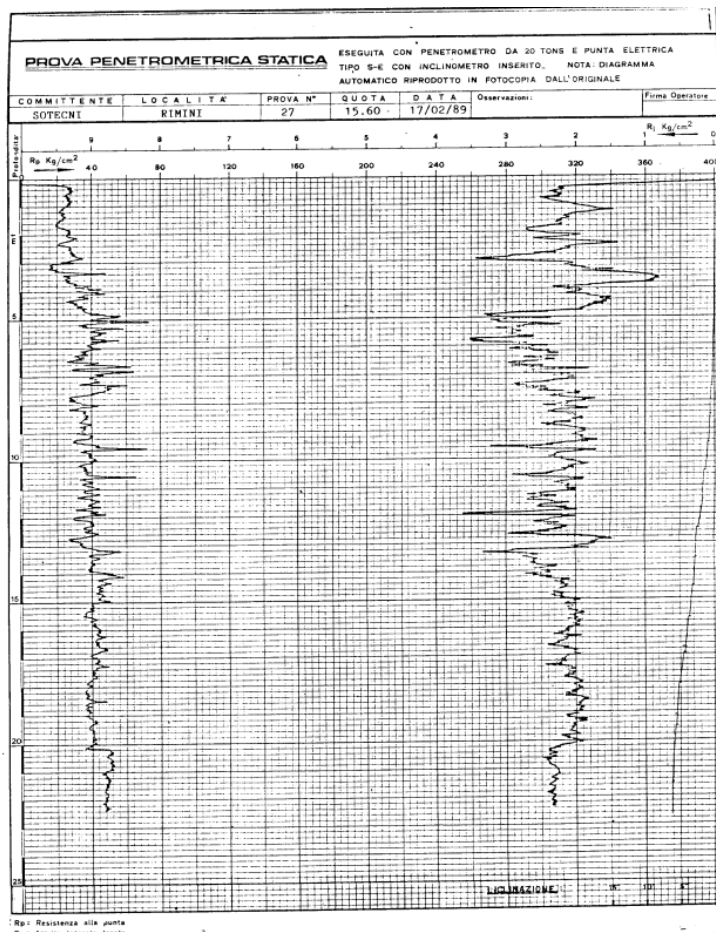


Figura 6.13 – Diagramma penetrometrico prova n° 256150C170

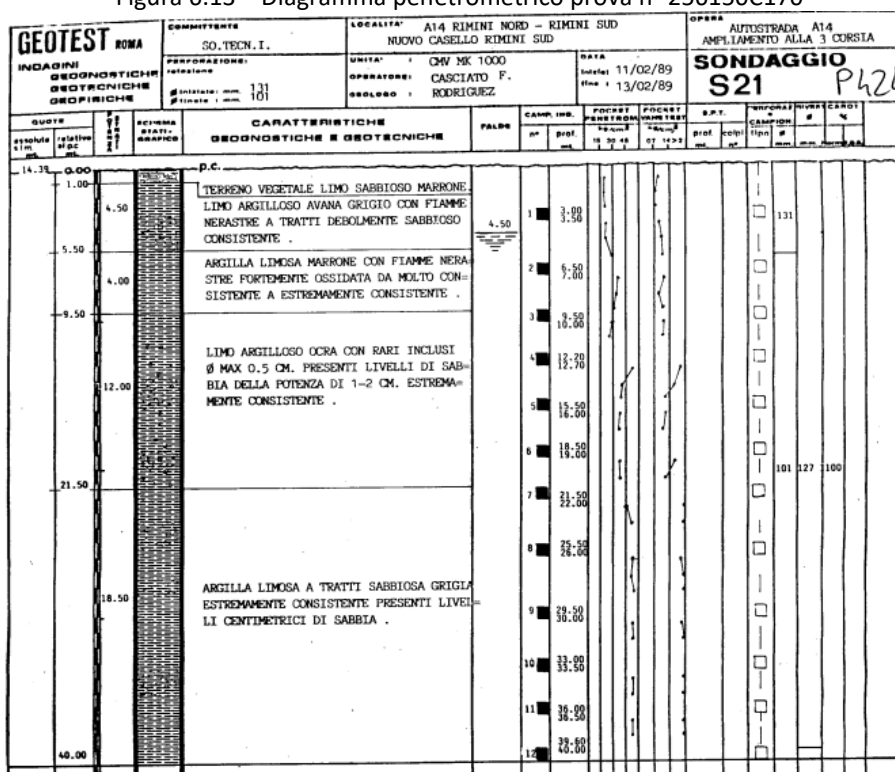


Figura 6.14 – Log stratigrafico sondaggio n° 256150P424

6.8 Zona percorso via Monte l'Abbate – via Mellucci

Il tratto si sviluppa integralmente nella piana alluvionale, dove le pendenze sono trascurabili e le discontinuità sono essenzialmente imputabili ad attività antropica. Il cavidotto interessa i depositi alluvionali (AES8) e non sono segnalati ambiti di pericolosità geologica o geomorfologica.

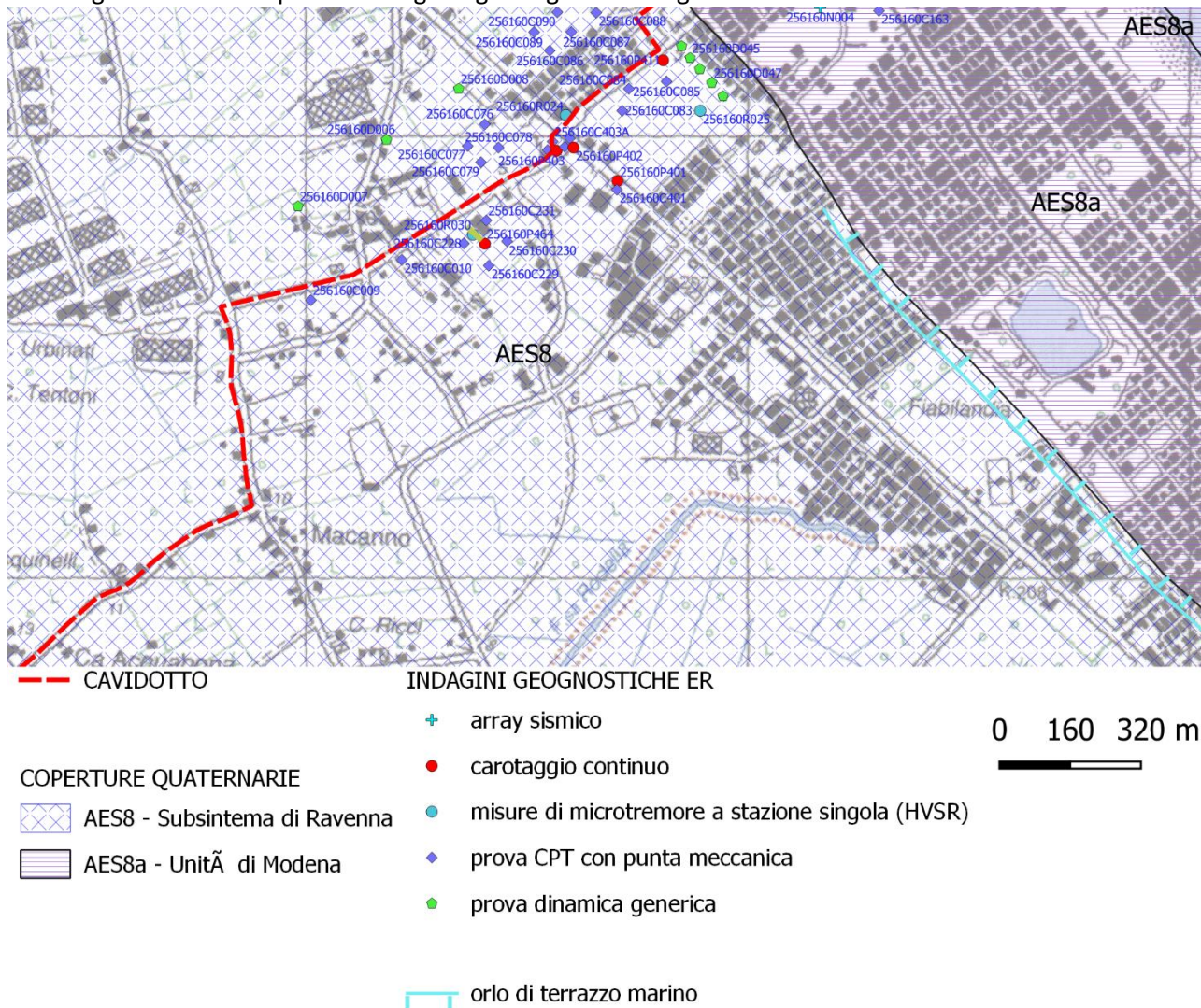


Figura 6.15 – Carta di sintesi della zona tra Via Monte l'Abbate e Via Mellucci.

Numerosi sono i report delle indagini disponibili soprattutto per la porzione nord dove è stata più intensa l'attività di edilizia negli ultimi decenni.

Le prove eseguite indicano che localmente i depositi possono essere anche poco consistenti (ad esempio prova penetrometrica statica n°256160C009) con valori di resistenza all'avanzamento della punta di circa 5 kg/cm². La litologia è per lo più coesiva (argille limose prevalenti).

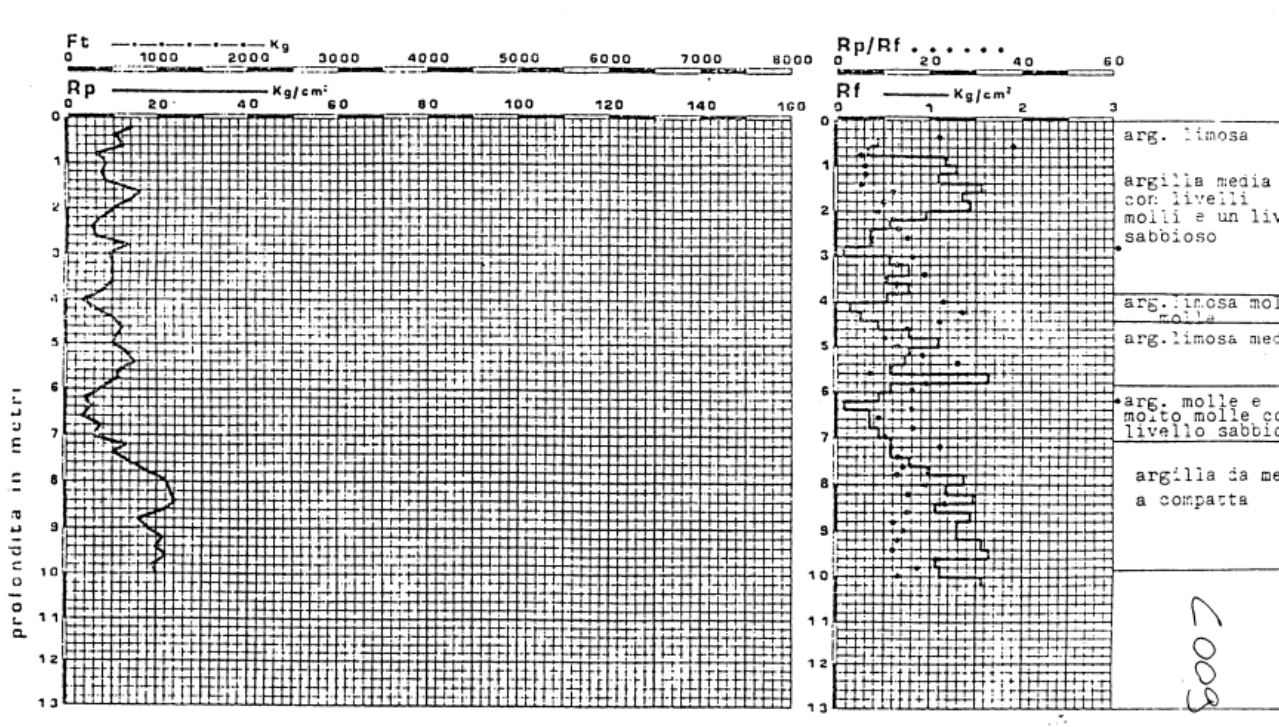


Figura 6.16 – Diagramma penetrometrico n°256160C009

Le prove geofisiche eseguite indicano che la velocità delle onde di taglio assumono nei primi 30 metri di profondità valori generalmente compresi tra 200 e 300 m/sec.

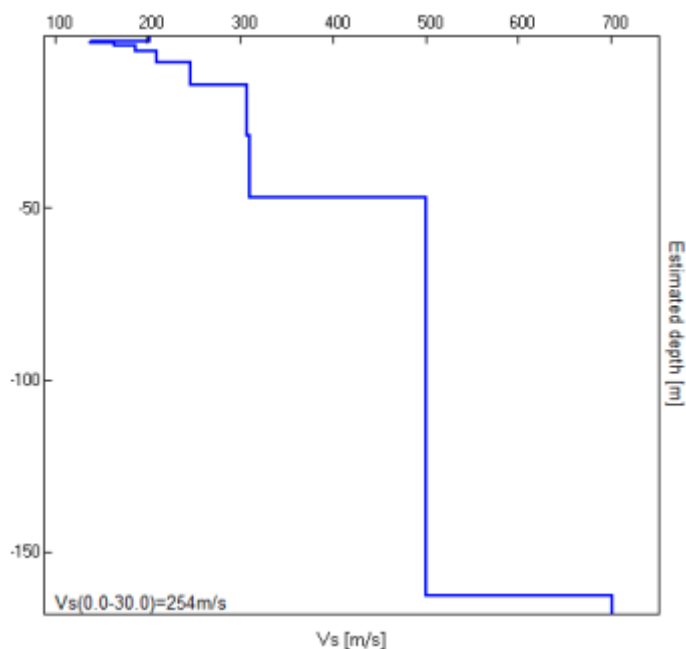


Figura 6.17 – Andamento della velocità delle onde S con la profondità – da report di prova di microtremore n°256160R030

In alcuni dei log dei sondaggi eseguiti è riportata la profondità del livello di falda che risulta presente tra 2 e 3 m di profondità dal piano campagna.

6.9 Zona costiera (attraversamento T.O.C.)

Il tratto si sviluppa nella piana costiera, dove le pendenze sono trascurabili e le discontinuità sono essenzialmente imputabili ad attività antropica (costruzioni e rilevato ferroviario). Il cavidotto interessa i depositi quaternari (AES8a) e non sono segnalati ambiti di pericolosità geologica o geomorfologica.

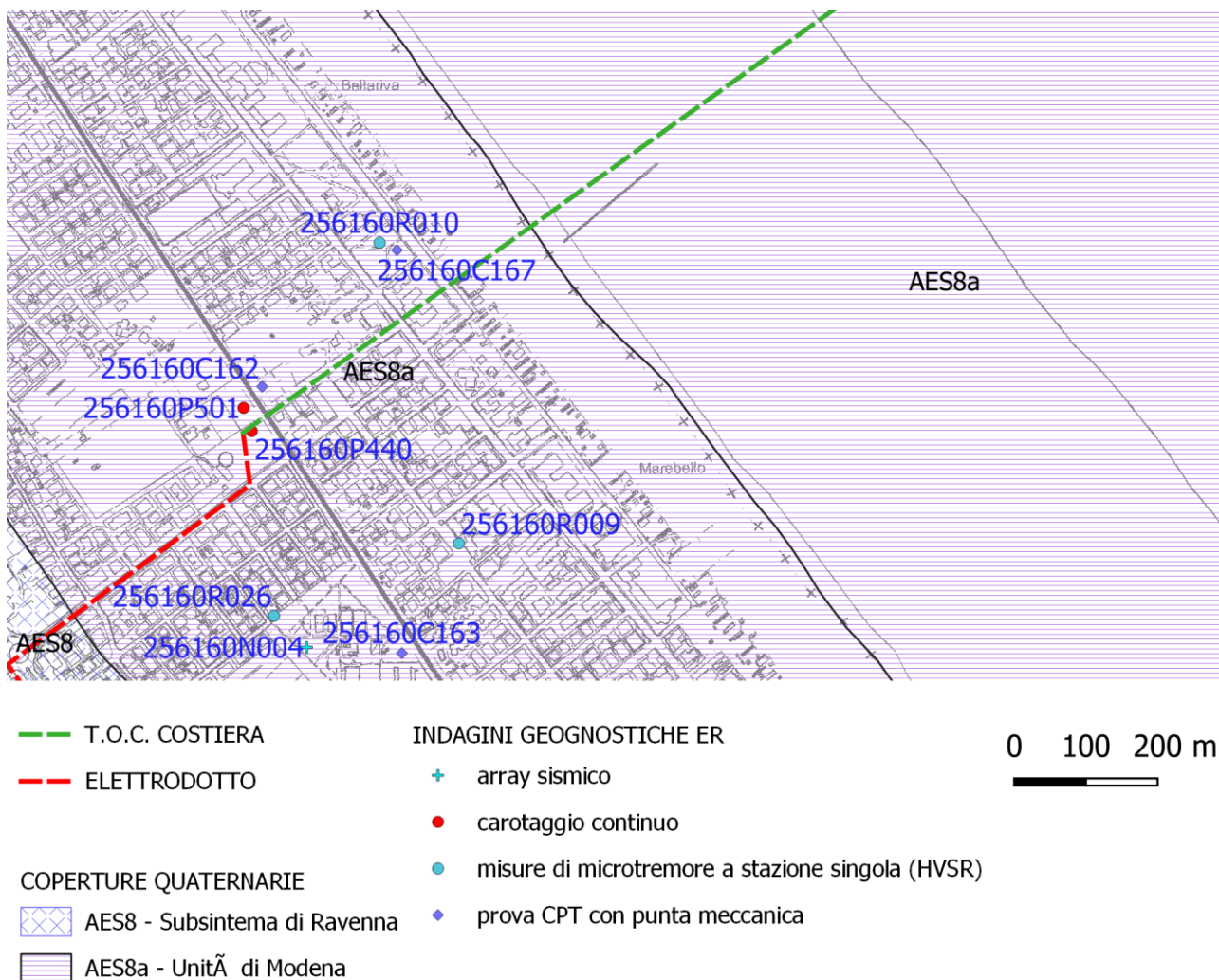


Figura 6.18 – Carta di sintesi della zona costiera.

Sono diversi i report delle indagini che permettono una caratterizzazione litostratigrafica della zona. Rispetto alla piana alluvionale più interna in questa zona è generalmente presente uno spessore di depositi superficiali granulari (per lo più sabbiosi) dello spessore di circa 7 mt (cfr indagine n°256160P440 ad esempio) ed inferiormente un'alternanza di livelli coesivi e granulari funzione delle fasi trasgressive e regressive.

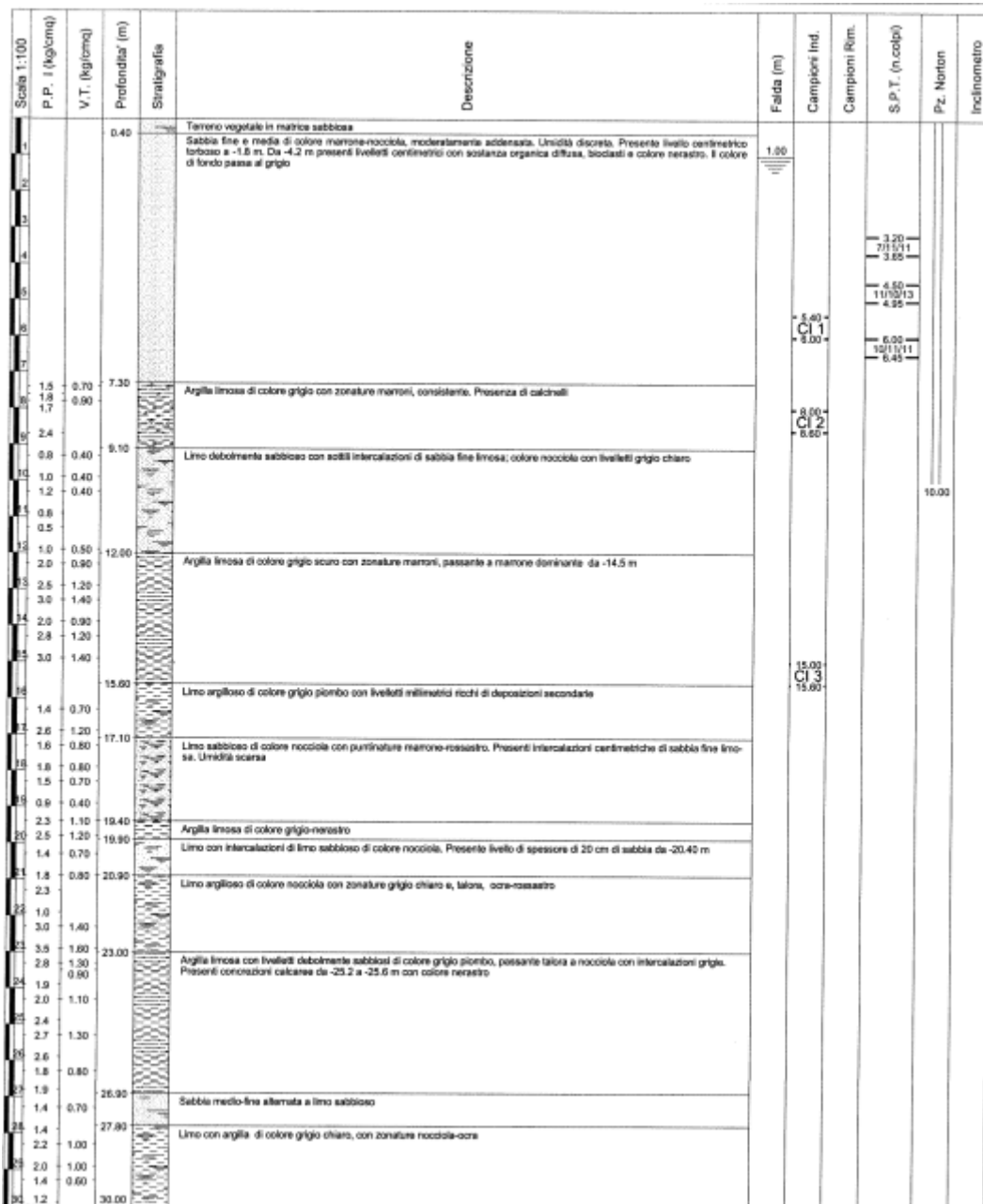


Figura 6.19 – Report sondaggio n°256160P440 .

L’andamento stratigrafico indicato nel report del sondaggio n. 256160P440, realizzato a monte della ferrovia trova riscontro anche nella prova penetrometrica statica n°256160C167, (che è la prova che è stata realizzata nella zona più prossima alla costa tra quelle considerate): i rapporti tra resistenza all’avanzamento della punta e all’avanzamento del manicotto (che forniscono indicazioni sulla litologia attraversata) indicano una prevalenza di depositi sabbiosi fino a circa 8 m di profondità a cui segue un alternanza di livelli coesivi e granulari.

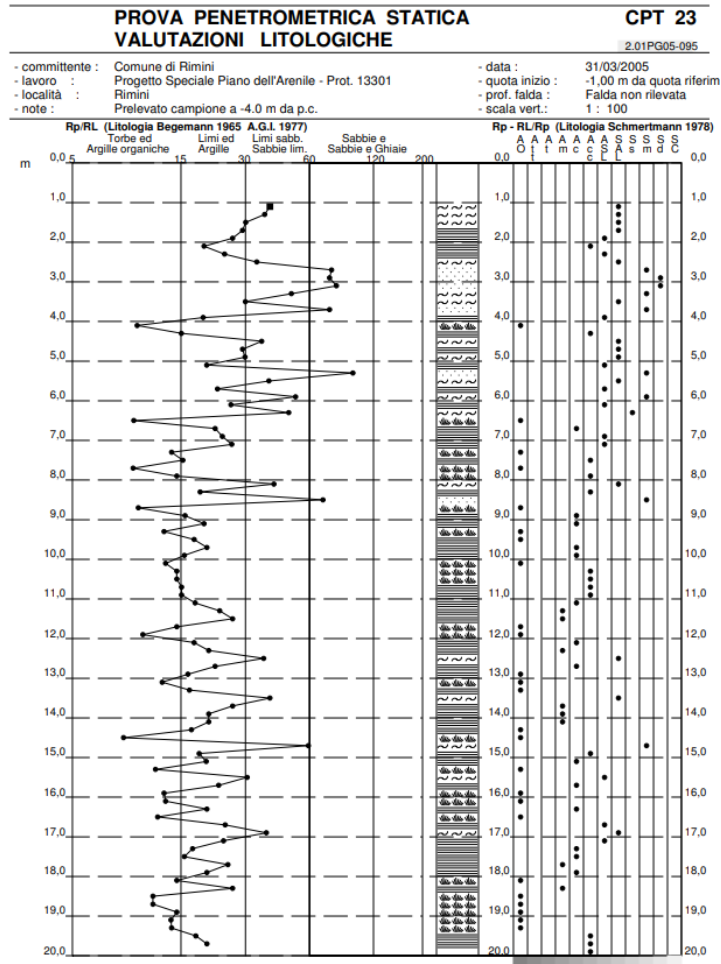


Figura 6.20 – Valutazioni litologiche contenute nel report della prova n. 256160C167 .

6.10 Zona a mare

L'area di installazione degli aerogeneratori è compresa in una fascia di mare distante dalla costa tra circa 13 e 33 km ed in cui la profondità del fondo varia circa tra 15 e 45 metri (considerando sia il layout A che il B) le informazioni stratigrafiche litologiche disponibili sono fornite come detto dai log delle trivellazioni petrolifere eseguite nel passato nella zona; nella figura seguente vengono indicate quelle maggiormente utilizzabili per vicinanza con le zone di installazione.

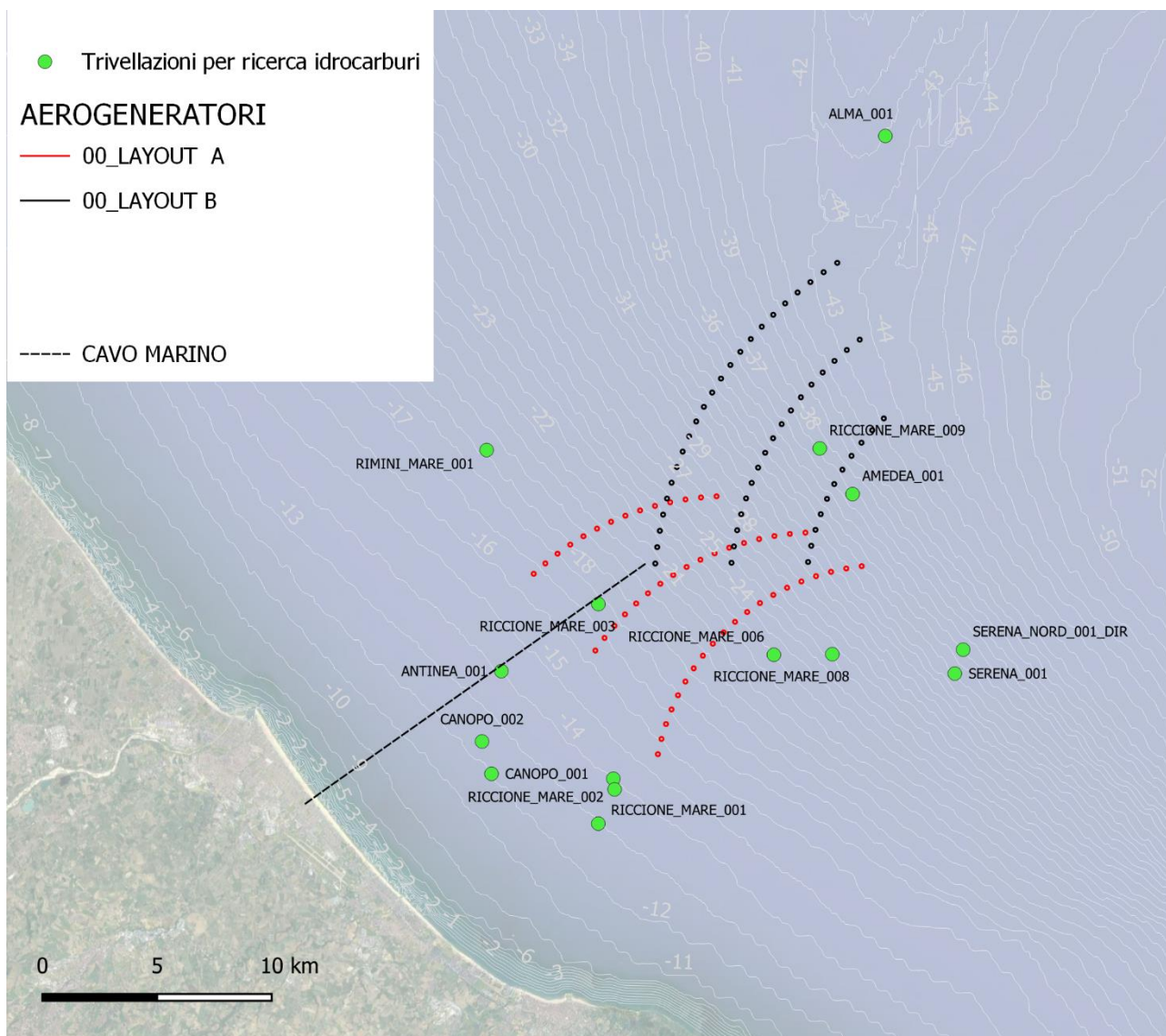


Figura 6.21 – Posizione delle trivellazioni petrolifere eseguite in passato nella zona di installazione degli aerogeneratori.

Le perforazioni, essendo state realizzate per tutt'altro fine, forniscono delle informazioni utilizzabili solo sommariamente per la caratterizzazione litologico-geotecnica del fondo marino per la realizzazione delle opere di fondazione dei manufatti. Una descrizione sommaria viene a volte riportata nei logs stratigrafici, assieme a retini che descrivono la stratigrafia e la natura litologica dei cuttings (frammenti del materiale tivellato portato in superficie dai fanghi di perforazione).

Nella tabella seguente vengono riassunte le informazioni desumibili dai report di ciascuna perforazione limitatamente ai primi cento metri a partire dal fondo marino.

| Nome pozzo petrolifero | Informazioni da cuttings | Informazioni da descrizione stratigrafia |
|-------------------------------|---|--|
| Canopo 001 | Nessuna informazione riportata per i 20 mt più superficiali a partire dal fondo marino (f.m.) poi 10 mt argilla a cui segue argilla e sabbia fino ad oltre 100 mt | Parte da 45 mt dal f.m. e viene descritta come "argille siltose sabbiose con intercalazioni di sabbie con ciottoli sparsi" fino ad oltre 100 mt da f.m. |
| Canopo 002 | Nessuna informazione riportata per i primi 40 mt da f.m. poi argille sabbiose fino ad oltre 100 mt | |
| Riccione mare 002 | Nessuna indicazione per le profondità fino a 100 mt da f.m. | |
| Riccione mare 012 | | Sabbia non consolidata con argilla e macrofossili |
| Riccione mare 001 | | Argille sabbiose e sabbie a grana fina fino a circa 90 mt poi sabbie con ciottoli |
| Antinea 001 | Nessuna informazioni fino a circa 10 m di profondità da f.m. poi argilla e sabbia | |
| Riccione mare 003 | | "Argille tenere plastiche grigie leggermente sabbiose con piccoli ciottoli sparsi" |
| Riccione mare 006 | | Dal f.m. fino a 30 mt sabbia poi 42 metri di argilla sabbiosa poi 15 di sabbia poi ancora argilla sabbiosa. |
| Riccione mare 008 | | Da f.m. a 20 mt sabbie poi 5 metri di argille a cui seguono 15 mt di sabbie argillose, 5 mt di argille, 8 mt di sabbie argillose, 3 mt di argille, 12 m di sabbie argillose, 3 m di argille, 8 di sabbie argillose e poi argille sabbiose. La descrizione globale riportata per l'intervallo di profondità è "Sabbie con intercalazioni di argille grigie" |
| Rimini mare 001 | Nessuna informazione fino a 24 m di profondità da f.m., quindi argilla siltosa e sabbiosa per 40 mt, inferiormente prevalenza di sabbie su argille sabbiose fino a 80 mt poi di nuovo prevalenti argille sabbiose e siltose | |
| Amedea 001 | Nessuna indicazione per le profondità fino a 100 mt da f.m. | |
| Riccione mare 009 | Nessuna indicazione per le profondità fino a 100 mt da f.m. | |
| Serena 001 | Nessuna informazione per i primi 70 mt da f.m. poi argilla. Nessuna informazione scritta, ma desunta dai retini ad ogni modo molto più in profondità con il medesimo retino per i cuttings la stratigrafia è descritta come "Sabbie fini e finissime con intercalazioni di argilla e argilla siltosa" | |
| Serena 001 nord dir | Nessuna informazione per 60 mt da f.m. poi sabbia prevalente su argilla. Da retino stratigrafico...nessuna informazione scritta ad ogni modo molto più in profondità con il medesimo retino per i cuttings la stratigrafia è descritta come "Sabbie medio fini con intercalazioni di argilla e argilla siltosa" | |

Tabella 6.1 —Informazioni disponibili sulle perforazioni

Con le informazioni disponibili non risulta possibile procedere ad una descrizione di dettaglio della litologia sia in senso verticale che come variabilità areale. Ad ogni modo sembra che la prevalenza, fino alla profondità

considerata (100 metri dal fondo marino), sia quella dei depositi sabbiosi fini con argilla. E' presumibile, in considerazione della dinamica ed ambiente deposizionale di tali sedimenti, appartenenti ad una fase regressiva di stazionamento alto in facies di prodelta e piattaforma (argille e silt argillosi) e ad una trasgressiva di deposizione marina (sabbie e peliti di piattaforma) che, soprattutto nei primi 10/20 metri di profondità tali depositi siano scarsamente addensati/consistenti.

In questa fase la caratterizzazione geotecnica non potrà avvenire che considerando parametri di riferimento desunti dalla bibliografia e da precedenti indagini eseguite su litologie simili ed utilizzando valori cautelativi che poi dovranno essere confermati/modificati a seguito di indagini geognostiche puntuali da eseguire in ciascun punto di installazione. Per le ipotesi progettuali preliminari, come successione stratigrafica di riferimento si può fare riferimento a quanto indicato nel Foglio NL 33-10 "Ravenna" della Carta Geologica dei Mari Italiani"; in particolare alla sezione B-B che mostra l'andamento dei depositi subacquei nella zona antistante Rimini.

Esagerazione verticale 250X

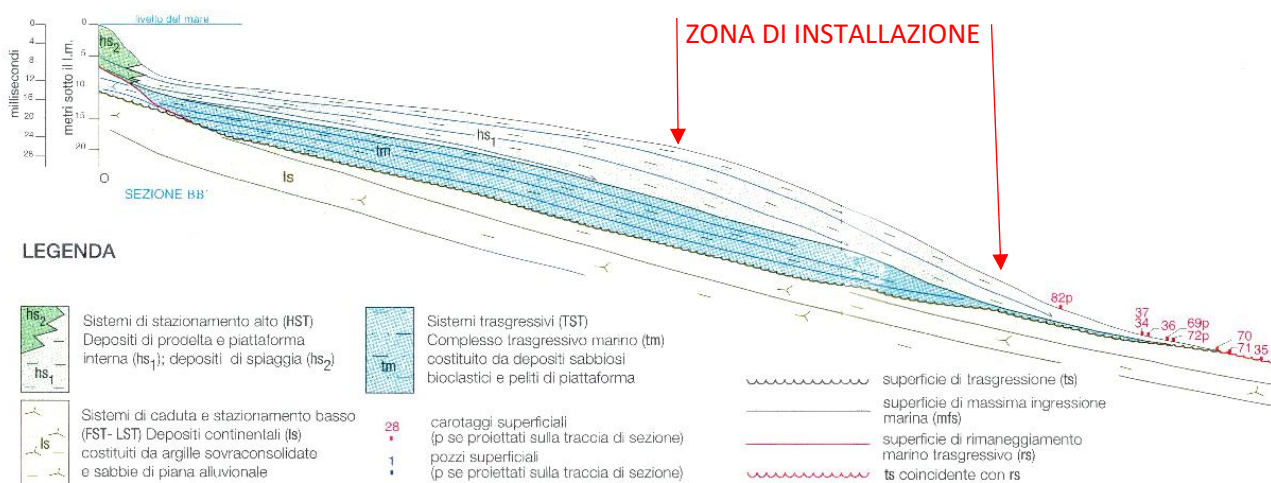


Figura 6.22 – Sezione B-B' indicante la successione sedimentologica dei depositi di superficie nella zona del fondo marino antistante Rimini (da Foglio NL 33-10 "Ravenna" della carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000).

7 CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DI ORIENTAMENTO

7.1 Premessa

Per la determinazione delle caratteristiche stratigrafiche, litologiche e geomeccaniche del sottosuolo interessato dalle opere previste sia a terra che a mare, in questa fase, non si è provveduto a realizzare indagini geognostiche puntuali ma si sono utilizzati i risultati della mole di prove e perforazioni disponibili.

In particolare per la zona a terra si è fatto riferimento alla **"banca dati geognostica"**, prodotta dalla Regione Emilia-Romagna su incarico del Servizio Geologico Nazionale (Progetto CARG) ai fini della preparazione delle Carte Geologiche di Pianura alla scala 1:50.000). Si tratta di dati provenienti da indagini eseguite per lavori pubblici e privati che l'Ente ha provveduto ad organizzare in un database che ha permesso la creazione di uno shapefile con la referenziazione geometrica di ogni verticale. La Regione Emilia-Romagna permette dal sito internet istituzionale il download di parte dei report delle indagini eseguite, quelli che nel database vengono indicate con "pubblico" nel campo riservatezza.

Per la zona a mare i dati disponibili sono quelli provenienti dal **Progetto ViDEPI**, creato per rendere facilmente accessibili i documenti tecnici relativi all'esplorazione petrolifera in Italia.

Si tratta di documentazione riguardante titoli minerari cessati, e pertanto pubblica, depositata a partire dal 1957 presso l'UNMIG, Ufficio nazionale minerario per gli idrocarburi e le georisorse del Ministero dello sviluppo economico.

Resta quindi inteso che quanto nel seguito indicato dovrà essere confermato e/o modificato a seguito di una campagna di indagini geognostiche in sito ed in laboratorio estesa, per la parte a terra, dove sono previsti i manufatti più rilevanti (zona stazione elettrica Terna) ed i tratti di posa previsti con la tecnologia della Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.) e per la parte a mare nei punti di installazione degli aerogeneratori.

7.2 Zone a terra

La caratterizzazione viene eseguita considerando la medesima divisione in unità geologiche considerata nella cartografia geologica regionale e prendendo in considerazione:

- l'area interessata dalla realizzazione della stazione utente in prossimità della stazione elettrica Terna "San Martino in Venti";
- la zona di attraversamento del corso del Torrente Ausa con il cavidotto che sarà eseguito con la metodologia T.O.C.
- la zona della "Vasca Giunti" interrata da cui parte la T.O.C. per il superamento della ferrovia e di tutta la fascia di spiaggia per il collegamento con il cavo sottomarino.

Area Stazione utente

La zona di intervento geologicamente si trova nell'area di transizione tra i depositi alluvionali (AES8 – Subsistema di Ravenna), caratterizzati da limi argillosi e sabbiosi, e la formazione geologica Pliocenica delle

Argille Azzurre (FAA) caratterizzata da argille marnose e siltose con rara presenza di livelli arenitici; per quanto non indicato nella carta geologica regionale, esiste la possibilità che nella parte basale del rilievo collinare i depositi della formazione geologica siano coperti da depositi eluvio-colluviali di qualche metro di spessore.

Nel perimetro di intervento ed in un suo immediato intorno non sono presenti, nel database regionale, i risultati di indagini geognostiche. I dati geomeccanici indicati nelle tabelle seguenti sono desunti partendo da indagini eseguite sui terreni delle medesime unità geologiche.

| Unità AES8 Depositi alluvionali | | Prevalenza di limi argillosi deb. sabbiosi |
|------------------------------------|-----------------------|---|
| Peso di volume | (kg/m ³) | 1850-1950 |
| Angolo di attrito | (°) | 20-22 |
| Coesione | (kg/cm ²) | 0.00-0.10 |
| Coesione non drenata | (kg/cm ²) | 0.40-0.80 |
| Modulo edometrico | (kg/cm ²) | 40-90 |

| Unità FAA Argille Azzurre | | Prevalenza di argille limose compatte |
|------------------------------|-----------------------|--|
| Peso di volume | (kg/m ³) | 1950-2000 |
| Angolo di attrito | (°) | 24-26 |
| Coesione | (kg/cm ²) | 0.10-0.25 |
| Coesione non drenata | (kg/cm ²) | 2.0-3.0 |
| Modulo edometrico | (kg/cm ²) | 180-350 |

| Unità Coltre Eluvio- colluviale | | Prevalenza di limi argillosi |
|------------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Peso di volume | (kg/m ³) | 1900-1950 |
| Angolo di attrito | (°) | 20-24 |
| Coesione | (kg/cm ²) | 0.0-0.15 |
| Coesione non drenata | (kg/cm ²) | 0.5-1.0 |
| Modulo elastico | (kg/cm ²) | 50-120 |

Tabella 7.1 – Area Stazione utente- dati geomeccanici.

L'esecuzione di indagini puntuali nell'area di intervento permetterà la definizione del modello geotecnico sia come rapporti geometrici tra le unità stratigrafiche che come parametri geomeccanici utilizzabili per la progettazione definitiva dell'intervento.

Zona di attraversamento del corso del T.Ausa mediante una T.O.C.

L'area di intervento geologicamente si trova nella zona di deposizione dei sedimenti alluvionali; in particolare la fascia dell'alveo attuale è interessata dall'Unità di Modena (AES8a), litologicamente caratterizzata dalla presenza di sabbia limoso-argillosa, mentre le aree di pianura circostante sono contraddistinte dalla presenza di depositi dell'Unità del Subsistema di Ravenna (AES8) litologicamente caratterizzati da limo argilloso sabbioso.

Nel database delle indagini geognostiche della Regione Emilia-Romagna sono presenti alcune prove penetrometriche statiche (CPT) eseguite in Dx idraulica al T. Ausa nei depositi dell'unità AES8. Nella figura seguente sono riportati i diagrammi della prova n°256150C045 realizzata a poche decine di metri dal punto di arrivo della T.O.C. a est della S.S.72.

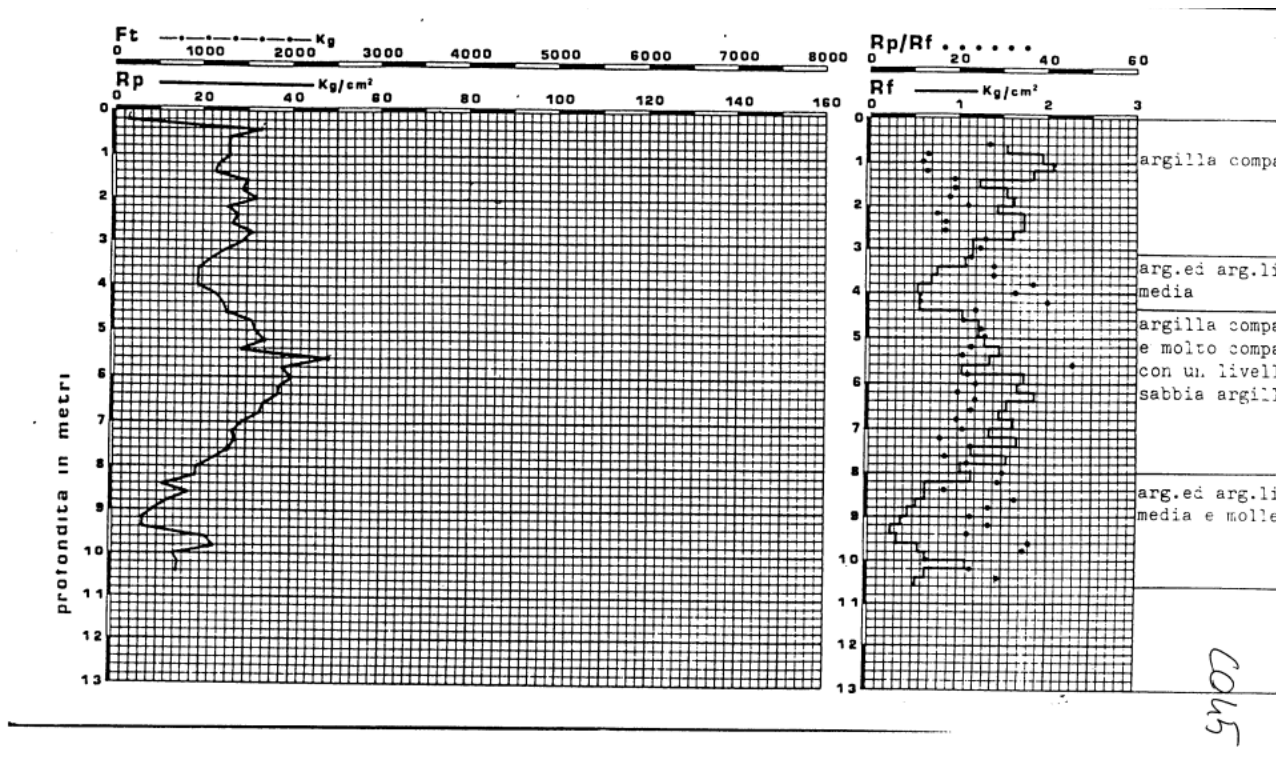


Figura 7.1 – Report della prova penetrometrica statica CPT n°256150C045.

Litologicamente viene confermata la presenza di limo ed argilla in prevalenza con subordinati livelli anche a contenuto sabbioso.

| Unità AES8 Depositi alluvionali | | Prevalenza di limi argillosi deb. sabbiosi |
|------------------------------------|-----------------------|---|
| Peso di volume | (kg/m ³) | 1850-1950 |
| Angolo di attrito | (°) | 20-22 |
| Coesione | (kg/cm ²) | 0.00-0.10 |
| Coesione non drenata | (kg/cm ²) | 0.40-1.20 |
| Modulo edometrico | (kg/cm ²) | 40-110 |

| Unità AES8 a Depositi alluvionali | | Prevalenza di sabbia limoso-argillosa |
|--------------------------------------|-----------------------|--|
| Peso di volume | (kg/m ³) | 1850-1950 |
| Angolo di attrito | (°) | 22-28 |
| Coesione | (kg/cm ²) | / |
| Coesione non drenata | (kg/cm ²) | / |
| Modulo di deform. | (kg/cm ²) | 50-120 |

Tabella 7.2 – Zona di attraversamento del corso del T.Ausa - Dati geomeccanici.

L'esecuzione di indagini più a ridosso del corso del T.Ausa permetterà di verificare la composizione litologica della unità AES8a ed i suoi rapporti geometrici l'unità AES8 oltre che una definizione puntuale dei parametri geomeccanici utilizzabili per la progettazione definitiva dell'intervento.

Zona della vasca giunti interrata e della T.O.C. a mare

La zona di intervento geologicamente interessa i depositi quaternari dell'unità (AES8a).

In prossimità del punto di realizzazione della vasca giunti, nel database delle indagini geognostiche della Regione Emilia-Romagna è presente il report di un sondaggio a carotaggio continuo (indagine n° 256160P440) durante il quale sono state realizzate anche prove S.P.T. in foro e prelevati campioni successivamente testati in laboratorio, inoltre viene riportata la profondità del livello di falda che si posiziona ad un metro di profondità dal piano campagna.

Altre indagini sono disponibili per la zona compresa tra la vasca giunti e la spiaggia, si tratta di un altro carotaggio (codice 256160P501) e di due prove penetrometriche statiche a punta meccanica (codici 256160C162 e 256160C167).

| Scala 1:100 | P.P. I (kg/cmq) | V.T. (kg/cmq) | Profondità (m) | Stratigrafia | Descrizione | Falda (m) | Campioni Ind. | Campioni Rim. | S.P.T. (n. colpi) | Pz. Norton | Inclinometro |
|-------------|-------------------|---------------|----------------|--------------|--|-----------|---------------|---------------|-------------------|------------|--------------|
| 1 | | | 0.40 | | Terreno vegetale in matrice sabbiosa | | | | | | |
| 2 | | | | | Sabbia fine e media di colore marrone-nocciola, moderatamente addensata. Umidità discreta. Presente livello centimetrico torboso a -1.8 m. Da -4.2 m presenti livelletti centimetrici con sostanza organica diffusa, bioclasti e colore nerastro. Il colore di fondo passa al grigio | 1.00 | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | 3.20 7/11/11 | | |
| 4 | | | | | | | | | 3.65 | | |
| 5 | | | | | | | | | 4.50 11/10/13 | | |
| 6 | | | | | | | | | 4.95 | | |
| 7 | | | | | | | | | 6.00 10/11/11 | | |
| 8 | 1.5 1.8 1.7 | 0.70 0.90 | 7.30 | | Argilla limosa di colore grigio con zonature marroni, consistente. Presenza di calcinelli | | | | | | |
| 9 | 2.4 | | | | | | | | | | |
| 10 | 0.8 1.0 1.2 | 0.40 0.40 | 9.10 | | Limo debolmente sabbioso con sottili intercalazioni di sabbia fine limosa; colore nocciola con livelletti grigio chiaro | | | | | | |
| 11 | 0.8 0.5 | | | | | | | | | | |
| 12 | 1.0 2.0 | 0.40 0.90 | 12.00 | | Argilla limosa di colore grigio scuro con zonature marroni, passante a marrone dominante da -14.5 m | | | | | | |
| 13 | 2.5 3.0 | 1.20 1.40 | | | | | | | | | |
| 14 | 2.0 2.8 | 0.90 1.20 | | | | | | | | | |
| 15 | 3.0 | 1.40 | | | | | | | | | |
| 16 | 1.4 | 0.70 | 15.60 | | Limo argilloso di colore grigio piombo con livelletti millimetrici ricchi di deposizioni secondarie | | | | | | |
| 17 | 2.6 1.6 | 1.20 0.80 | 17.10 | | Limo sabbioso di colore nocciola con puntature marrone-rossastro. Presenti intercalazioni centimetriche di sabbia fine limosa. Umidità scarsa | | | | | | |
| 18 | 1.8 1.5 | 0.80 0.70 | | | | | | | | | |
| 19 | 0.9 | 0.40 | | | | | | | | | |
| 20 | 2.3 2.5 | 1.10 1.20 | 19.40 | | Argilla limosa di colore grigio-nerastro | | | | | | |
| 21 | 1.4 | 0.70 | 19.90 | | Limo con intercalazioni di limo sabbioso di colore nocciola. Presente livello di spessore di 20 cm di sabbia da -20.40 m | | | | | | |
| 22 | 1.8 2.3 | 0.80 | 20.90 | | Limo argilloso di colore nocciola con zonature grigio chiaro e, talora, oca-rossastro | | | | | | |
| 23 | 1.0 3.0 | | | | | | | | | | |
| 24 | 3.5 2.8 | 1.60 1.30 | 23.00 | | Argilla limosa con livelletti debolmente sabbiosi di colore grigio piombo, passante talora a nocciola con intercalazioni grigie. Presenti concrezioni calcaree da -25.2 a -25.6 m con colore nerastro | | | | | | |
| 25 | 1.9 2.0 | 0.90 1.10 | | | | | | | | | |
| 26 | 2.4 2.7 | 1.30 | | | | | | | | | |
| 27 | 2.6 1.8 | 0.80 | 26.90 | | Sabbia medio-fine alternata a limo sabbioso | | | | | | |
| 28 | 1.4 | 0.70 | | | | | | | | | |
| 29 | 1.4 2.2 | 0.60 1.00 | 27.80 | | Limo con argilla di colore grigio chiaro, con zonature nocciola-oca | | | | | | |
| 30 | 2.0 1.4 | 1.00 0.60 | | | | | | | | | |
| 31 | 1.2 | | 30.00 | | | | | | | | |

Figura 7.2 – Report del sondaggio n°256160P440.

| Falda da p.c. | Profondita' mt | Colonna stratigr. | P.C. | Descrizione | Camp. | SPT | Pocket (PP Kg/m ²) | Vane (VT Kg/m ²) | | |
|---------------|----------------|--|----------------|--|--|---------------|--|------------------------------|---|---------|
| 1.90 | 1 | | 0.30 | Tappo di asfalto Ghiaia e sabbia | | | | | | |
| | 2 | | Sabbia marrone | Alle bace 30 cm di GH φ 3-4 mm | | | | | 9-12-15 | |
| 3 | 6.90 | Argilla grigio marrone con calcinelli | | | VVVV ④ 80-8K Perrin | 9-12-15 | | 2.5 | | |
| 4 | | | | | | | | 7-10-11 | | 2.3 |
| 5 | | | | | | 9.70 | SFF, limace grante LS Limo argilloso con calcinelli | | | VA VVVV |
| 6 | | | | | | | | 11.40 | SFF, limace grante LS e AL Argilla marrone | |
| 7 | 12.70 | Limo argilloso verde marrone | | | | 2.0 | 0.8 | | | |
| 8 | | | 13.00 | Argilla marrone con calcinelli | | | 3.0 | 1.8 | | |
| 9 | 16.00 | Limo argilloso con livelletti sabbiosi | | | | | 0.9 | 0.4 | | |
| 10 | | | 17.90 | AL | | | 3.0 | 1.2 | | |
| 11 | 18.30 | Argilla verde grigia LS alto SL colore VERDE | | | Seprante di Sedi Palerda Salolati. Pavesi che vuole e Pavia Ma-FE | | 3.0 | 1.5 | | |
| 12 | | | 20.00 | | | Fino 300cm | 1.0 | 0.7 | | |
| 13 | | | | | | | 2.0 | 0.8 | | |
| 14 | | | | | | | 1.4 | 0.9 | | |
| 15 | | | | | | | 2.0 | 1.2 | | |
| 16 | | | | | | | 1.5 | 0.8 | | |
| 17 | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | |

Figura 7.3 – Report del sondaggio n°256160P501.

PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 107

- committente : Comune di Rimini
- lavoro : Nuovi sottopassi FS

- data : 17/06/2002
- quota inizio :
Piano Campagna

- località : Rimini, v.le Portofino

- prof. falda :
1,35 m da quota inizio

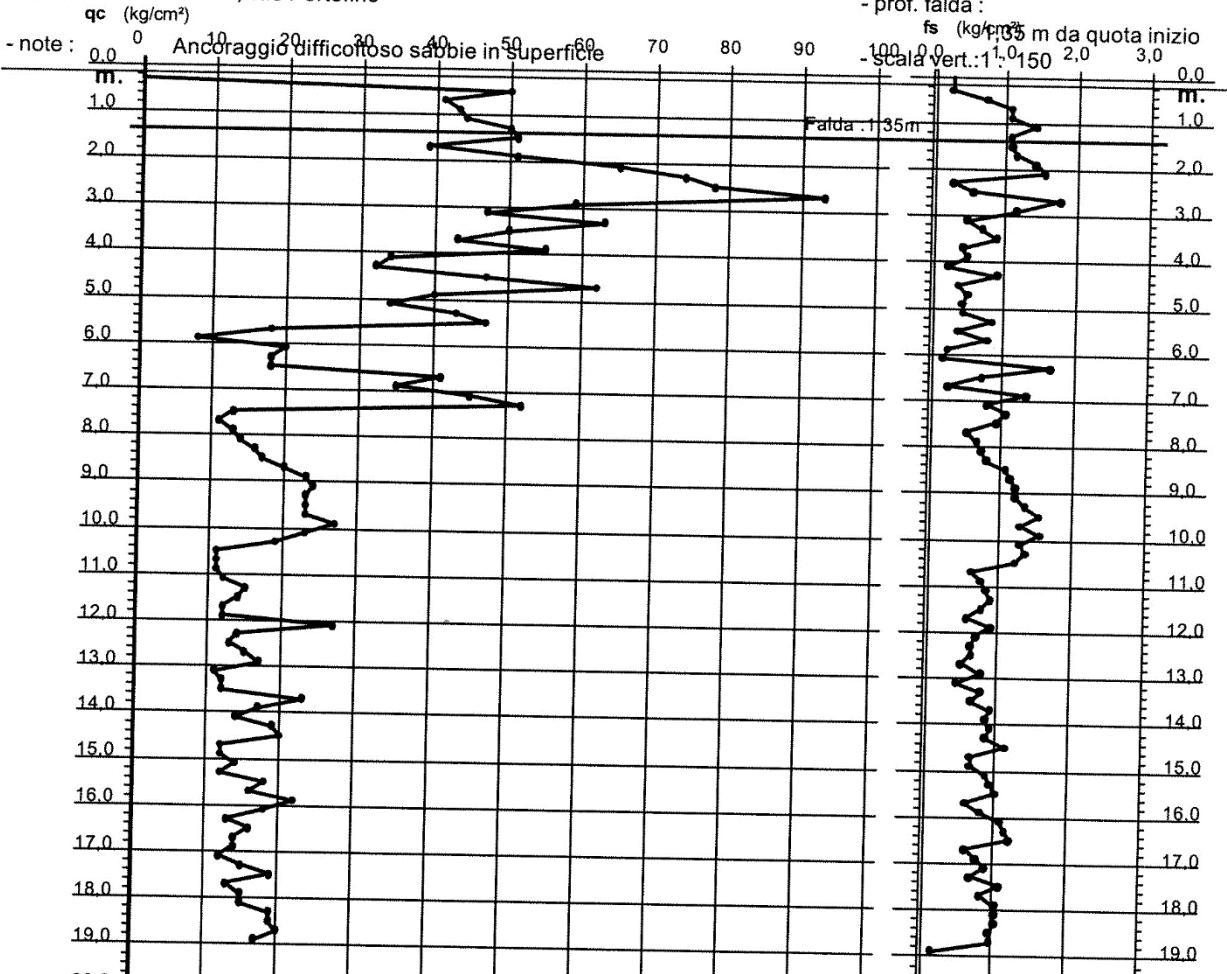


Figura 7.4 – Report della prova penetrometrica statica CPT n°256160C162.

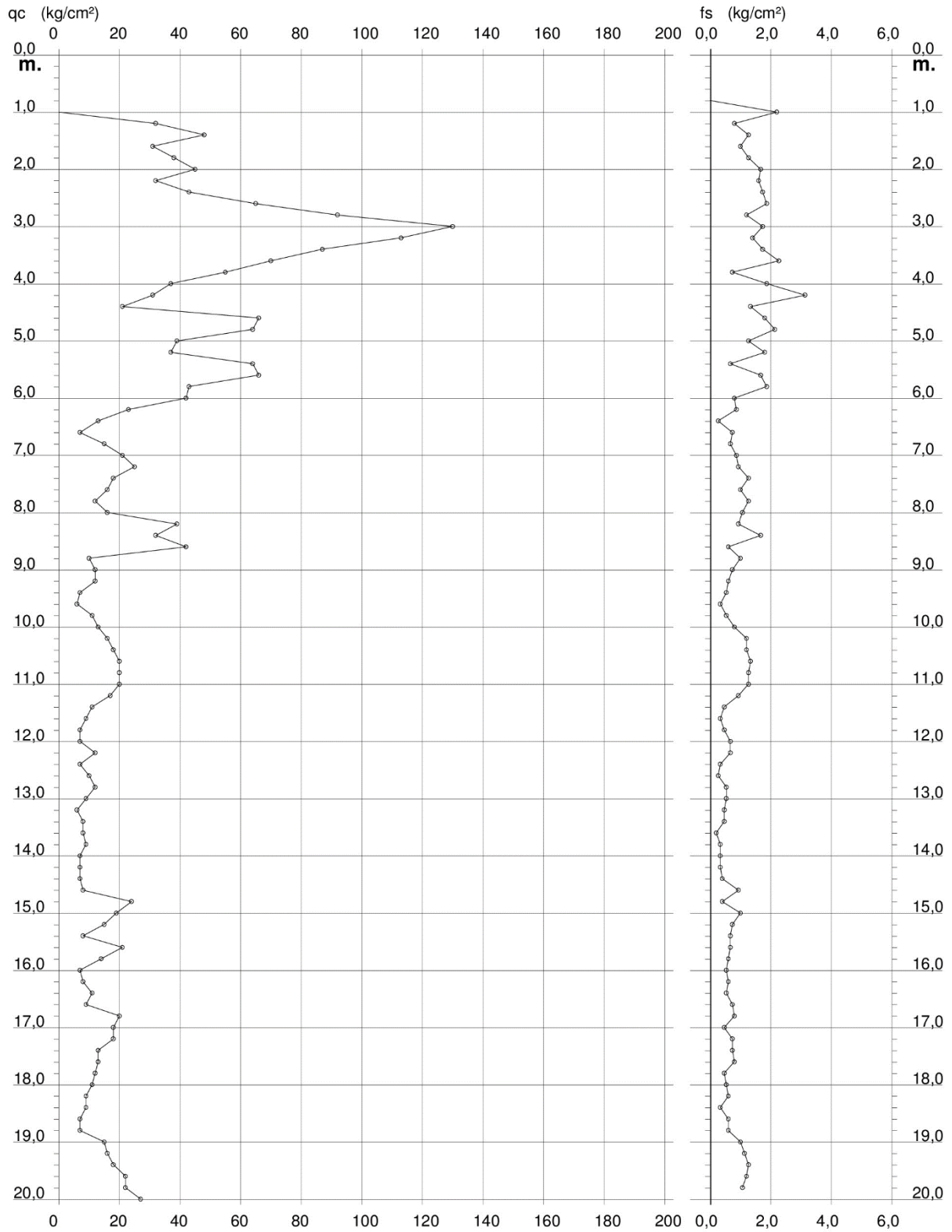


Figura 7.5 – Report della prova penetrometrica statica CPT n°256160C167.

Le indagini permettono una buona ricostruzione geotecnica della zona compresa tra la vasca giunti e la linea di costa: è presente un livello più superficiale fino a circa 6/8 m di profondità costituito da sabbie mediamente addensate a cui segue una alternanza di livelli limoso-argillosi prevalenti con intercalati livelli e livelletti limoso sabbiosi.

Sulla base delle indagini citate è possibile attribuire le caratteristiche geomeccaniche indicate nella tabella seguente.

| Unità AES8a | | Porzioni sabbiose | Porzioni argilloso-limose |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------------|
| Peso di volume | (kg/m ³) | 1850-1950 | 1850-1950 |
| Angolo di attrito | (°) | 30-36 | 18-22 |
| Coesione | (kg/cm ²) | / | 0.0-0.1 |
| Coesione non drenata | (kg/cm ²) | / | 0.3-0.9 |
| Modulo di deform. | (kg/cm ²) | 200-250 | 30-90 |

Tabella 7.3 – Zona della vasca giunti - Caratteristiche geomeccaniche.

Il quadro conoscitivo dovrà essere completato con la realizzazione di indagini puntuali nella zona dell'arenile e nella zona di mare compresa tra quest'ultimo ed il punto di uscita della T.O.C., al largo.

7.3 Zona a mare

L'area di installazione degli aerogeneratori è compresa in una fascia di mare distante dalla costa tra circa 13 e 33 km ed in cui la profondità del fondo varia circa tra 15 e 45 metri (considerando sia il layout A che il B) le informazioni stratigrafiche litologiche disponibili sono fornite come detto dai log delle trivellazioni petrolifere eseguite nel passato nella zona; nella figura seguente vengono indicate quelle utilizzabili per vicinanza con le zone di installazione.

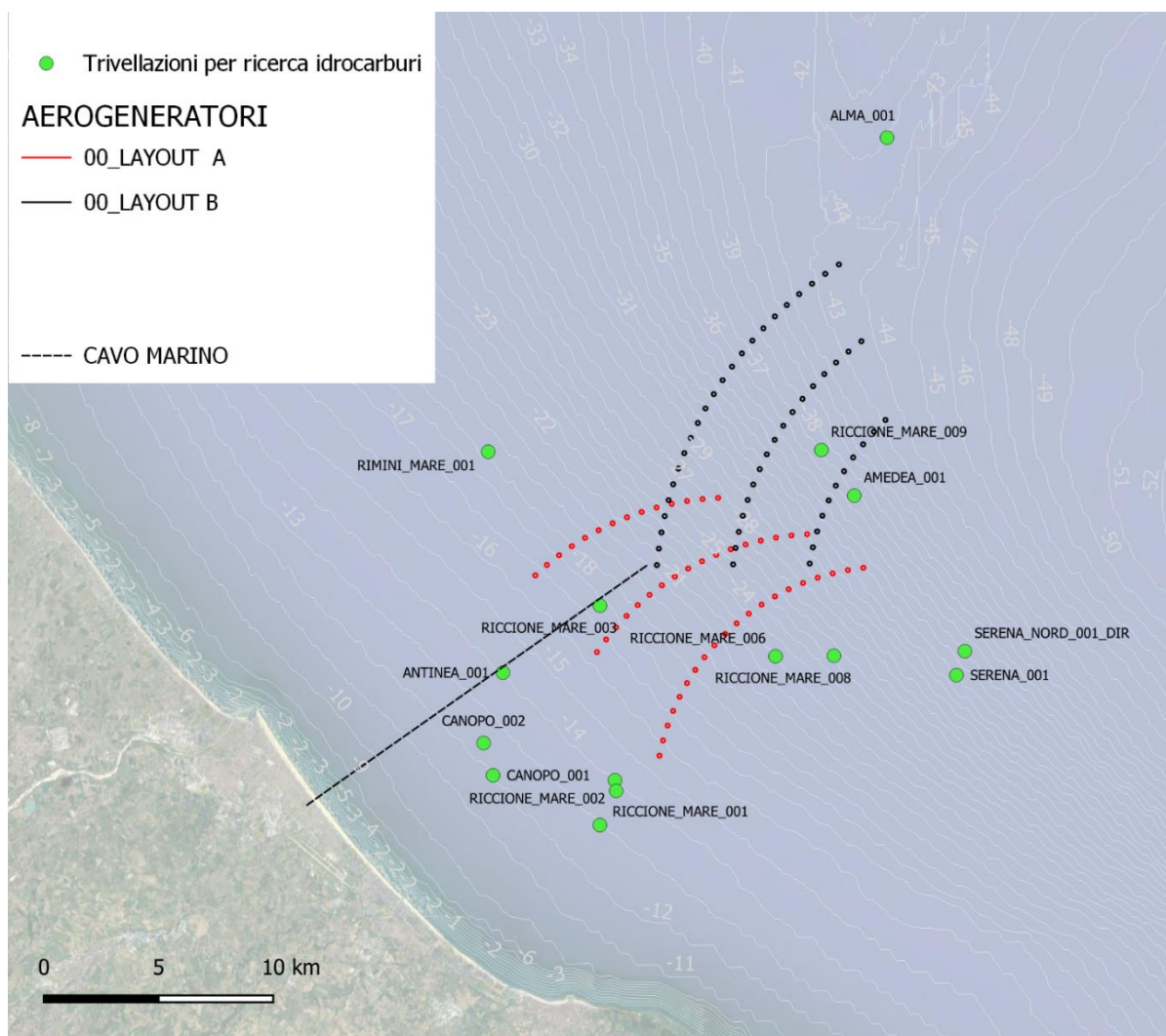


Figura 7.6 – Posizione delle trivellazioni petrolifere eseguite in passato nella zona di installazione degli aerogeneratori.

Le perforazioni, essendo state realizzate per tutt'altro fine, forniscono delle informazioni utilizzabili solo sommariamente per la caratterizzazione litologico-geotecnica del fondo marino per la realizzazione delle opere di fondazione dei manufatti. Una descrizione sommaria viene a volte riportata nei logs stratigrafici, assieme a retini che descrivono la stratigrafia e la natura litologica dei cuttings (frammenti del materiale tivellato portato in superficie dai fanghi di perforazione).

Nella tabella seguente vengono riassunte le informazioni desumibili dai report di ciascuna perforazione limitatamente ai primi cento metri a partire dal fondo marino.

| Nome pozzo petrolifero | Informazioni da cuttings | Informazioni da descrizione stratigrafia |
|-------------------------------|---|--|
| Canopo 001 | Nessuna informazione riportata per i 20 mt più superficiali a partire dal fondo marino (f.m.) poi 10 mt argilla a cui segue argilla e sabbia fino ad oltre 100 mt | Parte da 45 mt dal f.m. e viene descritta come "argille siltose sabbiose con intercalazioni di sabbie con ciottoli sparsi" fino ad oltre 100 mt da f.m. |
| Canopo 002 | Nessuna informazione riportata per i primi 40 mt da f.m. poi argille sabbiose fino ad oltre 100 mt | |
| Riccione mare 002 | Nessuna indicazione per le profondità fino a 100 mt da f.m. | |
| Riccione mare 012 | | Sabbia non consolidata con argilla e macrofossili |
| Riccione mare 001 | | Argille sabbiose e sabbie a grana fina fino a circa 90 mt poi sabbie con ciottoli |
| Antinea 001 | Nessuna informazioni fino a circa 10 m di profondità da f.m. poi argilla e sabbia | |
| Riccione mare 003 | | "Argille tenere plastiche grigie leggermente sabbiose con piccoli ciottoli sparsi" |
| Riccione mare 006 | | Dal f.m. fino a 30 mt sabbia poi 42 metri di argilla sabbiosa poi 15 di sabbia poi ancora argilla sabbiosa. |
| Riccione mare 008 | | Da f.m. a 20 mt sabbie poi 5 metri di argille a cui seguono 15 mt di sabbie argillose, 5 mt di argille, 8 mt di sabbie argillose, 3 mt di argille, 12 m di sabbie argillose, 3 m di argille, 8 di sabbie argillose e poi argille sabbiose. La descrizione globale riportata per l'intervallo di profondità è "Sabbie con intercalazioni di argille grigie" |
| Rimini mare 001 | Nessuna informazione fino a 24 m di profondità da f.m., quindi argilla siltosa e sabbiosa per 40 mt, inferiormente prevalenza di sabbie su argille sabbiose fino a 80 mt poi di nuovo prevalenti argille sabbiose e siltose | |
| Amedea 001 | Nessuna indicazione per le profondità fino a 100 mt da f.m. | |
| Riccione mare 009 | Nessuna indicazione per le profondità fino a 100 mt da f.m. | |
| Serena 001 | Nessuna informazione per i primi 70 mt da f.m. poi argilla. Nessuna informazione scritta, ma desunta dai retini ad ogni modo molto più in profondità con il medesimo retino per i cuttings la stratigrafia è descritta come "Sabbie fini e finissime con intercalazioni di argilla e argilla siltosa" | |
| Serena 001 nord dir | Nessuna informazione per 60 mt da f.m. poi sabbia prevalente su argilla. Da retino stratigrafico...nessuna informazione scritta ad ogni modo molto più in profondità con il medesimo retino per i cuttings la stratigrafia è descritta come "Sabbie medio fini con intercalazioni di argilla e argilla siltosa" | |

Tabella 7.4 —Informazioni disponibili sulle perforazioni

Con le informazioni disponibili non risulta possibile procedere ad una descrizione di dettaglio della litologia sia in senso verticale che come variabilità areale. Ad ogni modo sembra che la prevalenza, fino alla profondità considerata (100 metri dal fondo marino), sia quella dei depositi sabbiosi fini con argilla. E' presumibile, in considerazione della dinamica ed ambiente deposizionale di tali sedimenti, appartenenti ad una fase regressiva di stazionamento alto in facies di prodelta e piattaforma (argille e silt argillosi) e ad una trasgressiva di deposizione marina (sabbie e peliti di piattaforma) che, soprattutto nei primi 10/20 metri di profondità, tali depositi siano scarsamente addensati/consistenti.

In questa fase la caratterizzazione geotecnica non potrà avvenire che considerando parametri di riferimento desunti dalla bibliografia e da precedenti indagini eseguite su litologie simili ed utilizzando valori cautelativi che poi dovranno essere confermati/modificati a seguito di indagini geognostiche puntuali da eseguire in ciascun punto di installazione. Per le ipotesi progettuali preliminari, come successione stratigrafica di riferimento si può fare riferimento a quanto indicato nel Foglio NL 33-10 "Ravenna" della Carta Geologica dei Mari Italiani"; in particolare alla sezione B-B che mostra l'andamento dei depositi subacquei nella zona antistante Rimini.

Esagerazione verticale 250X

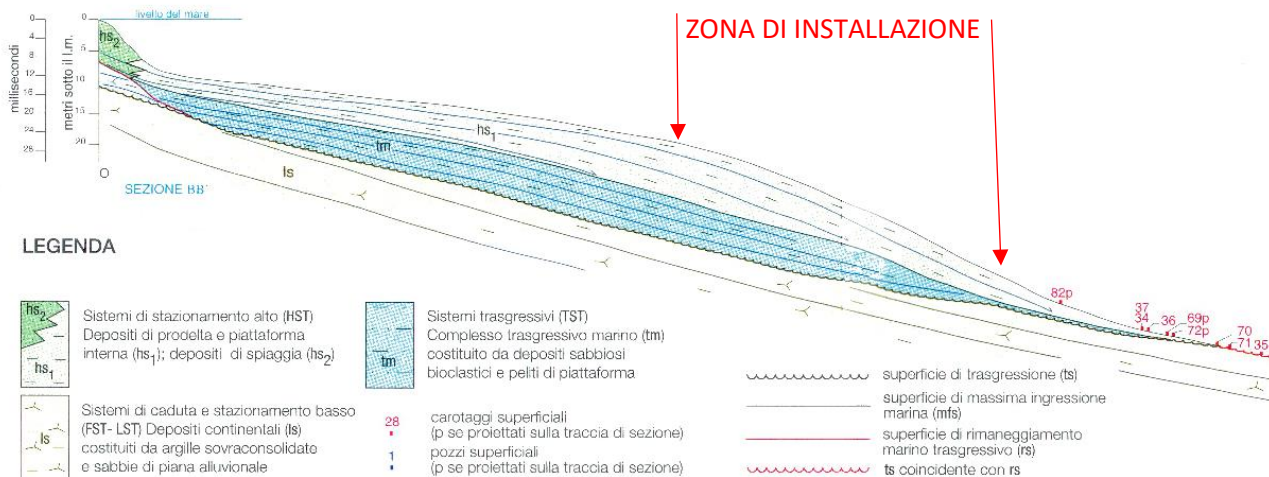


Figura 7.7 – Sezione B-B' indicante la successione sedimentologica dei depositi di superficie nella zona del fondo marino antistante Rimini (da Foglio NL 33-10 "Ravenna" della carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000).

Come dati di semplice orientamento, per le unità deposizionali indicate nella sezione, è possibile in prima analisi considerare le seguenti caratteristiche geomeccaniche:

| Unità hs1 | | Porzioni sabbiose fini | Porzioni argilloso-limose |
|-----------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|
| Peso di volume | (kg/m ³) | 1850-1950 | 1800-1850 |
| Angolo di attrito | (°) | 22-24 | 18-22 |
| Coesione | (kg/cm ²) | / | / |
| Coesione non drenata | (kg/cm ²) | / | 0.3-0.7 |
| Modulo elastico | (kg/cm ²) | 50-200 | 30-120 |

| Unità tm | | Porzioni sabbiose | Porzioni argilloso-limose |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------------|
| Peso di volume | (kg/m ³) | 1850-1950 | 1850-1900 |
| Angolo di attrito | (°) | 24-26 | 20 -24 |
| Coesione | (kg/cm ²) | / | / |
| Coesione non drenata | (kg/cm ²) | / | 0.4-0.8 |
| Modulo elastico | (kg/cm ²) | 100-250 | 40-150 |

| Unità ls | | Porzioni sabbiose | Porzioni argillose OC |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|
| Peso di volume | (kg/m ³) | 1850-1950 | 1900-2000 |
| Angolo di attrito | (°) | 28-32 | 22 -26 |
| Coesione | (kg/cm ²) | / | 0.10-0.25 |
| Coesione non drenata | (kg/cm ²) | / | 0.8-1.6 |
| Modulo elastico | (kg/cm ²) | 150-450 | 150-300 |

Tabella 7.5 –. Caratteristiche geomeccaniche.

8 CONCLUSIONI

Sulla base delle informazioni geologico-stratigrafiche e dei risultati delle indagini geognostiche disponibili per le zone di intervento, è stata possibile una suddivisione in unità geotecniche ed una loro caratterizzazione di massima dei principali parametri geomeccanici che ne definiscono il comportamento.

Tale parametrizzazione ha permesso la scelta ed un primo dimensionamento delle fondazioni delle strutture previste. In considerazione del fatto che non sono state eseguite indagini puntuali appositamente per quanto progettato, tali dimensionamenti dovranno essere confermati o modificati alla luce dei risultati delle indagini che dovranno essere realizzate per il prosieguo della progettazione.

In particolare nella zona in cui sarà realizzata la stazione di transizione cavo-aereo dovranno essere realizzate prove penetrometriche CPT e sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni per definire stratigrafia, variazioni areali di litologia e caratteristiche di resistenza e compressibilità dei terreni di fondazione. Particolare attenzione dovrà essere dedicata inoltre alle indagini di laboratorio che permetteranno di ottenere i parametri di resistenza al taglio (angolo di attrito e coesione efficace) dei terreni interessati dagli sbancamenti necessari per giungere alle quote di progetto dei piazzali. Tali parametri saranno infatti indispensabili per le verifiche di stabilità che dovranno essere condotte per il dimensionamento delle opere di sostegno necessarie per eseguire i lavori in sicurezza. Saranno inoltre necessarie indagini geofisiche che permettano la definizione della velocità delle onde di taglio fino ad almeno 30 metri di profondità (ad esempio indagini M.A.S.W. o indagini passive a stazione singola -H.V.S.R.)

Nelle zone in cui la posa dell'elettrodotto è prevista mediante le Trivellazioni Orizzontali Controllate (T.O.C.) sarà necessario eseguire sondaggi a carotaggio continuo per avere precise indicazioni delle caratteristiche litologiche e di resistenza dei materiali da attraversare; sarà poi opportuno installare piezometri per l'esatta misurazione del livello di falda.

Per quanto attiene le aree a mare dove saranno realizzate le fondazioni per gli aerogeneratori, si dovranno eseguire indagini puntuali per identificare con precisione la sequenza litologica dei sedimenti presenti e le loro caratteristiche di resistenza e compressibilità; a titolo puramente indicativo si ritiene che si possano realizzare carotaggi in continuo con il prelievo di campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio e prove penetrometriche P.C.P.T.. Sarà inoltre necessaria una campagna di indagini batimetriche al fine di definire con dettaglio l'andamento del fondo marino.

9 ALLEGATO A: REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE DI INTERESSE COMPRESSE NEL DATABASE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA

SOGEO S.R.L.
Corso Matteotti, 2/2
48022 Lugo (RA)

256150 C176

Rifer. 05-04

PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 4

2.01PG05-095

- committente : Comune di Rimini
- lavoro : Ampliamento cimitero di San Martino in XX
- località : Rimini

- data : 25/05/2004
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert. : 1 : 100

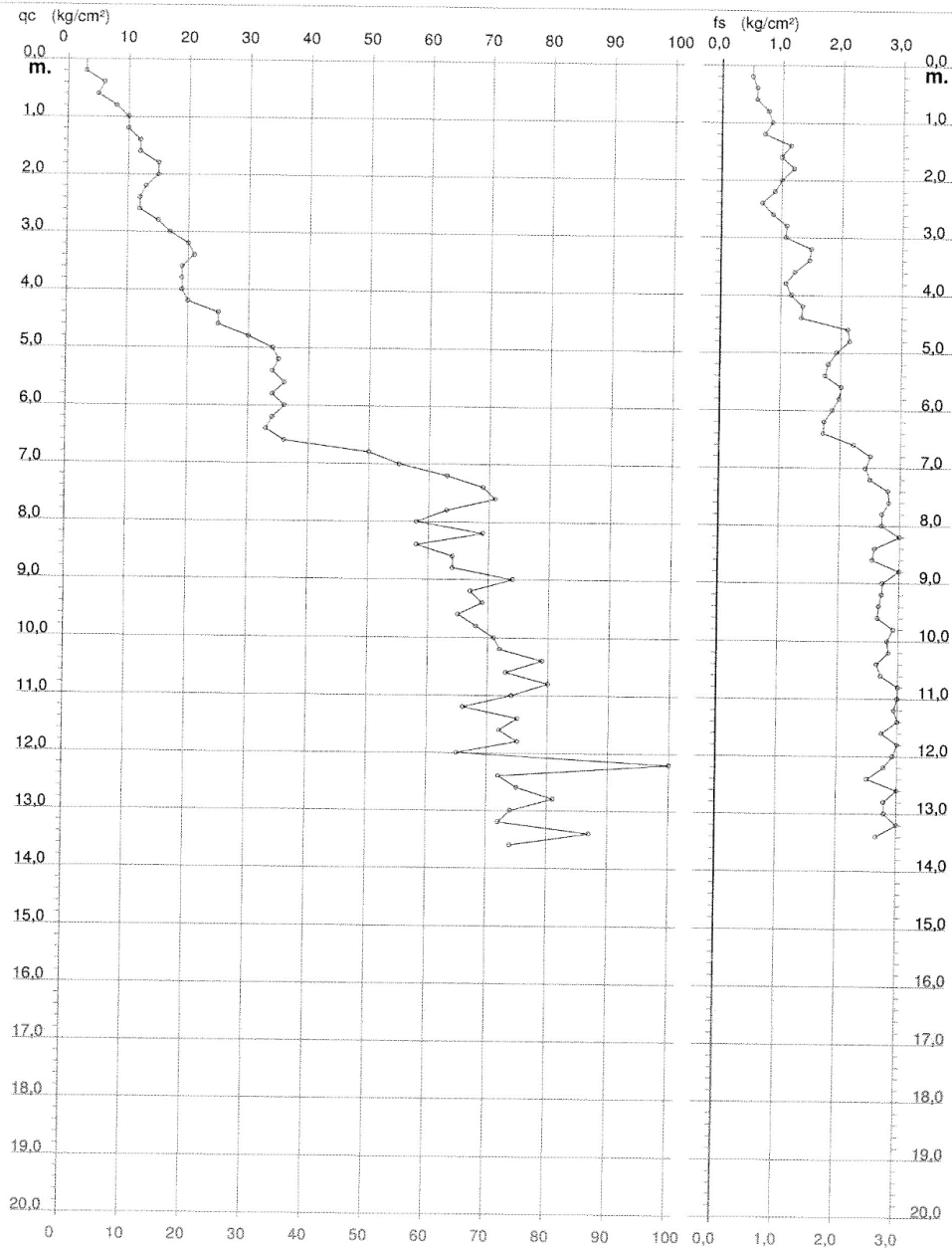


Figura 9.1 – Prova Penetrometrica CPT4- 256150-C176

SOGEO S.R.L.
Corso Matteotti, 2/2
48022 Lugo (RA)

256150 C178

Rifer. 05-04

PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 6

2.01PG05-095

- committente : Comune di Rimini
- lavoro : Ampliamento cimitero di San Martino in XX
- località : Rimini

- data : 27/05/2004
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert. : 1 : 100

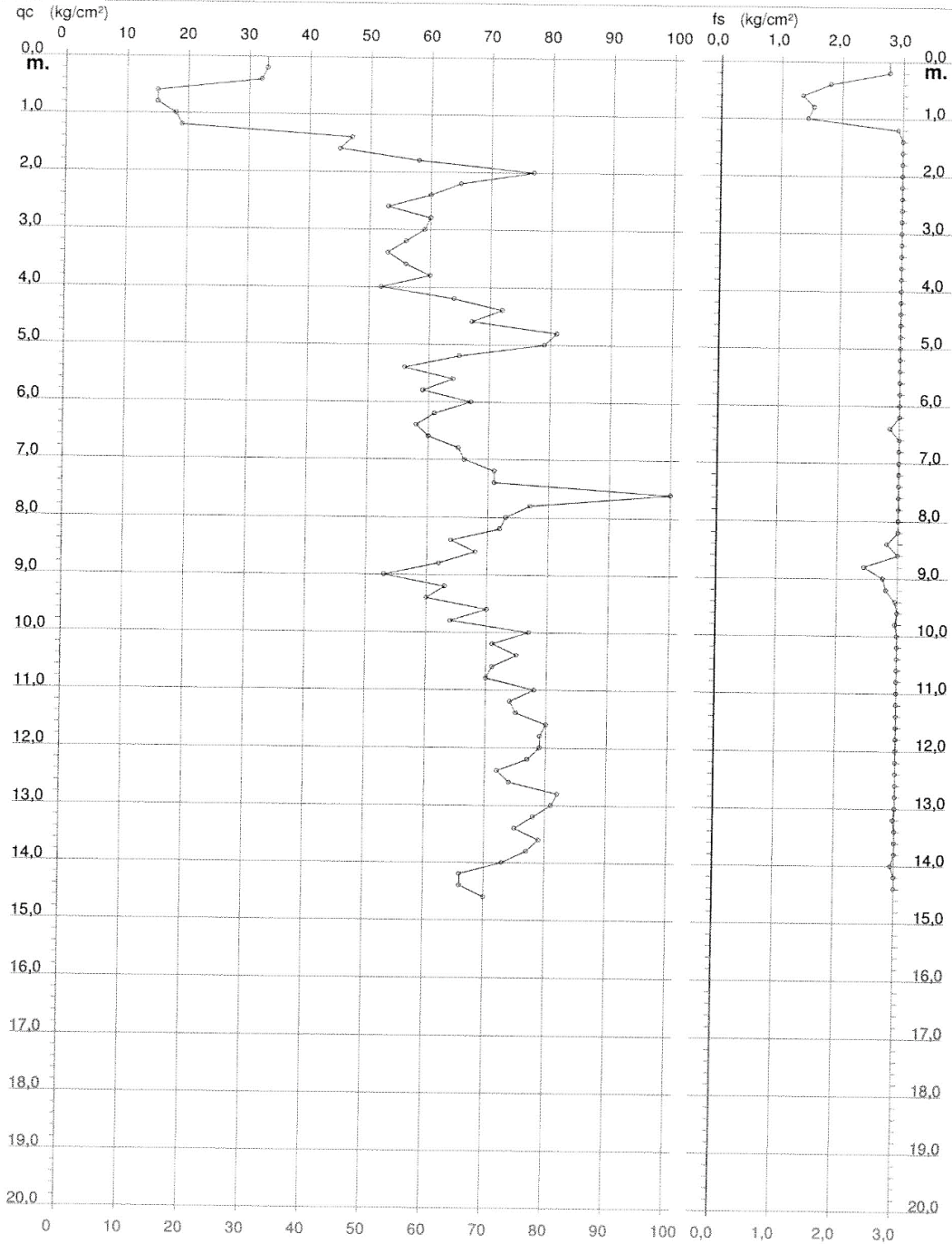


Figura 9.2 – Prova Penetrometrica CPT6 - 256150-C178

256150 D171

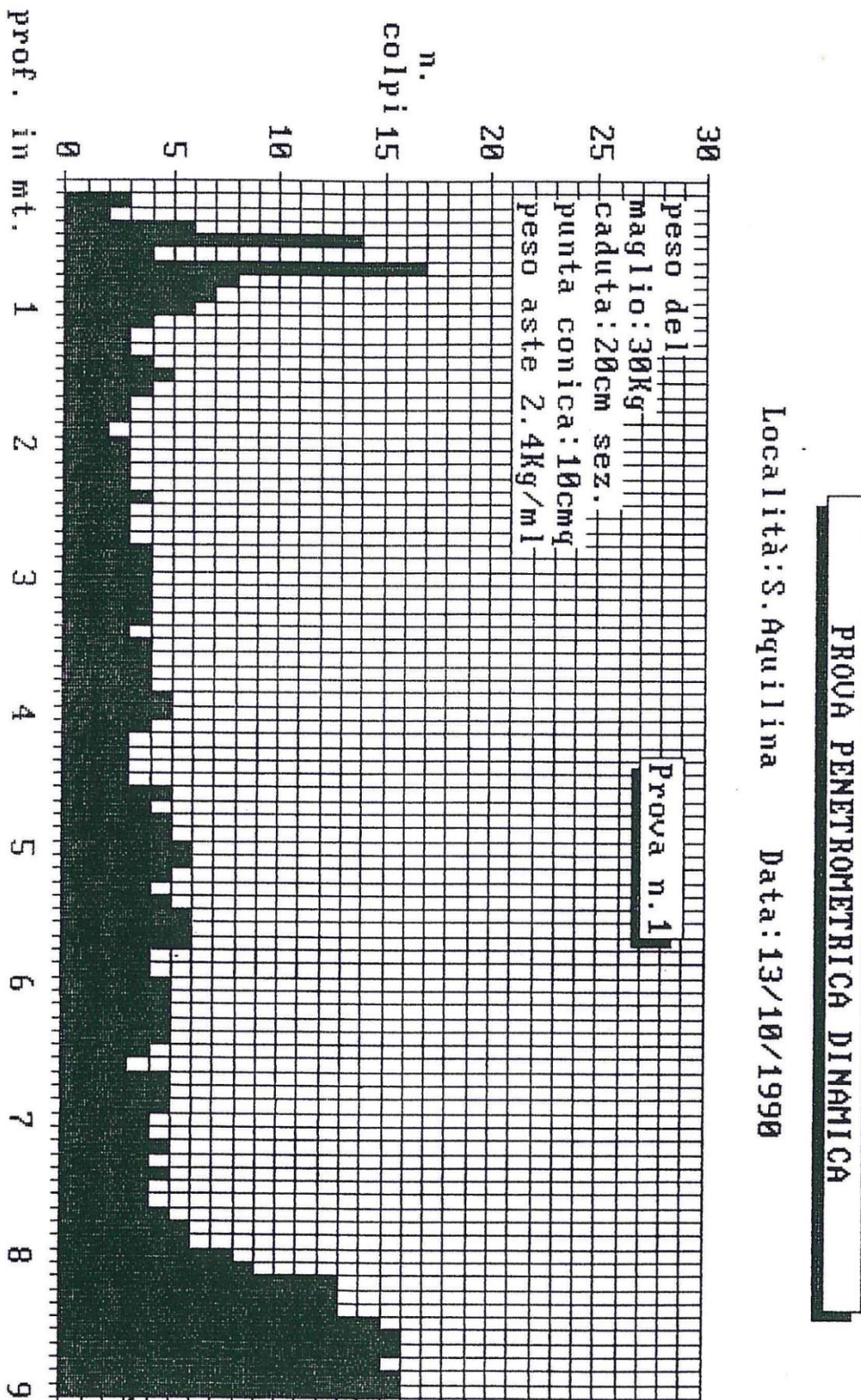


Figura 9.3 – Prova penetrometrica dinamica 256150-D171

256150 D172

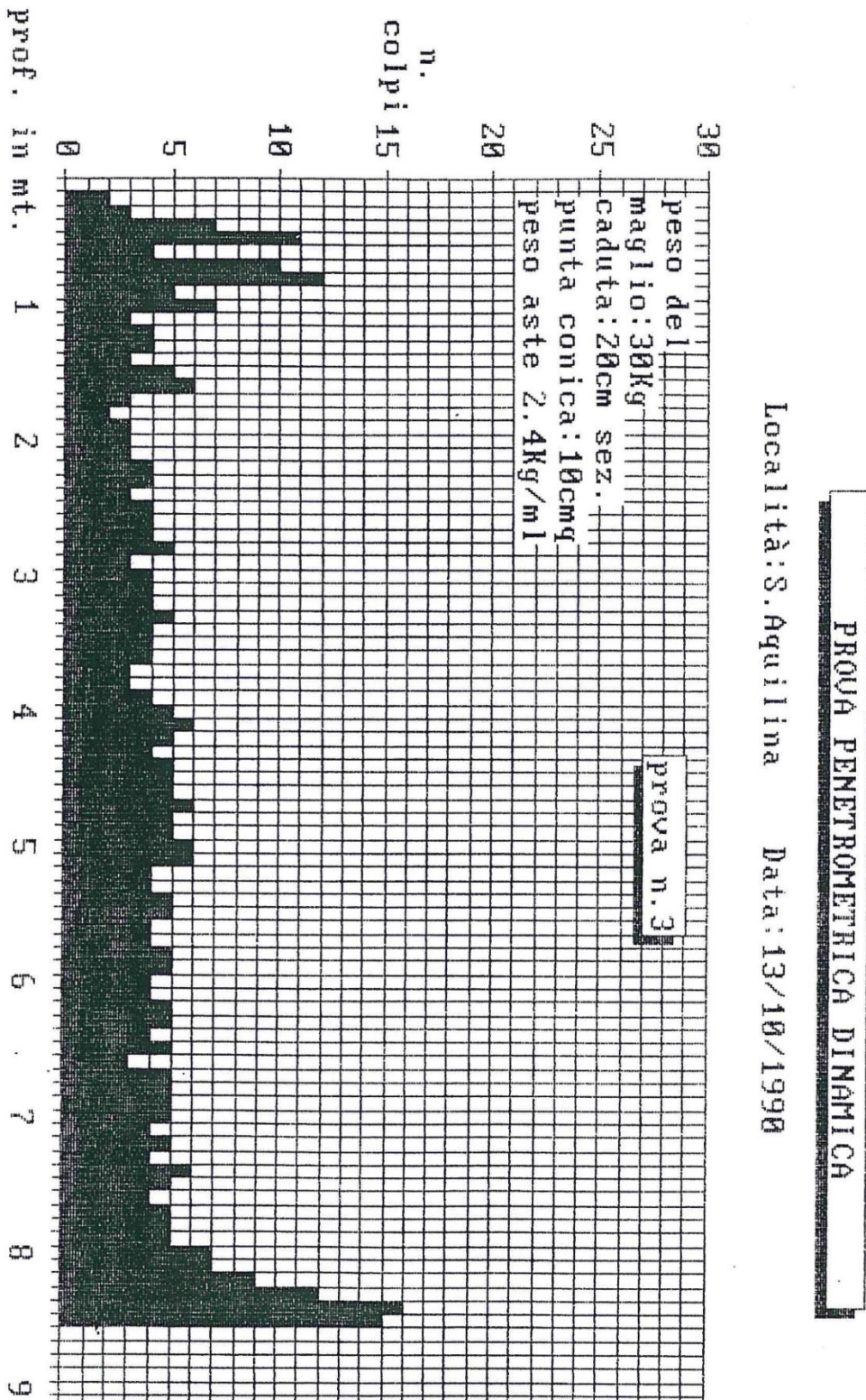


Figura 9.4 – Prova penetrometrica dinamica 256150-D173

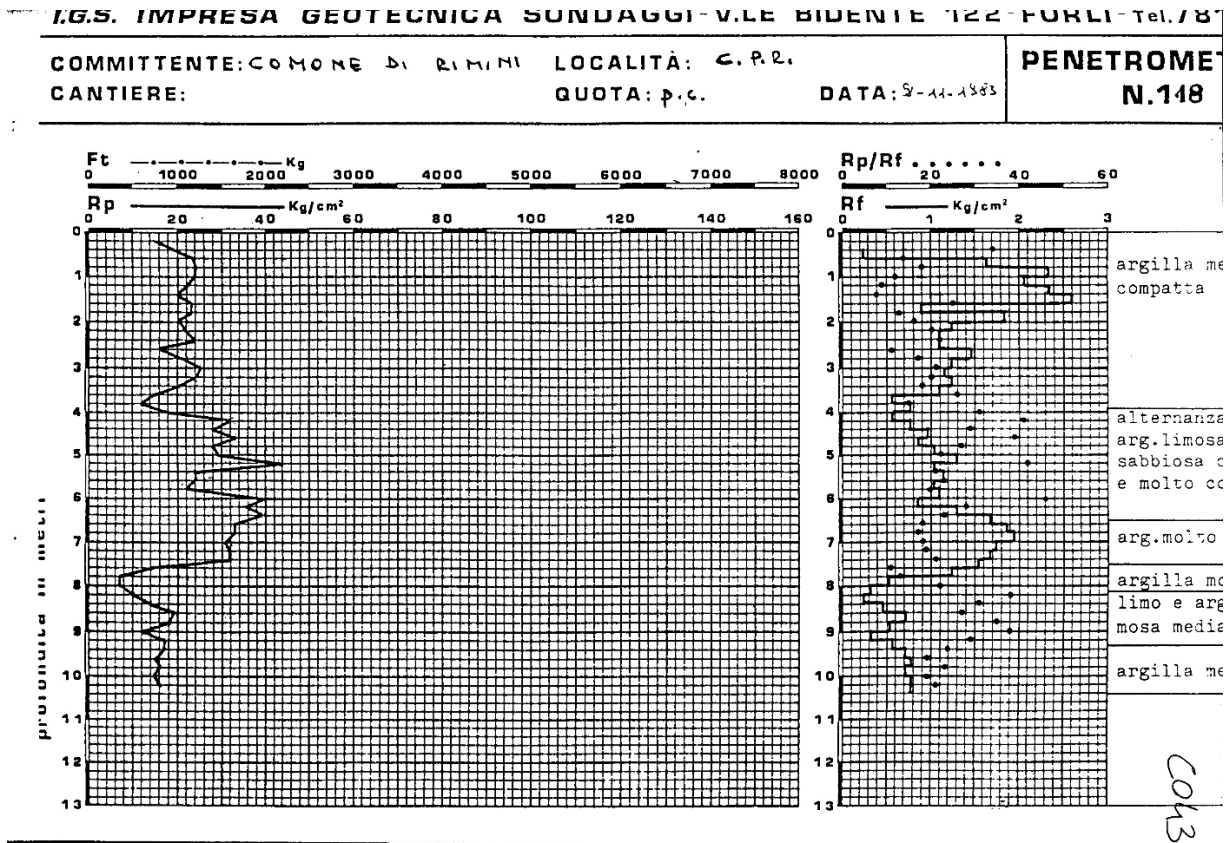


Figura 9.5 – Prova penetrometrica N.148 – C043

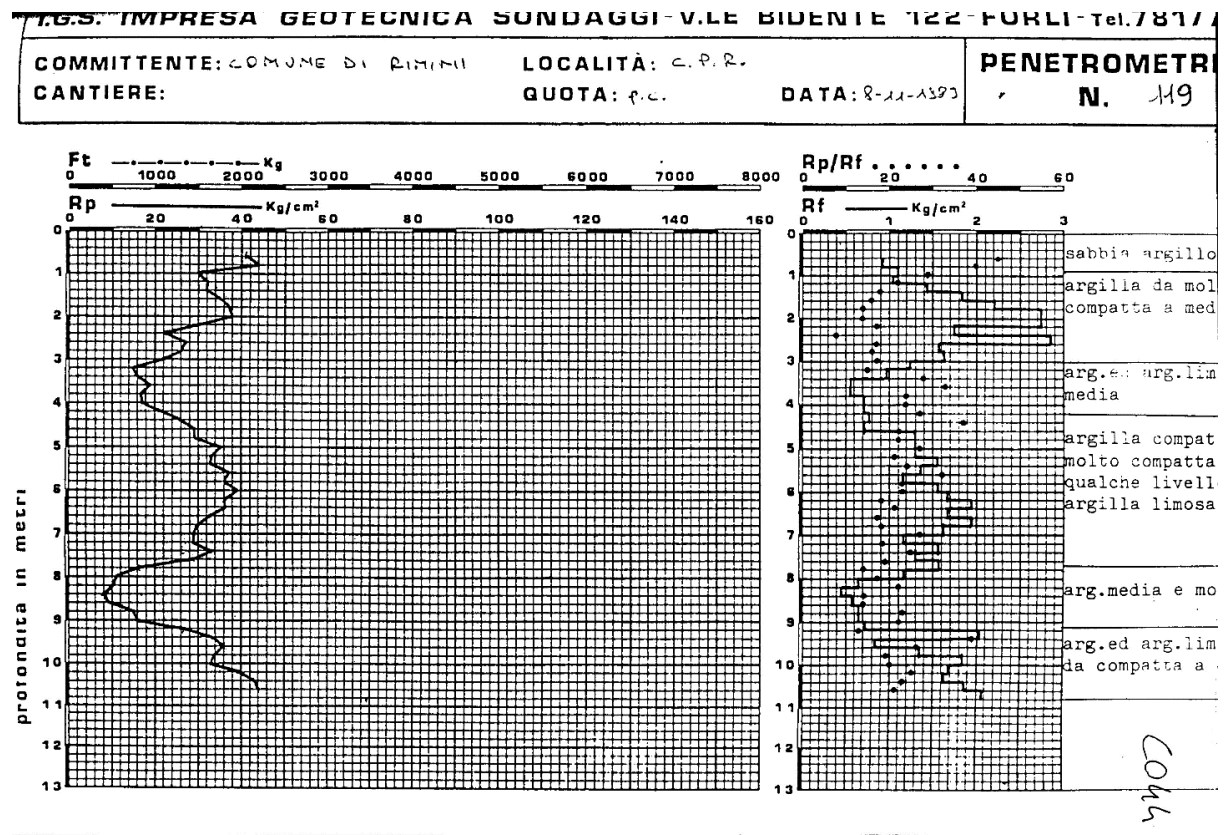


Figura 9.6 – Prova penetrometrica N.119 – C044

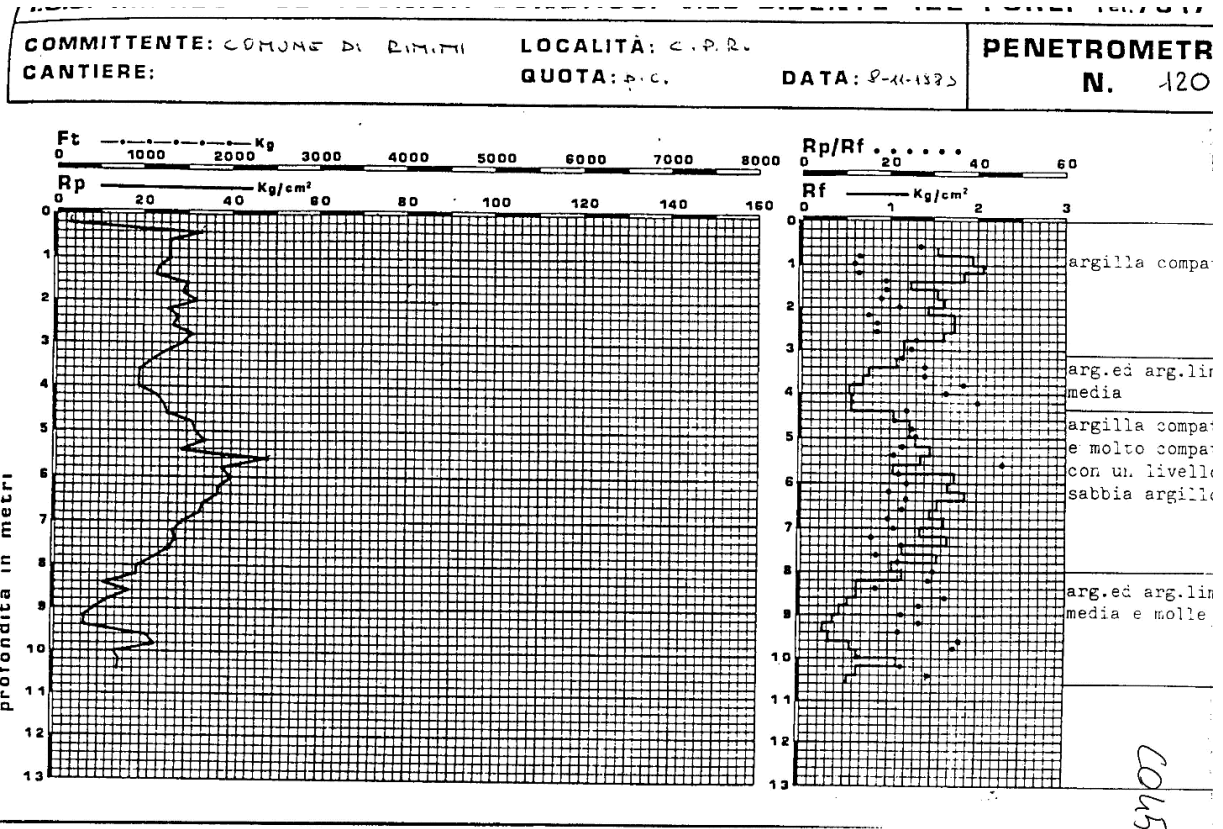


Figura 9.7 – Prova penetrometrica N.120 – C045

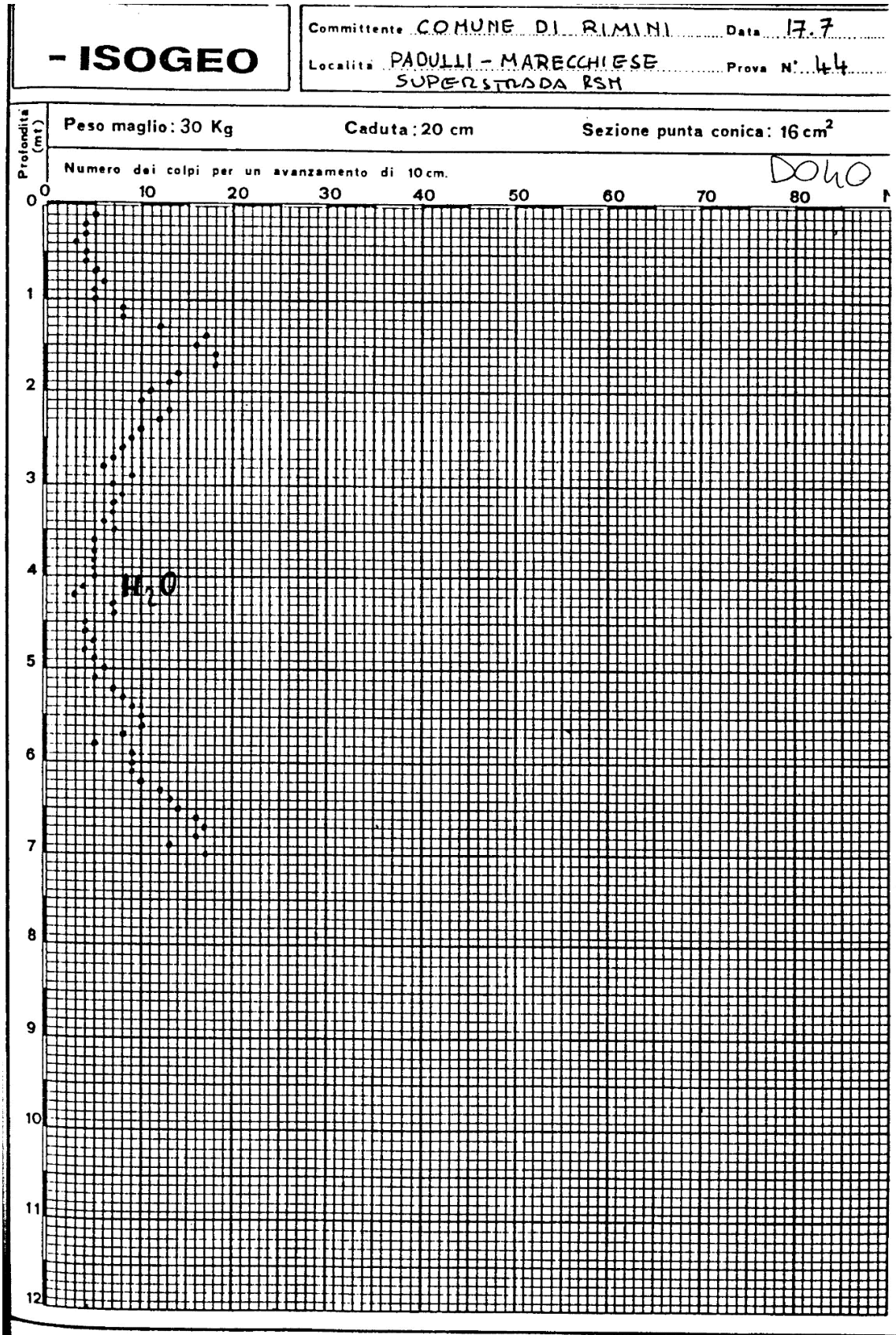


Figura 9.8 – Prova penetrometrica N.44 – D040

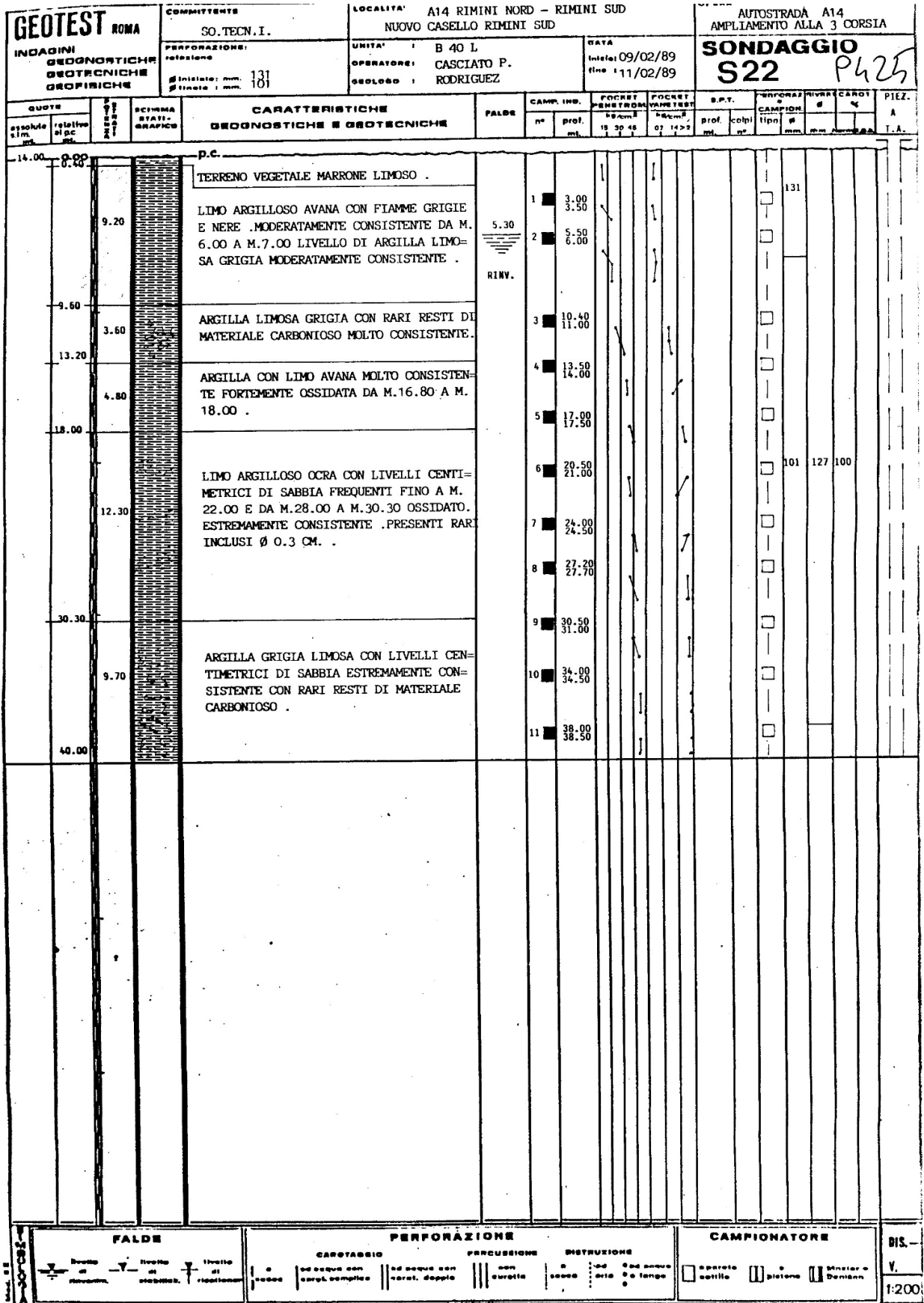


Figura 9.9 – Sondaggio S25 – P425

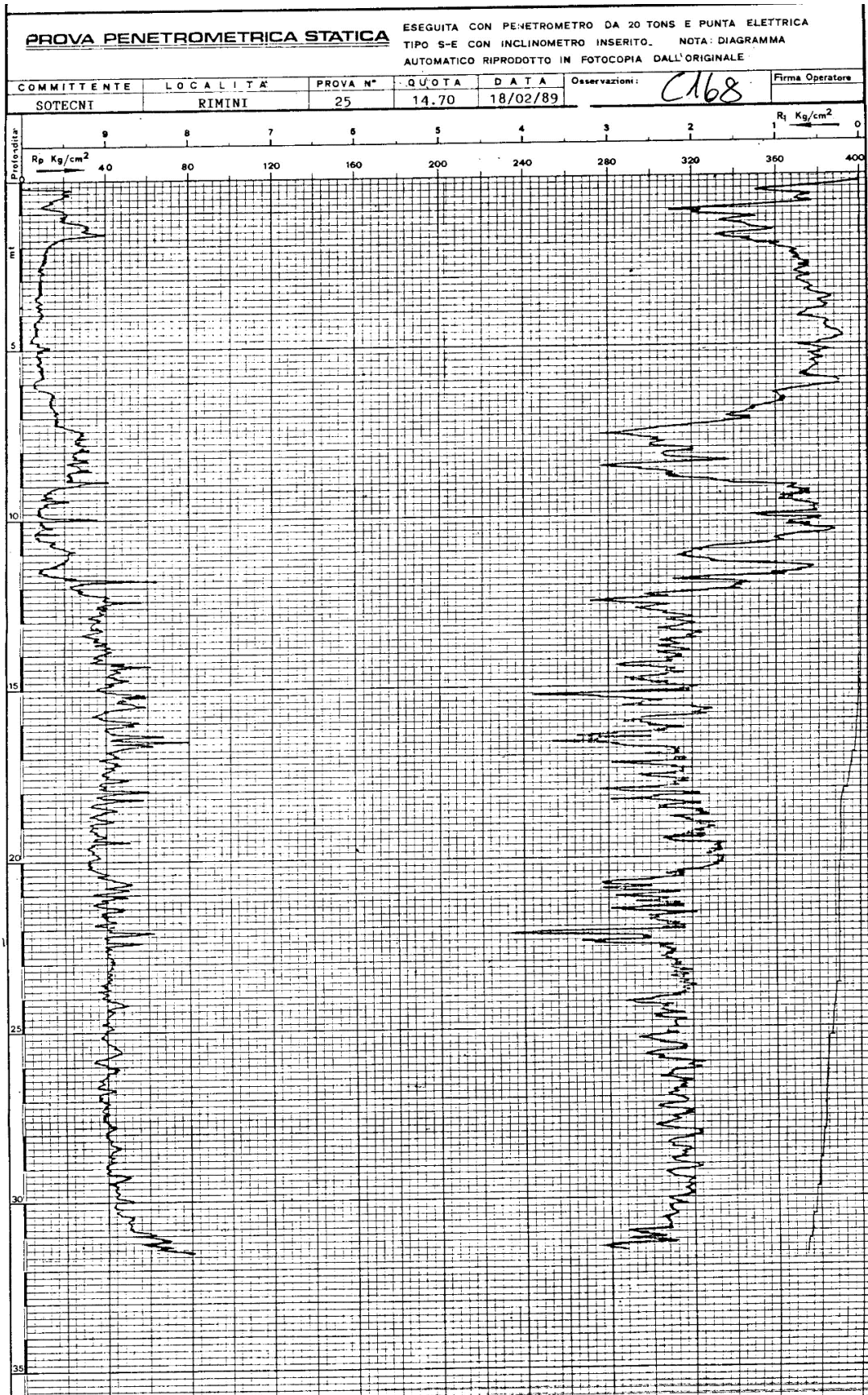


Figura 9.11 – Prova Penetrometrica S25 – C168

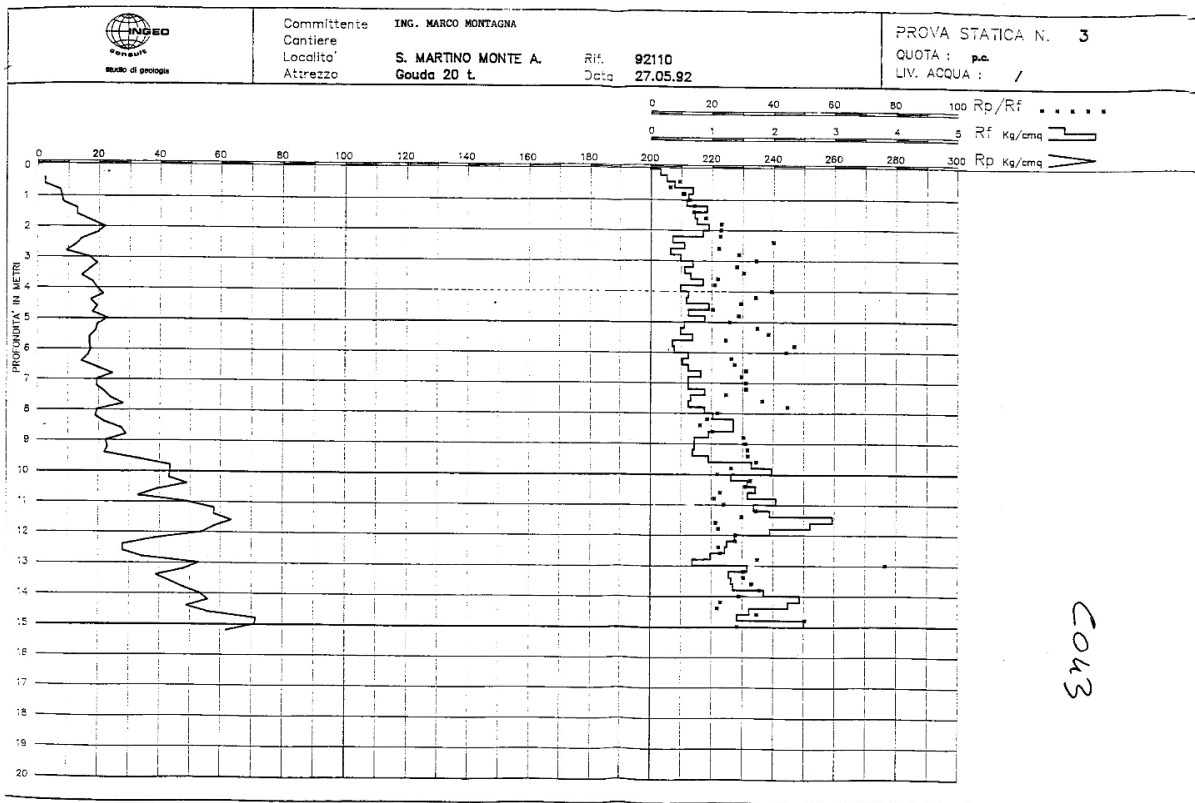


Figura 9.12 – Prova Penetrometrica N.3 – C043

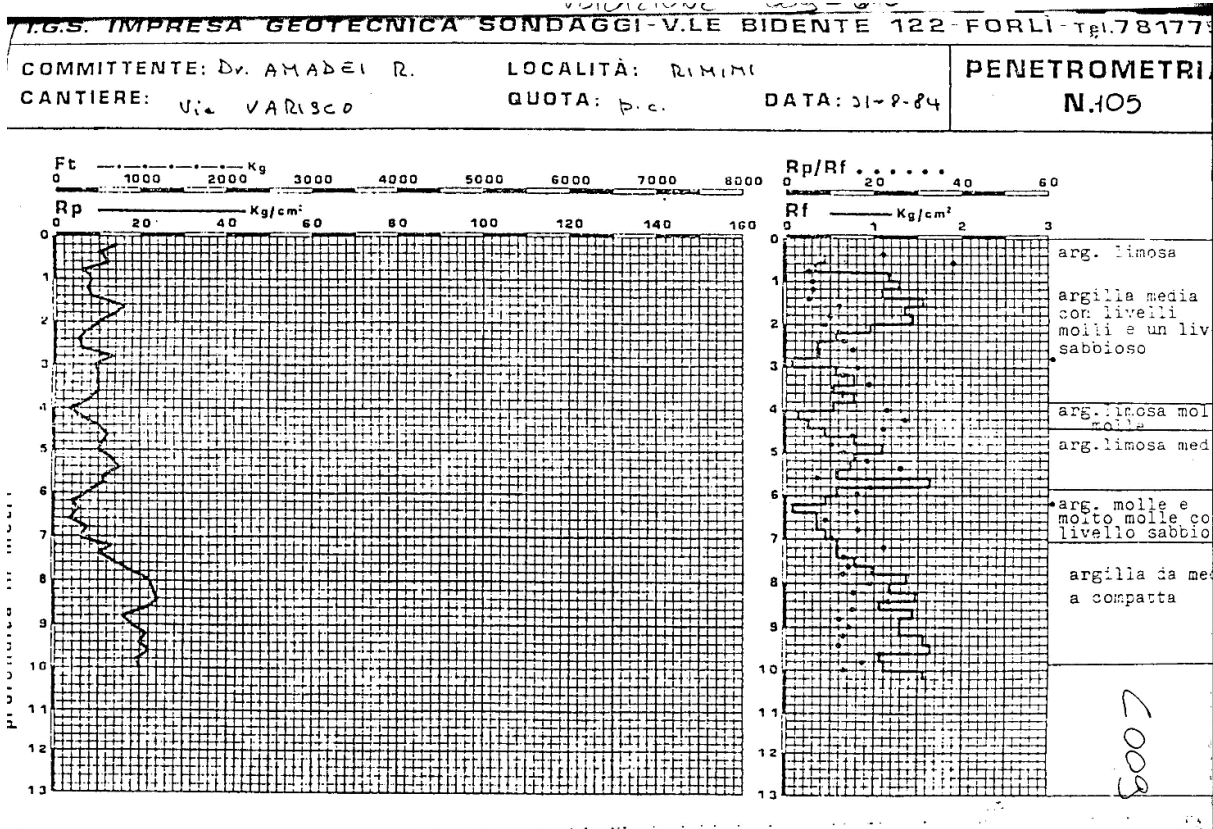


Figura 9.13 – Prova Penetrometrica N.105 – C009

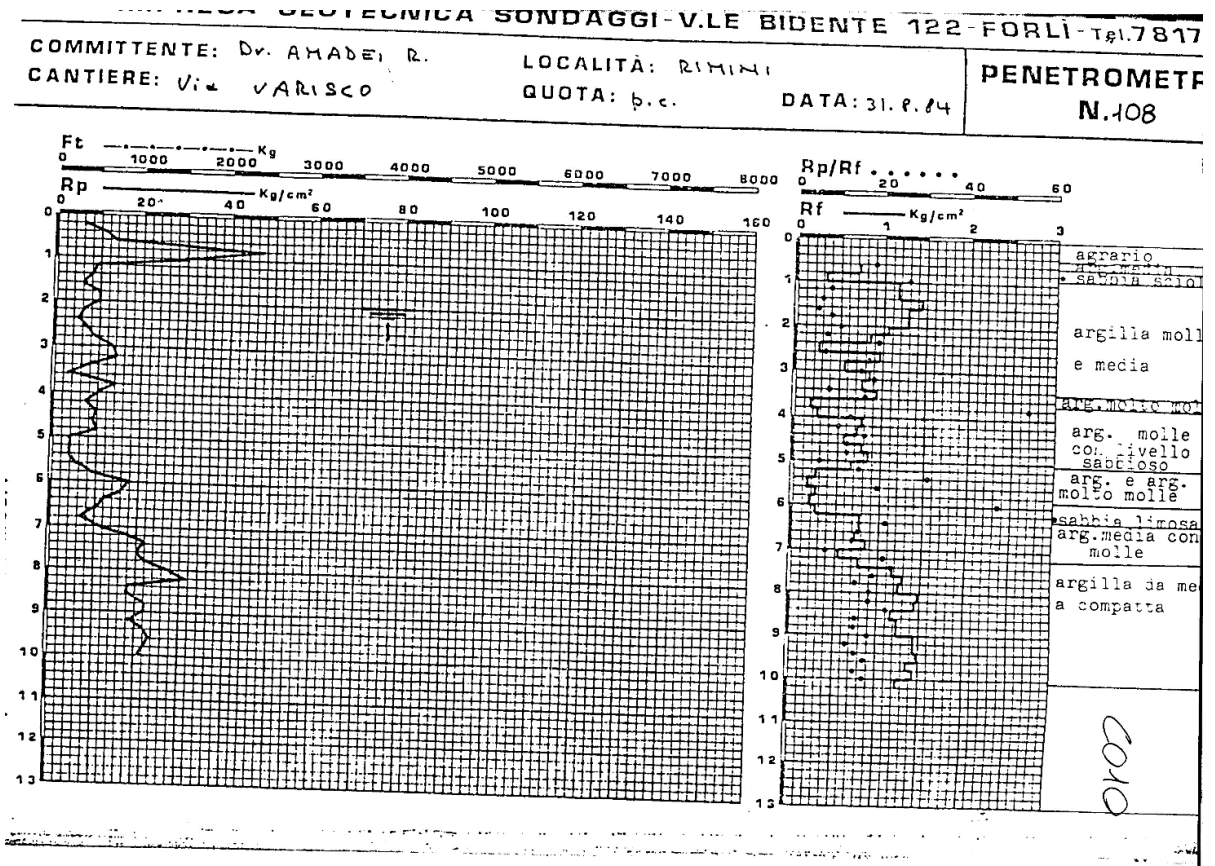


Figura 9.14 – Prova Penetrometrica N.108 – C010

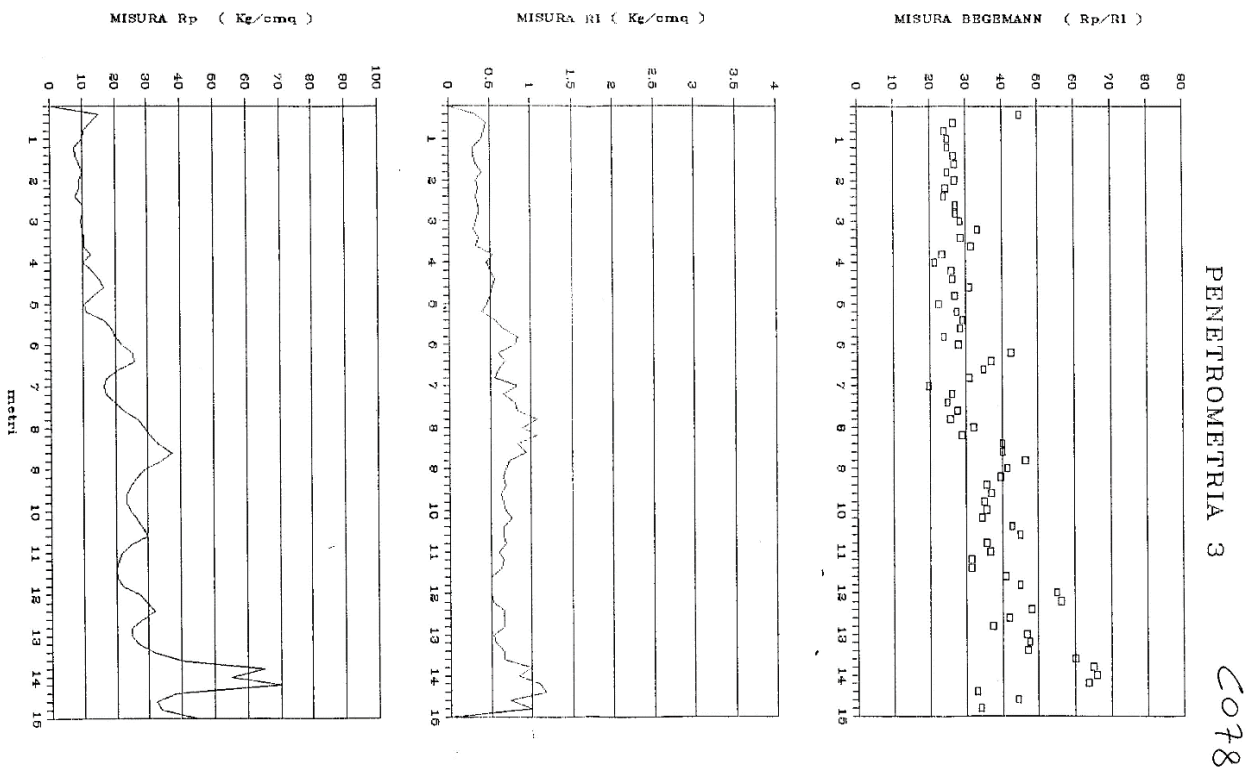


Figura 9.15 – Prova Penetrometrica N.3 – C078

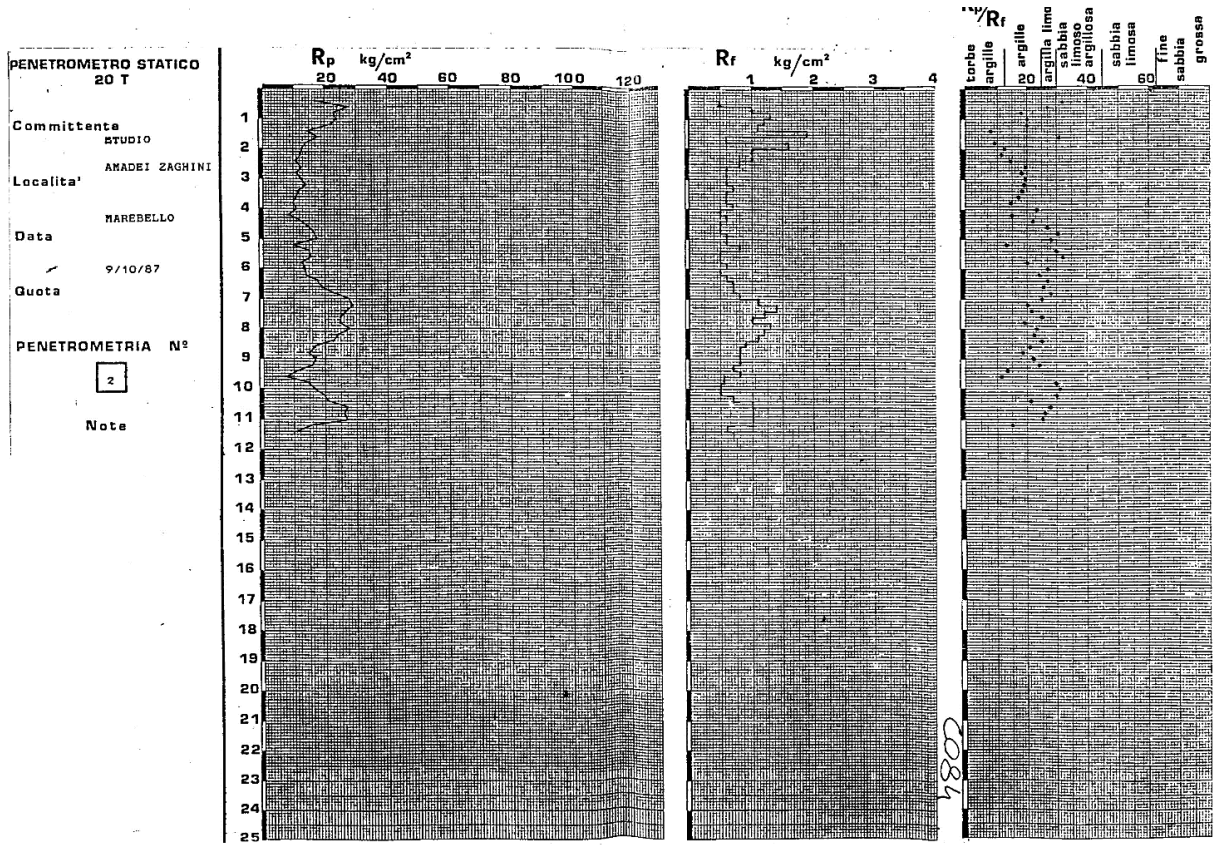


Figura 9.16 – Prova Penetrometrica N.2 - 20 T

S.G.R. di MARCO RONCUZZI DR. GEOLOGO
 Via Zagarelli alle mura, 22
 48100 Ravenna

256160 C162

Rifer. 21-02

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 107

- committente : Comune di Rimini
 - lavoro : Nuovi sottopassi FS
 - data : 17/06/2002
 - quota inizio :
 Piano Campagna
 - localit  : Rimini, v.le Portofino
 - prof. falda :
 1,35 m da quota inizio
 - note :
 Ancoraggio difficoltoso sabbie in superficie
 - scala vert.: 1,0 150 2,0 3,0

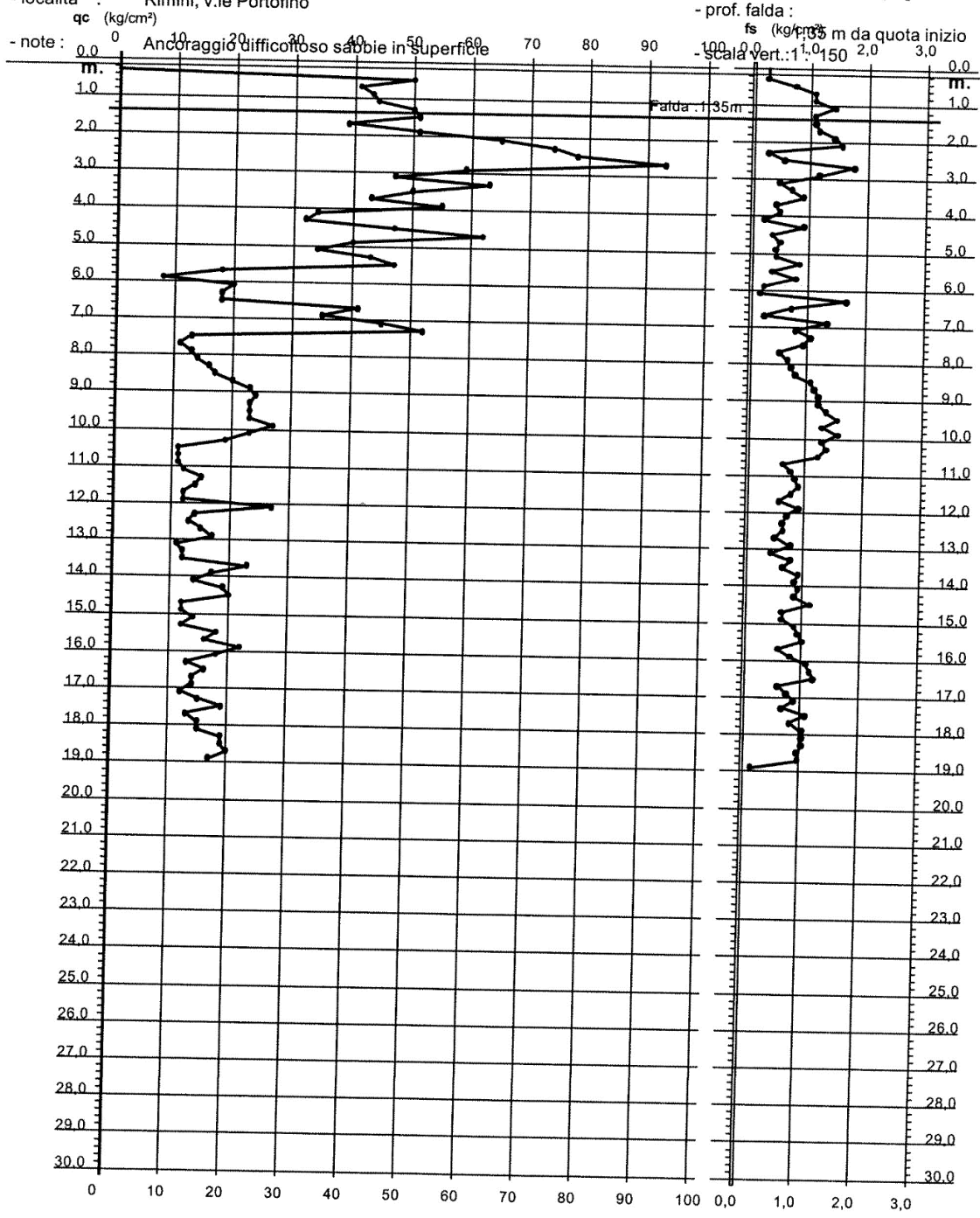


Figura 9.17 – Prova Penetrometrica N. 107 - 256160 – C162

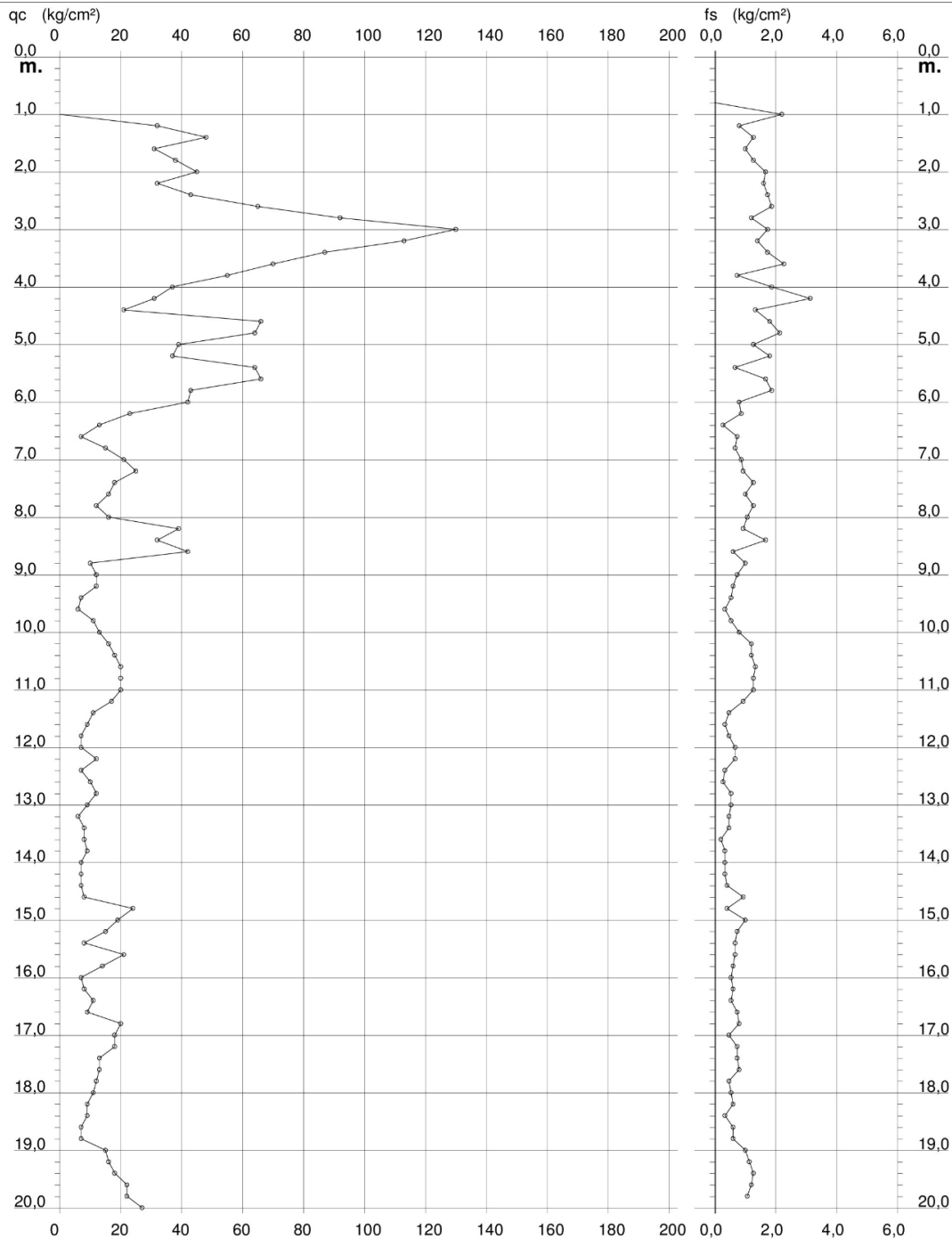
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 23

2.01PG05-095

- committente : Comune di Rimini
 - lavoro : Progetto Speciale Piano dell'Arenile - Prot. 13301
 - località : Rimini
 - note : Prelevato campione a -4.0 m da p.c.

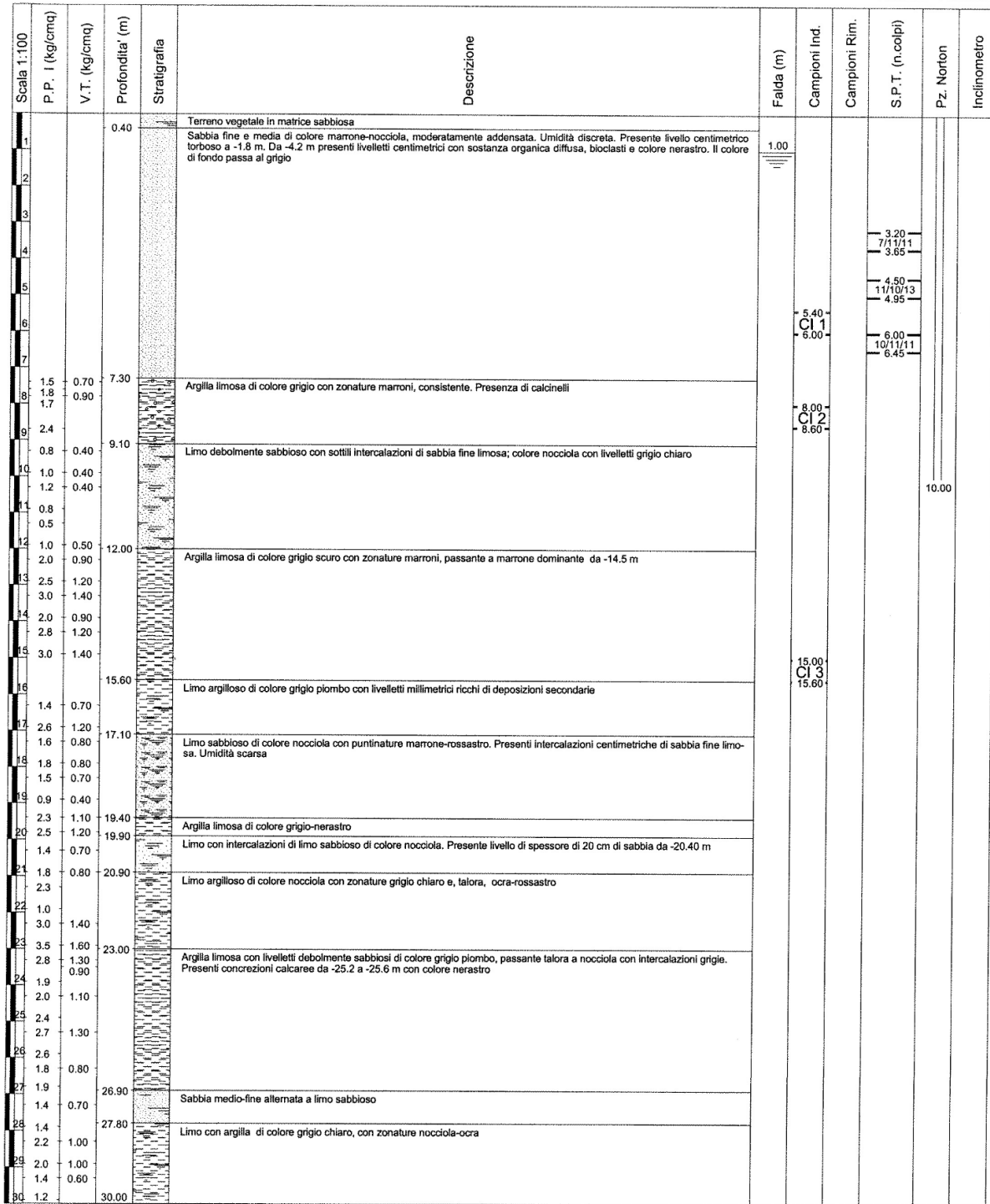
- data : 31/03/2005
 - quota inizio : -1,00 m da quota riferim.
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - scala vert.: 1 : 100



256160C167

Figura 9.18 – Prova Penetrometrica N. 23 - 256160 – C167

| | | |
|---|--|------------------------|
| | COMMITTENTE: Comune di Rimini | SOND.N. 20 |
| | CANTIERE: Via Siracusa - Rimini | PROF. (m): 30.00 |
| | PERFORATRICE: ELLETTARI EK200 STR | QUOTA (m): p.d.c. |
| | METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo | DATA INIZ.: 10/06/2002 |
| RIVESTIMENTO: Ø127 mm | ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere Ø 101 mm | DATA FINE: 10/06/2002 |
| PIEZOMETRO: Imnesso piezometro Ø 40 mm a -10.00 m da p.c. | | SCALA 1:100 |



Note:
 Livello falda rilevato a fine sondaggio.

CI = campione indisturbato tipo Oostenberg
 CD = campioni rimaneggiati

256160P440

Figura 9.19 – Prova Penetrometrica N. 20 - 256160 – P440