

# PARCO EOLICO IMPERIA MONTI MORO, GUARDIABELLA

Il Committente:



Sede Legale:

via Aldo Moro n. 28  
25043, Breno (BS)  
P.IVA e C.F. 04324160987

Oggetto:

**RELAZIONE GEOLOGICA E DI  
PERICOLOSITA' SISMICA**

Titolo:

**PROGRAMMA DELLE INDAGINI**



| Data    | Emis. | Aggiornamento | Data    | Contr. | Data    | Autor. |
|---------|-------|---------------|---------|--------|---------|--------|
| 06/2023 | AC SS | Emissione     | 06/2023 | AC SS  | 06/2023 | AC SS  |
|         |       |               |         |        |         |        |
|         |       |               |         |        |         |        |
|         |       |               |         |        |         |        |

Formato A4

GIUGNO 2023

| Commessa | Tip. impianto | Fase Progetto | Disciplina | Tip. Doc | Titolo | N. Elab | REV |
|----------|---------------|---------------|------------|----------|--------|---------|-----|
| 22109    | EO            | DE            | GE         | R        | 01     | 0010    | A   |

CONSULENZA GEOLOGICA A CURA DI:

I Tecnici: Dott. Geol. Alessandro Canavero  
Dott.ssa Geol. Sabrina Santini

**Studio Associato  
di Geologia Tecnica**



Sede: Piazza Armando Diaz 11/5, 17100 Savona (SV)  
tel 019.813843 - 019.2051420 e-mail: geolab@studiogeolab.it  
www.StudioGEOLAB.it

File: Imperia\_Monti Moro Guardiabella\_IM01\_2022\_Geologica\_finale\_Sottostazione Elettrica.doc

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI - Questo documento è di proprietà esclusiva del progettista ivi indicato sul quale si riserva ogni diritto. Pertanto questo documento non può essere copiato, riprodotto, comunicato o divulgato ad altri o usato in qualsiasi maniera, nemmeno per fini sperimentali, senza autorizzazione scritta dallo stesso progettista.

---

**INDICE**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>0. SOMMARIO .....</b>                   | <b>3</b>  |
| <b>1. OGGETTO DELL'INCARICO .....</b>      | <b>3</b>  |
| <b>2. INTERVENTO IN PROGETTO .....</b>     | <b>3</b>  |
| <b>3. PROGRAMMA MINIMO D'INDAGINE.....</b> | <b>6</b>  |
| <b>4. CONCLUSIONI .....</b>                | <b>10</b> |

## **0. SOMMARIO**

Gli Scriventi, Dott.ssa Geologo Sabrina Santini e Dott. Geologo Alessandro Canavero, domiciliati presso lo Studio Associato di Geologia Tecnica GEO.LAB, con sede a Savona in Piazza Diaz 11/5, ed iscritti all'Ordine Regionale dei Geologi della Liguria rispettivamente con i numeri 338 e 268, hanno realizzato la presente relazione geologica secondo il dettato del D.M. 17/01/2018 e della circolare n° 7 C.S.LL.PP. del 2019, su incarico Loro conferito dalla 3R Energia S.r.l.: questo relativamente al progetto di realizzazione di un parco eolico del proponente 18 più Energia S.r.l. composto da 32 aerogeneratori di potenza ciascuno pari a 6,2MW, per una potenza globale di 198.4 MW, da collocare sotto i crinali montani che da Colle San Bartolomeo raggiungono San Bernardo di Conio passando per Monte Guardiabella e proseguono fino a Cipressa passando per il Colle d'Oggia e il Monte Faudò, nei territori comunali di Pieve di Teco, Caravonica, Borgomaro, Aurigo, Rezzo, Montalto Carpasio, Prelà, Dolcedo, Castellaro, Pietrabruna e Cipressa.

## **1. OGGETTO DELL'INCARICO**

Su incarico conferito dalla 3R Energia S.R.L., è stata condotta una campagna di rilevamento allo scopo di caratterizzare dal punto di vista geologico e sismico il sedime dell'intervento di edificazione del Parco Eolico Imperia Monti Moro, Guardiabella e di tutte le opere accessorie e connesse.

Lo studio è stato preceduto da una prima fase di raccolta bibliografica effettuata presso gli Uffici Regionali, Provinciali, Comunali, e tramite varie fonti ufficiali: IFFI, PAI, repertorio cartografico della Regione Liguria, ARPAL, ISPRA, ecc., al fine di reperire il maggior numero di informazioni possibili sull'areale d'interesse e programmare il piano delle attività previste.

In sintesi, nell'ambito del progetto, per quanto riguarda gli aspetti geologici, sono state eseguite le attività di rilevamento geomorfologico, geologico e sismico da cui sono emerse le principali caratteristiche del sito. Il presente lavoro è atto a definire la campagna di indagini che sarà necessario avviare nella successiva fase di progetto propedeutica alla redazione degli elaborati esecutivi; gli elementi qui indicati circa le indagini da eseguirsi costituiscono una serie di accertamenti geognostici investigativi minimi al fine di garantire un'adeguata progettazione degli interventi previsti.

## **2. INTERVENTO IN PROGETTO**

Le successive immagini consentono l'inquadramento generale del parco eolico in progetto e da esse si evince la complessità dell'intervento qui di seguito sintetizzato.

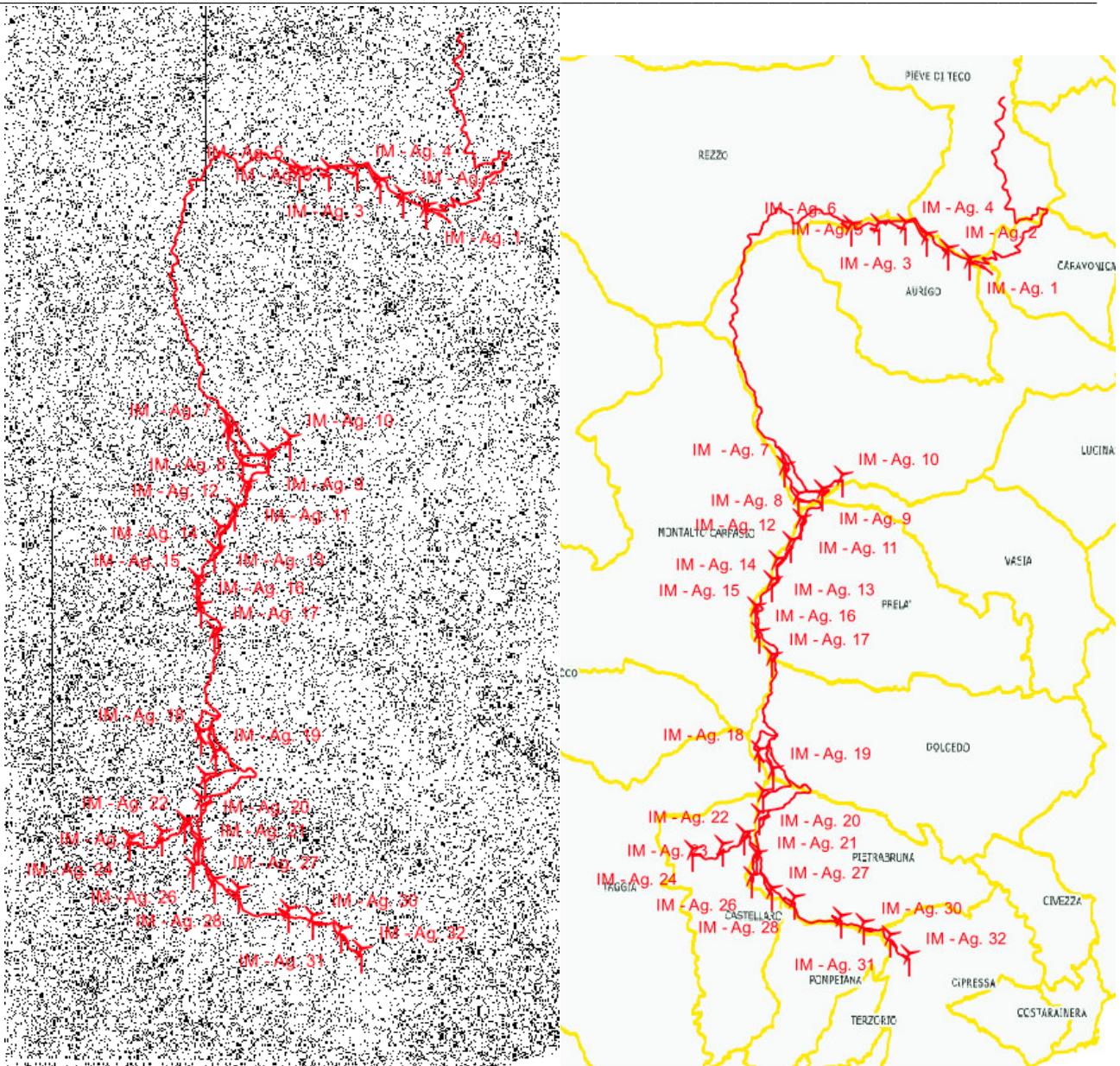


Figura 2.1: Inquadramento dell'area di intervento su base CTR regione Liguria (aerogeneratori, strada di collegamento tra aerogeneratori, strada di connessione tra parco eolico e sottostazione elettrica, strada di accesso al sito) e successivo inquadramento nell'abito amministrativo/territoriale.

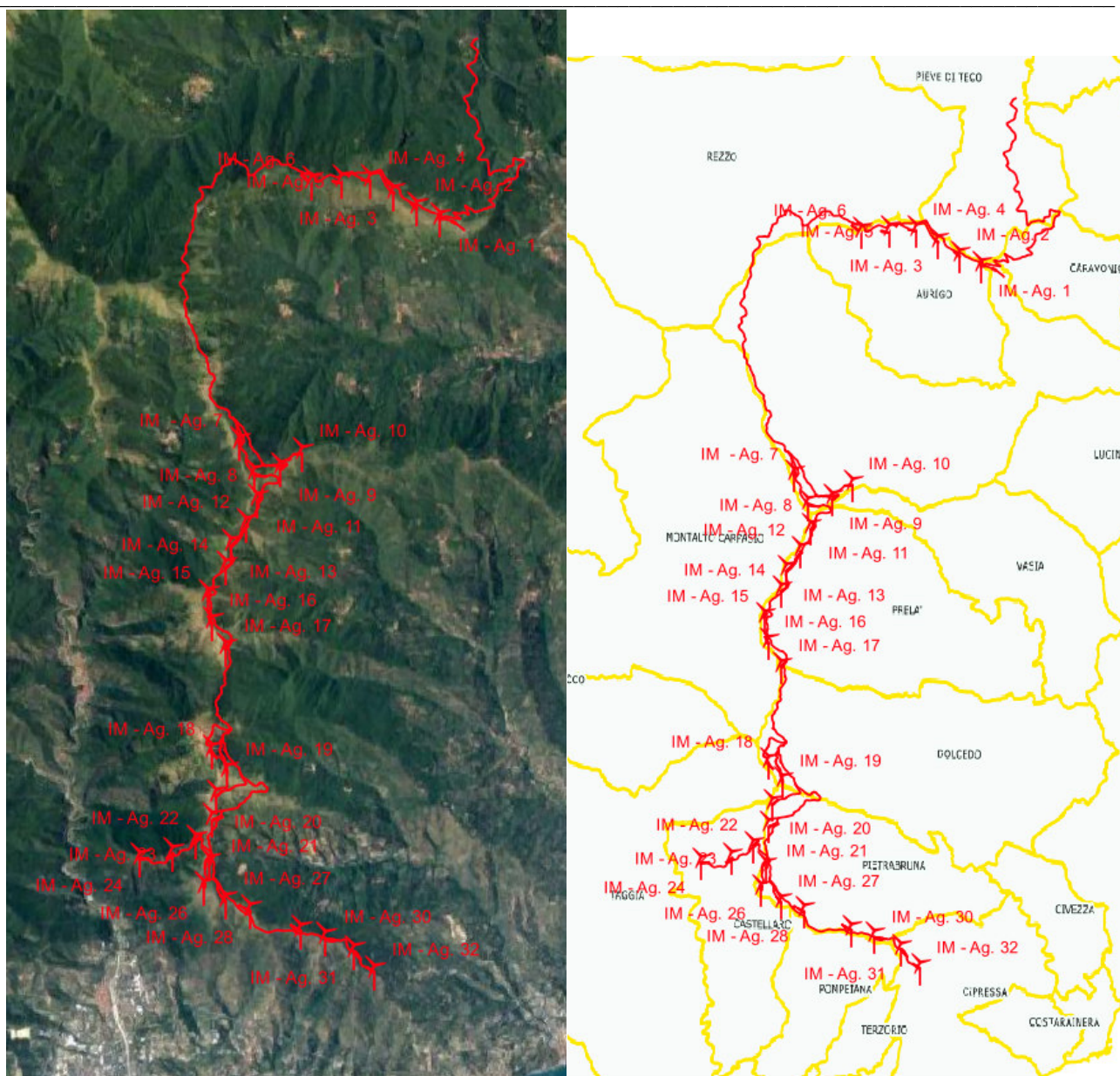


Figura 2.2: Inquadramento dell'area di intervento su base satellite Google Maps (aerogeneratori, strada di collegamento tra aerogeneratori, strada di connessione tra parco eolico e sottostazione elettrica, strada di accesso al sito), e successivo inquadramento nell'abito amministrativo/territoriale.

### **PARCO EOLICO IMPERIA, MONTI MORO, GUARDIABELLA**

Al fine di semplificarne la trattazione è stato suddiviso in una Zona Settentrionale, una Zona Centrale ed in una Zona Meridionale collegate tra loro dalla "strada di collegamento" ed altre opere accessorie sia ad ogni singolo aerogeneratore sia a servizio di tutte le turbine. Sinteticamente l'intervento si compone di:

- **Zona Settentrionale** del Parco Eolico Monti Moro, Guardiabella, in prossimità del Monte Guardiabella dove è prevista l'edificazione di 6 aerogeneratori dei 32 previsti a progetto e rispettivamente quelli denominati da AG01 ad AG06, su una dorsale montuosa ad andamento WNW/ESE che dal Monte Aurigo (metri 1115 s.l.m.) si sviluppa fino al Picco Ritto (metri 930 s.l.m.) passando per il Monte Guardiabella (metri 1120).
- **Zona Centrale** dove è prevista l'edificazione di 21 aerogeneratori in due blocchi, rispettivamente di 11 aerogeneratori da AG07 ad AG17 e di 10 aerogeneratori da AG18

- ad AG27 su una dorsale montuosa ad andamento N/S che dal Monte Arbozzaro (metri 1130 m.l.m) si sviluppa fino al Monte Sette Fontane (metri 793 s.l.m.) passando per il Monte Follia (metri 1130 s.l.m.) e Monte Faudò (metri 1150 s.l.m.).
- **Zona Meridionale** dove è prevista l'edificazione dei restanti 5 aerogeneratori, da AG28 ad AG32, su una dorsale montuosa a sviluppo NW/SE individuata dai monti Monte Sette Fontane (metri 793 s.l.m.) e Pian delle Vigne (metri 541 s.l.m.).
    - Piazzola di montaggio → per ogni aerogeneratore;
    - Strutture di fondazione → per ogni elemento strutturale presente nel progetto, turbine, cabina elettrica, ecc.;
    - Strada di collegamento → le vie che collegano le turbine tra loro e la stazione elettrica;
  - **Stazione di consegna in Comune di Borgonaro**
  - **Opere elettriche a loro volta così suddivise:**
    - Posa cavidotto interrato MT di collegamento tra il parco eolico e la sottostazione;
    - Realizzazione sottostazione elettrica;
    - Posa cavidotto interrato AT di collegamento tra la sottostazione ed il punto di consegna;
  - **Adeguamenti alle strade provinciali e comunali**
  - **Opere di ingegneria naturalistica**

Tale articolato progetto prevede, quindi, oltre alla realizzazione delle turbine anche di viabilità e/o adeguamento di viabilità esistente, manufatto cabina elettrica, opere a rete, ecc., per la cui esecuzione è necessario ricorrere ai dettami del Testo Unico sulle costruzioni del 2018.

### **3. PROGRAMMA D'INDAGINE**

L'inquadramento generale geologico, in cui si intende realizzare il parco eolico, ha evidenziato sia la presenza di roccia subaffiorante sia la locale presenza di notevoli coltri (con spessori plurimetrici) sovrapposte ad un ammasso roccioso in scarse condizioni geomeccaniche (il cappellaccio d'alterazione presenta anch'esso spessori plurimetrici e scarsissime condizioni geomeccaniche), tra l'altro, localmente poco indagate in passato da campagne di indagini reperibili.

Pertanto, si rende necessaria una campagna di indagine commisurata all'importanza dell'intervento in progetto atta ad individuare le caratteristiche fisico-meccaniche sia delle coltri di copertura sia dell'ammasso roccioso che si presenta a profondità variabile.

Le indicazioni qui fornite sono pertanto da ritenersi minime ed indispensabili per la buona riuscita della progettazione dell'intervento nel suo complesso.

#### **PROSPEZIONI GEOGNOSTICHE**

Durante la successiva fase di progettazione sarà necessario eseguire approfondimenti circa le conoscenze geologiche del sito mediante l'esecuzione di:

-  Sondaggi a rotazione con continua estrazione di campione e prove in foro (SPT, SCPT);

- Geofisica in foro tipo down-hole e cross-hole;
- Geofisica di superficie del tipo a rifrazione con restituzione tomografica, HVSR e MASW ad integrazione di quanto già fin qui svolto;
- Penetrometriche superpesanti DPSH;
- Rilevazione/monitoraggio presenza di acqua di falda.

I sondaggi dovranno essere spinti in profondità fino ad intestarsi almeno 15 – 20 metri all'interno dell'ammasso roccioso di base, e comunque per profondità non inferiori a 30 metri dalla base della fondazione del manufatto. Nel corso delle perforazioni si dovranno eseguire le prove in foro (SPT) con cadenza non inferiore a una prova ogni 1,5 metri di perforazione ove possibile e comunque almeno per tutto lo spessore delle coltri; in ogni sondaggio deve essere rilevata la presenza di falda idrica, rilevati e monitorati in fase di perforazione i parametri di perforazione (resistenza all'avanzamento, perdita di fluidi di circolazione, usura corone diamantate, coppia di perforazione, ecc.) con finalità di accertamento geotecnico della competenza geomeccanica dei singoli livelli attraversati. I sondaggi saranno eseguiti con l'impiego di carotiere doppio e corone diamantate con l'ausilio di rivestimenti per il sostegno del foro di sondaggio.

#### **INDAGINI DI LABORATORIO**

Durante le indagini di cui sopra sarà necessario prelevare campioni disturbati ed indisturbati per l'esecuzione di analisi di laboratorio geotecnico e geomeccanico, da eseguirsi presso un laboratorio geotecnico geomeccanico riconosciuto ed autorizzato dal Ministero LL.PP. volte all'individuazione dei parametri tecnici sia fisico-meccanici sia elastici dei terreni e delle rocce presenti. I campioni previsti in numero minimo per sondaggio, e comunque in quantità da consentire le sotto indicate prove, sono almeno tre per le coltri e almeno tre per le rocce presenti (qualora risultassero evidenti ulteriori cambi litologici il numero di campioni dovrà essere adeguato), in particolare si dovranno eseguire:

#### **Geotecnica**

- Massa volumica mediante fustella e pesata
- Peso specifico dei granuli
- Peso di volume secco e saturo
- Indice dei vuoti, della porosità e del grado di saturazione, limiti di consistenza
- Resistenza alla punta con pocket penetrometer e vane Test sulle carote estratte
- Analisi granulometrica per via secca per vagliatura
- Analisi granulometrica per sedimentazione con aerometro
- Consolidazione edometrica ad incrementi di carico controllati
- Taglio diretto consolidata drenata
- Triassiale UU e CD
- Espansione laterale libera
- Angolo d'attrito interno
- Angolo di attrito interno a volume costante
- Coazione efficace

#### **Geomeccanica**

- Massa volumica apparente (Peso di volume naturale)

- ✚ Peso di volume reale
- ✚ Coesione
- ✚ Angolo di attrito interno
- ✚ Compressione monoassiale con rilievo delle deformazioni assiali e diametrali: carico massimo e resistenza costanti elastiche (Modulo di elasticità, Coefficiente di Poisson)
- ✚ Velocità onde elastiche di compressione ( $V_p$ )
- ✚ Point Load Strength Test
- ✚ Scatola di Hoek
- ✚ Tilt Test

## AEROGENERATORI E CABINA ELETTRICA

In corrispondenza di ogni turbina sarà necessario predisporre l'esecuzione di sondaggi a rotazione in formazione per la realizzazione di prove geofisiche in foro tipo Downhole e/o Cross-Hole eventualmente sottofalda con disposizione lineare dei sondaggi o a croce, nel senso della pendenza.

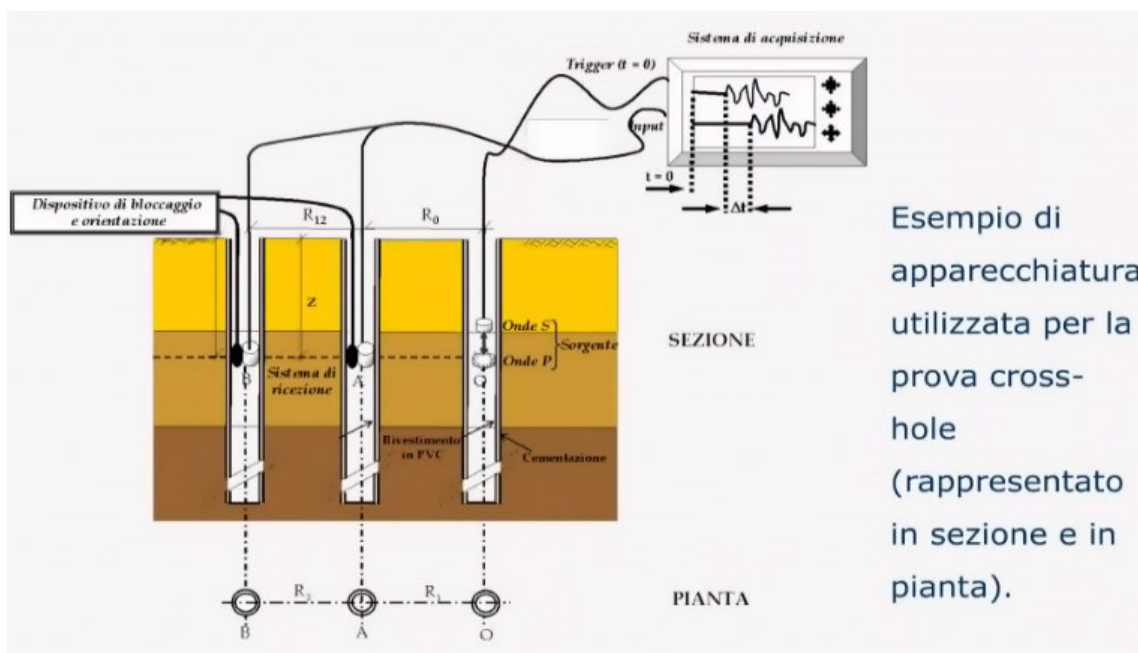


Figura 2.1: Schema tipo prova Cross - Hole (da Vannucchi)

In corrispondenza manufatti di rilievo, diversi dalle turbine, quali la cabina elettrica sarà necessario predisporre l'esecuzione di sondaggi a rotazione in formazione per la realizzazione di prove geofisiche in foro tipo Down-Hole (e/o Cross-Hole là dove le coltri di copertura superino i 10 metri), con almeno due perforazioni con disposizione lineare dei sondaggi nel senso della pendenza, associate a sismica a rifrazione di tipo superficiale.



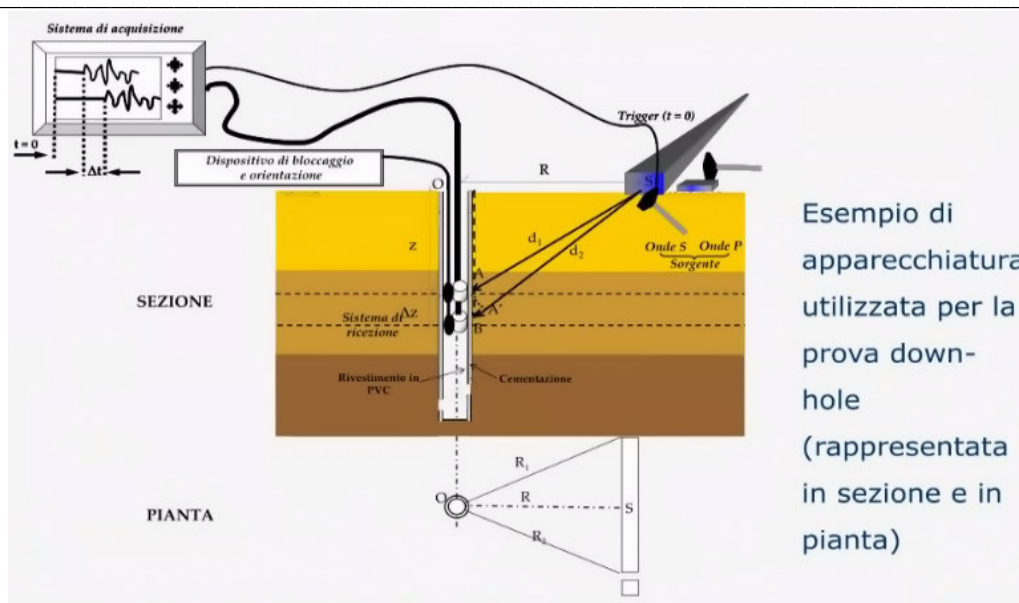


Figura 2.2: Schema tipo prova Down -Hole (da Vannucchi)

Sia in corrispondenza delle turbine sia in corrispondenza dei manufatti principali, almeno un sondaggio dovrà essere attrezzato a piezometro e dovrà essere monitorata la falda freatica per il periodo di esercizio dell'impianto; circa il monitoraggio delle fondazioni si segnala che verrà predisposto un apposito programma, pertanto, per il momento, non vengono previste installazioni inclinometriche. Si completerà l'indagine di campo mediante l'esecuzione di Penetrometriche super pesanti al fine di ottenere parametri geotecnici in situ per tutta la colonna delle coltri detritiche presenti.

I campioni per ogni verticale di sondaggio da sottoporre a prove di laboratorio devono essere almeno tre per le coltri (indisturbati prelevati con campionatore sottile tipo Shelby) e tre per l'ammasso roccioso. Le cassette catalogatrici dovranno essere conservate in corrispondenza dei siti di indagine oppure ricoverate in apposita struttura.

Eventuale esecuzione di profili sismici a rifrazione con restituzione tomografica, integrativi rispetto a quelle già sviluppate nel corso del presente lavoro, orientate nel senso della pendenza.

## VIABILITÀ ED OPERE ACCESSORIE

Lungo la viabilità in progetto si prevede di eseguire almeno una prova DPSH ogni 500 metri di sviluppo lineare (comunque ubicata in modo ragionato in base alla morfologia dei luoghi), fino a rifiuto al fine di rilevare "in continuo" i parametri delle coltri presenti e proseguire il monitoraggio delle caratteristiche tecniche in posto delle coltri.

Nel caso in cui gli interventi interferiscano con dissesti in atto o potenziali, come nei casi lungo la viabilità sia in adeguamento sia in progetto e per tutte quelle opere che potranno essere ancora oggetto di progettazione specifica: centrale di betonaggio, ecc.. potranno essere eseguite indagini specifiche tra quelle sopraindicate opportunamente dimensionate per la struttura in esame.

In corrispondenza di interferenze significative delle opere viarie ed accessorie, con dissesti già cartografati dagli enti territoriali, sarà necessario eseguire prove specifiche quali almeno un sondaggio a rotazione con prelievo di campioni da sottoporre ad indagini di laboratorio come sopra

descritto e prove in foro al fine di definire compiutamente le specifiche progettuali da applicare all'intervento specifico.

Nelle aree in cui i tracciati verranno eseguiti in rilevato sarà necessario predisporre una puntuale campagna di indagine pari a quella indicata per le turbine o per la cabina elettrica in base alle caratteristiche locali e del progetto, al fine di definire le tipologie di consolidamento del terreno e le prove in corso d'opera necessarie per l'esecuzione dei rilevati quali, ad esempio, densità in situ, carichi su piastra, ecc..

#### **4. CONCLUSIONI**

Premessa la facoltà del progettista geotecnico delle opere, di decidere autonomamente la campagna di indagine ritenuta più adeguata, si ritiene che le indicazioni qui rappresentate costituiscono un minimo di indagine da eseguirsi al fine di raggiungere la necessaria conoscenza per l'esecuzione del progetto in sicurezza.

Tale programma potrà comunque subire variazioni in seguito in fase di sviluppo della progettazione esecutiva, laddove risulterà necessario acquisire maggiori e/o diverse informazioni rispetto a quanto garantirebbe l'attuale programma.

Savona, li giugno 2023

Dott.ssa Geologo Sabrina Santini (O.R.G.L. n° 338)

Documento firmato digitalmente da Sabrina Santini

Dott. Geologo Alessandro Canavero (O.R.G.L. n° 268)

Documento firmato digitalmente da Alessandro Canavero