



COMUNE DI  
BENETUTTI



REGIONE AUTONOMA  
DELLA SARDEGNA



CITTA' METROPOLITANA  
DI SASSARI

# PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA PARI A 29.970 kWp

Sito in Comune di Benetutti – Provincia di Sassari



## PROCEDIMENTO AUTORIZZATIVO

### PROPONENTE:



BENETUTTI S.R.L.  
Via Dott. Giovanni Lai, 5/B  
07010 Benetutti (SS)  
P.I. 02866920909 – R.E.A. SS-210995  
PEC [benetuttisrl@legalmail.it](mailto:benetuttisrl@legalmail.it)

### TITOLO ELABORATO:

### ELABORATO:

Piano di Monitoraggio Ambientale

R30

### SCALA / FORMATO

Relazione f.to A4

### DATA EMISSIONE:

22 settembre 2022

### VIA

BNT.VIA.REL.R30

### SOCIETA' PROPONENTE

**BENETUTTI S.r.l.**

Responsabile Progetto  
P.M. Alberto Laudadio  
L. 4 / 2013 - ASSIREP n. 567

Responsabile Elaborato  
Ing. Cristina Rabozzi  
Ord. Ing. Prov. SP n. 1324A

### SOCIETA' DI SVILUPPO PROGETTO

**EMAN S.r.l.**

Sviluppo Energie Rinnovabili  
Via San Quintino 26/A – 10121 Torino (TO)  
P.I. IT 11439230019  
Mail [technical@emansrl.it](mailto:technical@emansrl.it) – PEC [eman.srl@pec.it](mailto:eman.srl@pec.it)

### Gruppo di Lavoro

### REVISIONI

N°	Nome e Cognome	Ruolo	N°	DATA	DESCRIZIONE
01	PM Alberto Laudadio	Management e coordinamento	01	9/15/2022	EMISSIONE
02	Ing. Agostino Amato	Progettazione Elettrica impianto	02		
03	Ing. Vincenzo Vergelli	PTO e Progettazione definitiva	03		
04	Ing. Agide Maria Borelli	Calcoli strutturali	04		
05	Dott.ssa Claudia Carente	Archeologica preventiva	05		
07	Dott. Agr. Fabrizio Vinci	Aspetti agronomici	07		
08	Ing. Gianluca Cadeddu	Tecnico in acustica	08		
09	Dott. Francesco Lecis	Aspetti biotici e avifauna	09		
10	Enviarea snc	SIA- Paesaggio e Aspetti Ambientali	10		
11			11		
12			12		
13			13		

## Sommarario

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INFORMAZIONI GENERALI E INQUADRAMENTO DELL'AREA D'INTERVENTO .....</b>	<b>4</b>
2.1	Soggetto proponente e disponibilità delle aree.....	4
2.2	Inquadramento generale del progetto.....	4
2.3	Inquadramento territoriale .....	4
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....</b>	<b>7</b>
3.1	Impianto fotovoltaico .....	7
3.1.1	<i>Layout impianto fotovoltaico .....</i>	<i>7</i>
3.1.2	<i>Caratteristiche tecniche dell'impianto fotovoltaico .....</i>	<i>8</i>
3.1.2.1	Cabine elettriche.....	10
3.1.2.2	Strade di accesso e finiture.....	11
3.2	Cavidotti.....	12
3.2.1	<i>Profondità e sistema di posa cavi .....</i>	<i>12</i>
3.3	Stazione elettrica di utenza (SEU) .....	13
3.3.1	<i>Impianto di terra.....</i>	<i>14</i>
3.3.2	<i>Fabbricati .....</i>	<i>15</i>
3.3.3	<i>Viabilità interna e finiture .....</i>	<i>15</i>
3.4	Opere elettriche per la connessione .....	15
3.5	Terre e rocce da scavo.....	16
3.6	Cronoprogramma .....	17
3.7	Gestione dell'impianto.....	18
3.8	Dismissione dell'impianto .....	19
3.8.1	<i>Gestione dei moduli fotovoltaici .....</i>	<i>19</i>
3.8.2	<i>Gestione strutture di sostegno .....</i>	<i>19</i>
3.8.3	<i>Gestione materiali ed apparati elettrici ed elettronici .....</i>	<i>19</i>
3.8.4	<i>Cabine elettriche, pozzetti prefabbricati, piste e piazzole .....</i>	<i>20</i>
3.8.5	<i>Stima dei tempi necessari per la dismissione.....</i>	<i>20</i>
3.8.6	<i>Opere di ripristino ambientale.....</i>	<i>20</i>
3.9	Interferenze.....	21
3.10	Rischio incidenti e salute degli operatori .....	24
3.11	Interferenza con altri progetti .....	24
3.12	Aspetti ambientali del progetto.....	27
3.12.1	<i>Fabbisogno di materie prime e utilizzazione di risorse naturali.....</i>	<i>27</i>
3.12.2	<i>Tutela della risorsa idrica .....</i>	<i>27</i>
<b>4</b>	<b>PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.....</b>	<b>29</b>
4.1	Obiettivi generali e requisiti del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA).....	29
4.2	Fasi della redazione del PMA.....	29
4.3	Identificazione delle componenti .....	29
4.4	Gestione dei dati di monitoraggio .....	31

4.5	Modalità temporale di espletamento delle attività .....	32
<b>5</b>	<b>COMPONENTI AMBIENTALI .....</b>	<b>33</b>
5.1	Suolo e sottosuolo .....	33
5.1.1	Identificazione dei parametri da monitorare.....	35
5.1.2	Aspetti metodologici.....	37
5.2	Atmosfera - Aspetti meteo-climatici .....	40
5.2.1	Identificazione dei parametri da monitorare.....	40
5.2.2	Aspetti metodologici.....	41
5.3	Atmosfera - Qualità dell'aria .....	43
5.3.1	Identificazione dei parametri da monitorare.....	43
5.3.2	Aspetti metodologici.....	44
5.4	Rumore .....	45
5.4.1	Identificazione dei parametri da monitorare.....	46
5.4.2	Aspetti metodologici.....	47
5.5	Campi elettromagnetici.....	49
5.5.1	Identificazione dei parametri da monitorare.....	50
5.5.2	Aspetti metodologici.....	50
<b>6</b>	<b>EFFICACIA DELLE MISURE DI MITIGAZIONE PER LE OPERE DI INSERIMENTO AMBIENTALE .....</b>	<b>53</b>
6.1	Monitoraggio delle opere a verde post impianto .....	53
6.1.1	Identificazione dei parametri da monitorare.....	53
6.1.2	Aspetti metodologici.....	54
6.2	Monitoraggio delle opere a verde di lungo periodo.....	54

## ALLEGATI

ALLEGATO 1 - SCHEDA DI RILEVAMENTO DELLA COMPONENTE 'SUOLO'

ALLEGATO 2 - LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

\* § \*

### Nota

Dove non espressamente indicato, i dati e le fonti utilizzate nel presente documento fanno riferimento a dati di pubblico dominio (conformemente alla Dir. 2006/116/EC) o, in alternativa, a materiale rilasciato sotto licenza Creative Commons (vedi [www.creativecommons.it](http://www.creativecommons.it) per informazioni e per la licenza) nelle versioni CC BY, CC BY-SA, CC BY-ND, CC BY-NC, CC BY-NC-SA e CC BY-NC-ND. In questo secondo caso, come previsto dai termini generali della licenza Creative Commons, viene menzionata la paternità dell'opera e, laddove consentito ed eventualmente eseguite, vengono indicate le modifiche effettuate sul dato originario.

\* § \*

**1 PREMESSA**

Il presente documento costituisce il progetto di Piano di Monitoraggio Ambientale che accompagna lo Studio di Impatto Ambientale (SIA) redatto per l'avvio del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale (ex art. 23 D.lgs. 152/2006) inerente il Progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare denominato 'Benetutti'. Si tratta di un impianto con potenza nominale pari a 29,970 MWp, nel Comune di Benetutti (SS) e avanzato dalla società Benetutti S.r.l. con sede legale in Via Dott. Giovanni Lai, 5/B - Benetutti (SS).

## 2 INFORMAZIONI GENERALI E INQUADRAMENTO DELL'AREA D'INTERVENTO

### 2.1 Soggetto proponente e disponibilità delle aree

Il proponente del progetto è Benetutti s.r.l. con sede legale in Via Dott. Giovanni Lai 5/B 07010 Benetutti (SS) e P.I. 02866920909.

È stato sottoscritto un contratto preliminare per la costituzione di diritto di superficie e di servitù tra i soggetti proprietari del terreno interessato dall'impianto e la società proponente.

### 2.2 Inquadramento generale del progetto

Il progetto per il quale si richiede la connessione in rete è un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare che prevede di installare 81.648 moduli fotovoltaici monofacciali in silicio monocristallino, da 370 Wp ciascuno, su strutture fisse metalliche ancorate al terreno mediante infissione.

L'impianto fotovoltaico sarà costituito complessivamente da 14 sottocampi fotovoltaici suddivisi in due aree geografiche come di seguito indicato:

- n° 5 sottocampi, nel Settore Nord, costituiti da 27.720 moduli distribuiti elettricamente su 990 stringhe connesse a 55 inverter e con una potenza AC pari a 10.175,00 kWp.
- n° 9 sottocampi, nel Settore Sud, costituiti da 53.928 moduli distribuiti elettricamente su 1926 stringhe connesse a 107 inverter e con una potenza AC pari a 19.795,00 kWp.

Da ciascuna stringa di moduli FV partirà un cavidotto in BT atto a convogliare l'energia elettrica verso il corrispondente inverter installato in campo (outdoor) che provvederà alla conversione DC/AC. Da ciascun inverter, analogamente, partirà un cavidotto che raggiungerà la relativa cabina di trasformazione, ove sarà posto il quadro di parallelo e il sistema di trasformazione che provvederà ad elevare il livello di tensione da bassa a media tensione. La tensione MT interna al campo fotovoltaico sarà pari a 30 kV.

Le cabine di trasformazione convoglieranno in media tensione il flusso di potenza generato verso una cabina di raccolta della distribuzione in media tensione (detta cabina di parallelo MT). Dalla cabina di raccolta del settore Nord partirà il cavidotto esterno in MT che andrà verso il settore Sud, e dalla cabina di raccolta di questo settore verso la Stazione elettrica utente MT/AT (SEU), dove è prevista l'elevazione della tensione da 30 kV a 150 kV per effettuare tramite cavo interrato AT 150 kV la connessione all'esistente Cabina Primaria E-Distribuzione di Bono.

### 2.3 Inquadramento territoriale

Il progetto prevede l'installazione di pannelli fotovoltaici per la produzione di energia da fonte rinnovabile nei comuni di Benetutti e Bono (SS) con una potenza di picco pari a 30.209,76 kWp ed una potenza complessiva AC pari a 29.970,00 kW.

L'impianto è suddiviso in due settori, connessi tra di loro attraverso un cavidotto interrato in MT in modo da costituire un'unica centrale fotovoltaica, in località *Ena e Sedina* e *Sa Mandra e Su Campu*. Nel Settore Sud avrà origine il cavidotto MT adibito al collegamento con la stazione elettrica utente (SEU), in cui avverranno la trasformazione in AT e la consegna. La stazione utente suddetta sarà ubicata in prossimità della CP Enel di Bono per il collegamento con la RTN.

L'area di impianto Sud si estende per circa 31.79 ettari ed ha geometria irregolare, per assecondare la morfologia del terreno e i confini catastali. La parte meridionale dell'area di impianto si affaccia su una strada che collega la SP11M e la SP22, non lontano dalle terme Aurora e San Saturnino.

L'area a Nord invece, di circa 11.26 ettari, ha geometria più regolare. L'area si colloca lungo viabilità rurale (ma asfaltata) che si collega alla SP7 (che scorre circa 350m a Nord dall'area di impianto).

Il tracciato del cavidotto in progetto, di circa 10.8km, seguirà in massima parte la viabilità esistente, intersecando il fiume Tirso in tre punti e il Riu Bicolle in uno.

Il centro abitato più vicino è Benetutti, posto ad una distanza di circa 1.3km in direzione Est dell'area di impianto Nord; Nule inoltre si localizza ad una distanza di circa 3.3km in direzione Est dell'area di impianto Nord.

L'area interessata dall'impianto Sud ha una quota compresa tra i 263 e i 299 m s.l.m. mentre quella a Nord tra i 290 e i 302 m s.l., con zone a bassa pendenza e zone con un'inclinazione maggiore. L'area è prevalentemente agricola e in termini di uso del suolo i terreni risultano interessati da seminativi non irrigui di tipo estensivo, arbusteti e aree a vegetazione rada e pascolo naturale.

Il layout elaborato nel merito della disposizione dei moduli al suolo deriva da un accurato studio di *micrositing*: l'analisi clinometrica globale, cioè la determinazione della perdita di producibilità dell'impianto fotovoltaico in relazione all'orizzonte osservato dall'impianto (presenza di colline, montagne, alberi etc.) e l'analisi clinometrica locale rappresenta invece la determinazione della perdita di producibilità dell'impianto fotovoltaico in relazione al mutuo ombreggiamento tra moduli fotovoltaici collocati su strutture adiacenti, oltre all'eventuale contributo attribuibile ad ostacoli presenti all'interno dell'area di impianto.

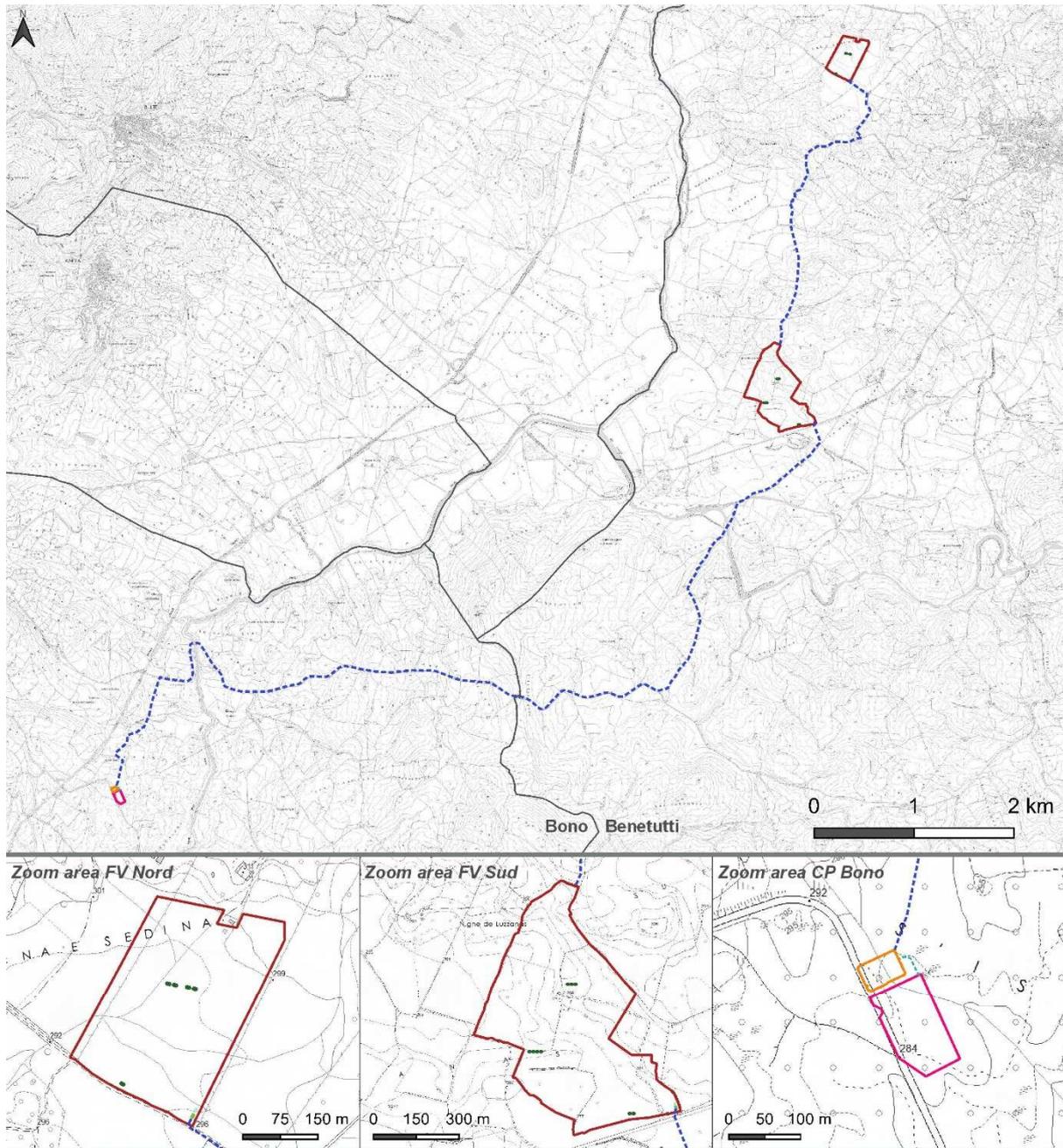
Il progetto viene sottoposto a Valutazione di Impatto Ambientale di competenza statale in quanto compreso tra quelli citati nell'Allegato II alla Parte Seconda del D.lgs. 152/2006 alla lettera 2, denominata "impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW". Inoltre, il progetto è incluso tra quelli ricompresi nel Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC), nella tipologia elencata nell'Allegato I-bis alla Parte Seconda del D.Lgs.152/2006, al punto 1.2.1 denominata "Generazione di energia elettrica: impianti idroelettrici, geotermici, eolici e fotovoltaici (in terraferma e in mare), solari a concentrazione, produzione di energia dal mare e produzione di bioenergia da biomasse solide, bioliquidi, biogas, residui e rifiuti;" ed anche nella tipologia elencata nell'Allegato II oppure nell'Allegato II-bis, sopra dichiarata.

Con riferimento ai beni paesaggistici e culturali si osserva che le aree d'impianto, la Stazione Elettrica Utente e lo stallo di consegna in cavo da realizzare – ampliamento della Cabina Primaria di Bono - e non interferiscono con 'Aree tutelate per legge' di cui all'art. 142, co. 1, del D.lgs. 42/2004 s.m.i. né con beni paesaggistici o elementi del patrimonio storico-architettonico e archeologico.

Il tracciato del cavidotto interrato in MT, invece, interferisce con 'Aree tutelate per legge' ai sensi art. 142, co. 1, lett c) *Fiumi, torrenti e corsi d'acqua*. Il cavidotto, tuttavia, sarà completamente interrato e attraverserà i corpi idrici mediante trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) e, nel caso del fiume Tirso, mediante staffaggio a ponti già esistenti. Pertanto, in termini di autorizzazione paesaggistica, ricade nella fattispecie di cui all'Allegato A - *Interventi ed opere in aree vincolate esclusi dall'autorizzazione paesaggistica*, punto A.15, del DPR 31/2017 e smi.

Le aree di progetto inoltre non interferiscono né si trovano nelle vicinanze di Aree Naturali Protette, elementi funzionali della rete ecologica regionale o siti della Rete Natura 2000.

Figura 1. Carta di inquadramento territoriale.



**LEGENDA**

□ Limiti amministrativi comunali

**FV Benetutti**

— Recinzione aree impianto FV

- - - Cavidotto interrato MT

— Cabine elettriche di trasformazione

— Cabine elettriche di parallelo

— Cabine di servizio e videosorveglianza

— Cabina Primaria di Bono  
(e stallo di consegna in cavo da realizzare)

— Stazione Utente Eman S.r.l.

— Cavo AT 150 kV Stazione Utente - CP

### **3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO**

Nella presente sezione si riporta una descrizione sintetica del progetto, rimandando alla documentazione di progetto per ulteriori approfondimenti in merito.

#### **3.1 Impianto fotovoltaico**

##### **3.1.1 Layout impianto fotovoltaico**

Il progetto per il quale si richiede la connessione in rete è un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare che prevede di installare 81.648 moduli fotovoltaici monofacciali in silicio monocristallino, da 370 Wp ciascuno, su strutture fisse metalliche ancorate al terreno mediante infissione.

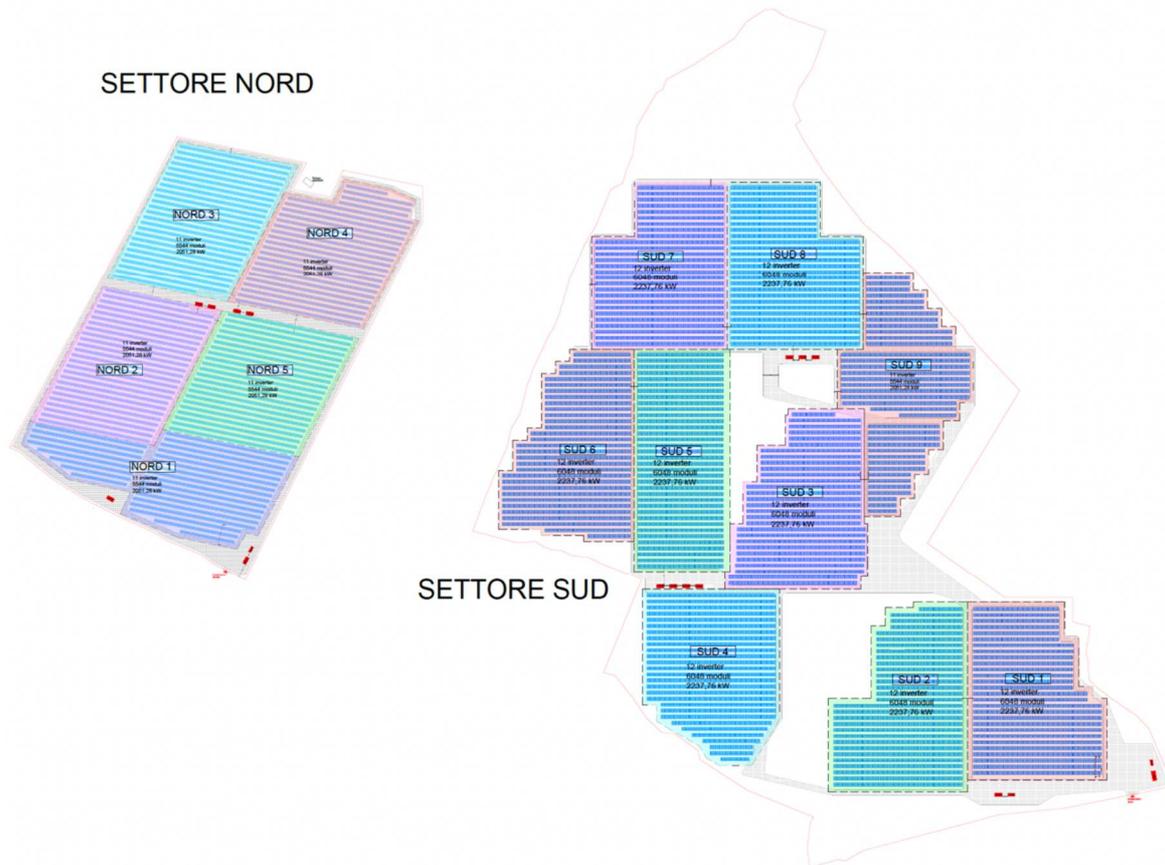
L'impianto fotovoltaico sarà costituito complessivamente da 14 sottocampi fotovoltaici suddivisi in due aree geografiche come di seguito indicato:

- n° 5 sottocampi, nel Settore Nord, costituiti da 27.720 moduli distribuiti elettricamente su 990 stringhe connesse a 55 inverter e con una potenza AC pari a 10.175,00 kWp.
- n° 9 sottocampi, nel Settore Sud, costituiti da 53.928 moduli distribuiti elettricamente su 1926 stringhe connesse a 107 inverter e con una potenza AC pari a 19.795,00 kWp.

Da ciascuna stringa di moduli FV partirà un cavidotto in BT atto a convogliare l'energia elettrica verso il corrispondente inverter installato in campo (outdoor) che provvederà alla conversione DC/AC. Da ciascun inverter, analogamente, partirà un cavidotto che raggiungerà la relativa cabina di trasformazione, ove sarà posto il quadro di parallelo e il sistema di trasformazione che provvederà ad elevare il livello di tensione da bassa a media tensione. La tensione MT interna al campo fotovoltaico sarà pari a 30 kV.

Le cabine di trasformazione convoglieranno in media tensione il flusso di potenza generato verso una cabina di raccolta della distribuzione in media tensione (detta cabina di parallelo MT). Dalla cabina di raccolta del settore Nord partirà il cavidotto esterno in MT che andrà verso il settore Sud, e dalla cabina di raccolta di questo settore verso la Stazione elettrica utente MT/AT (SEU), dove è prevista l'elevazione della tensione da 30 kV a 150 kV per effettuare tramite cavo interrato AT 150 kV la connessione all'esistente Cabina Primaria E-Distribuzione di Bono.

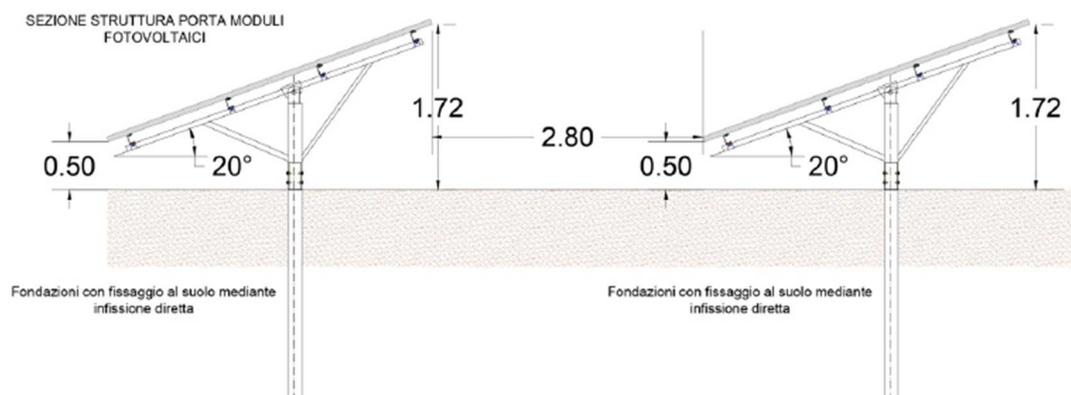
Figura 2. Layout impianto fotovoltaico, Settore Nord e Sud.



### 3.1.2 Caratteristiche tecniche dell'impianto fotovoltaico

Il generatore fotovoltaico presenta una potenza nominale di 30.209,76 kWp ed è costituito da 81.648 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino. Tali moduli verranno ancorati su telai metallici di tipo commerciale fissati al terreno con tecnologia a battipalo. Le strutture metalliche fisse saranno caratterizzate da un angolo di tilt pari a 20°, un angolo di azimut pari a 0° e un'altezza massima dal suolo pari a circa 1,7 m (Figura 3).

Figura 3. Sezione trasversale della struttura fissa.



Impianto d'interesse

Il generatore fotovoltaico è costituito da:

- 81.648 moduli da 370 Wp/cad;
- 2.916 stringhe;
- 28 moduli per stringa;
- 162 inverter installati in campo di potenza massima pari a 185 kW ciascuno;
- Potenza DC pari a 30.209,76 kWp;
- Potenza AC pari a 29.970,00 kWp.

Il generatore fotovoltaico è suddiviso in 14 sottocampi di differenti tipologie. In particolare, sarà costituito da:

- N° 5 Sottocampi fotovoltaici, nel Settore Nord, aventi le seguenti caratteristiche:
  - a. 5.544 moduli da 370 Wp/cad;
  - b. 198 stringhe;
  - c. 28 moduli per stringa;
  - d. 11 inverter installati in campo di potenza massima pari a 185 kW ciascuno;
  - e. Potenza AC sottocampo pari a 2.035 kWp;
  - f. una cabina di trasformazione BT/MT.
- N° 8 Sottocampifotovoltaici, nel Settore Sud, aventi le seguenti caratteristiche:
  - a. 6.048 moduli da 370 Wp/cad;
  - b. 216 stringhe;
  - c. 28 moduli per stringa;
  - d. 12 inverter installati in campo di potenza massima pari a 185 kW ciascuno;
  - e. potenza AC sottocampo pari a 2.220 kWp;
  - f. una cabina di trasformazione BT/MT.
- N° 1 Sottocampo fotovoltaico, nel Settore Sud, avente le seguenti caratteristiche:
  - a. 6.048 moduli da 370 Wp/cad;
  - b. 198 stringhe;
  - c. 28 moduli per stringa;
  - d. 11 inverter installati in campo di potenza massima pari a 185 kW ciascuno;
  - e. potenza AC sottocampo pari a 2.035 kWp;
  - f. una cabina di trasformazione BT/MT.

Da ciascuna stringa di moduli FV partirà un cavidotto in BT atto a convogliare l'energia elettrica verso il corrispondente inverter installato in campo (outdoor) che provvederà alla conversione DC/AC. Da ciascun inverter, analogamente, partirà un cavidotto in BT che raggiungerà la relativa cabina di trasformazione, ove sarà posto il quadro di parallelo e il sistema di trasformazione che provvederà ad elevare il livello di tensione da bassa a media tensione. La tensione MT interna al campo fotovoltaico sarà pari a 30 kV.

Le cabine di trasformazione di ciascun sottocampo convoglieranno in media tensione il flusso di potenza generato verso una cabina di raccolta della distribuzione in media tensione (detta cabina di parallelo MT). Dalla cabina di raccolta del settore Nord partirà il cavidotto esterno in MT che andrà verso il settore Sud, e

dalla cabina di raccolta di questo settore verso la Stazione utente MT/AT (SEU), dove è prevista l'elevazione della tensione da 30 kV a 150 kV per effettuare tramite cavo interrato AT 150 kV la connessione all'esistente Cabina Primaria E-Distribuzione di Bono.

#### 3.1.2.1 Cabine elettriche

All'interno delle aree di impianto è previsto il posizionamento di locali tecnici necessari per effettuare i paralleli d'impianto, la trasformazione in media tensione, nonché per l'ubicazione dei servizi ausiliari.

Nello specifico, nel Settore Nord sono previste n.5 cabine di trasformazione, n.1 di parallelo MT e n.1 ausiliaria, mentre nel Settore Sud sono previste n.9 cabine di trasformazione, n.1 di parallelo MT e n.1 ausiliaria.

#### Cabine elettriche di trasformazione

Le cabine elettriche di trasformazione saranno del tipo prefabbricata in c.a.v. con tetto a falde e copertura in coppi e realizzata in conformità alle vigenti normative, adatta per il contenimento delle apparecchiature MT/BT (Figura 4). Le cabine saranno realizzate con calcestruzzo vibrato tipo RCK350 con cemento ad alta resistenza adeguatamente armato e opportunamente additivato con super fluidificante e con impermeabilizzante. L'armatura metallica interna a tutti i pannelli sarà costituita da doppia rete elettrosaldata e ferro nervato, entrambi B450C.

Esse verranno posate su vasche in cls prefabbricato poggiate direttamente sullo strato superficiale di terreno naturale previa rimozione dello strato vegetale con scavo di splatemento della profondità di 0,50 m e posa di uno strato di materiale stabilizzato debitamente compattato per rendere i piani livellati e drenanti rispetto alle acque meteoriche.

Il pavimento sarà dimensionato per sopportare un carico concentrato di 50 kN/m<sup>2</sup> ed un carico uniformemente distribuito non inferiore a 5 kN/m<sup>2</sup>, e saranno predisposte apposite finestre per il passaggio dei cavi, complete di botola di accesso al vano cavi. Le pareti sia interne che esterne, di spessore non inferiore a 7-8 cm, saranno trattate con intonaco murale plastico. Il tetto di spessore non inferiore a 6-7 cm, sarà a corpo unico con il resto della struttura e impermeabilizzato con guaina bituminosa elastomerica applicata a caldo per uno spessore non inferiore a 4 mm, successivamente protetta. Le porte saranno dotate di griglie d'aerazione di tipo standard. I materiali utilizzati, ignifughi ed autoestinguenti, saranno in vetroresina stampata o in lamiera zincata (norma CEI 11-1 e DPR 547/55 art. 340). Tutte le cabine saranno costituite da 2 locali, locale trasformatore e locale quadri, e avranno dimensioni esterne pari a mm 7500x3500x3100.

**Figura 4. Tipico di cabina elettrica di trasformazione.**

#### Cabine elettriche di parallelo

Le cabine elettriche di parallelo saranno realizzate con le stesse modalità delle cabine di trasformazione. La cabina situata nel settore Nord avrà dimensioni esterne pari a mm 7500x3500x2500, mentre quella ubicata nel settore Sud mm 10000x4000x2500.

#### Cabine elettriche di servizio

All'interno di ciascun settore dell'impianto sarà presente una cabina di servizio nella quale saranno installati i sistemi di videosorveglianza e quadri destinati all'alimentazione dell'illuminazione esterna. Le cabine di servizio avranno dimensioni esterne pari a mm 6000 x 2500 x 2500 e saranno realizzate in cemento armato vibrato in monobox di tipo monolitico o mediante il montaggio in opera di pareti e solette prefabbricate.

#### 3.1.2.2 Strade di accesso e finiture

L'accesso al Settore Sud dell'impianto sarà garantito dalla SP86, mentre per il Settore Nord da strade locali esistenti che hanno adeguate caratteristiche tecniche per le esigenze di cantiere e di esercizio dell'impianto. Per ogni Settore è prevista l'installazione di un cancello con struttura e pannelli in acciaio zincato e di una recinzione metallica zincata a maglia rombica per una lunghezza complessiva di 4.200 metri circa (2.800 m per il Settore Sud e 1.400 per il Settore Nord), le cui caratteristiche dimensionali sono riportate negli allegati progettuali. Essa sarà posta in opera su paletti in ferro zincato IPE ad ali parallele di altezza di 2,5 m, posti a distanza non superiore a 3 m oltre ad un contrafforto ogni 25 m circa e sarà corredata di legatura con filo di ferro alle asole dei paletti, e ancorati a piccoli plinti di calcestruzzo. I pali da mettere in opera sono circa 1.400, distanziati tra di loro di 3 metri, ed incardinati sul terreno mediante basamenti di calcestruzzo gettato in opera.

Nelle due aree d'impianto verrà realizzato un sistema di viabilità interna che raccorderà i diversi sottocampi fotovoltaici, in modo da poter intervenire all'occorrenza per la realizzazione di interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria. Le strade potranno essere percorribili da furgoni per il trasporto di materiali. In

ragione della ridotta intensità di traffico a frequenza saltuaria e della velocità moderata dei vettori percorrenti le strade saranno realizzate vie ad un'unica carreggiata con larghezza variabile tra 5 e 7 metri.

L'impianto sarà inoltre dotato un sistema di illuminazione e videosorveglianza, costituito da pali in acciaio zincato fissati al suolo con plinti di fondazione in calcestruzzo armato. L'altezza massima di ciascun palo sarà pari a 6 m fuori terra, e saranno posti ad una distanza reciproca media di circa 50-70 metri.

### **3.2 Cavidotti**

I cavidotti avranno le lunghezze più brevi possibili nel rispetto dei vincoli tecnici imposti dal corretto ed efficiente funzionamento dell'impianto.

I cavidotti interrati in BT interni all'impianto, che collegano le cabine di trasformazione di ciascun sottocampo alle cabine di raccolta presenti in ogni settore, avranno una lunghezza complessiva di 7.350 m. I cavidotti interrati a 30 kV interni all'impianto fotovoltaico avranno una lunghezza complessiva di 3.250 m, mentre quello esterni in MT, che si sviluppano tra i due settori dell'impianto e tra il settore Sud e la SEU avranno una lunghezza totale di 10.800 m e saranno costituiti da terne di conduttori ad elica visibile.

#### **3.2.1 Profondità e sistema di posa cavi**

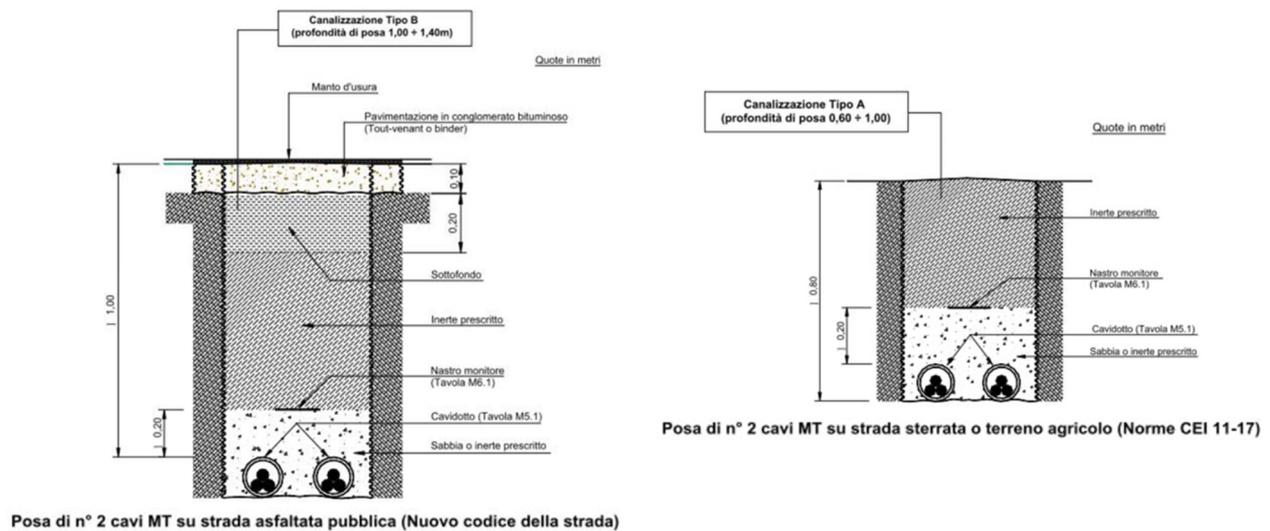
In generale, i cavidotti saranno posati in conformità alla norma CEI 11-17 posando più linee nella stessa trincea, assicurando la facilità di posa dei cavi e contemporaneamente riducendo al minimo il numero di scavi necessario. Il materiale di risulta dagli scavi sarà utilizzato per il rinterro.

Saranno eseguiti scavi a sezione ridotta e obbligata di profondità variabile da 60 a 120 cm. La larghezza dei cavidotti sarà variabile in funzione del numero di conduttori da porre in opera. Per assicurare una maggiore protezione meccanica i cavi saranno posati in con tubazioni in PVC.

La profondità di interrimento dei cavi MT, considerando il punto di appoggio dei cavi sul piano di posa, non sarà inferiore a 1,20 m (Figura 5).

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

**Figura 5. Schemi di posa del cavidotto in MT su strada asfaltata (a sx) e strada sterrata o terreno agricolo (a dx).**

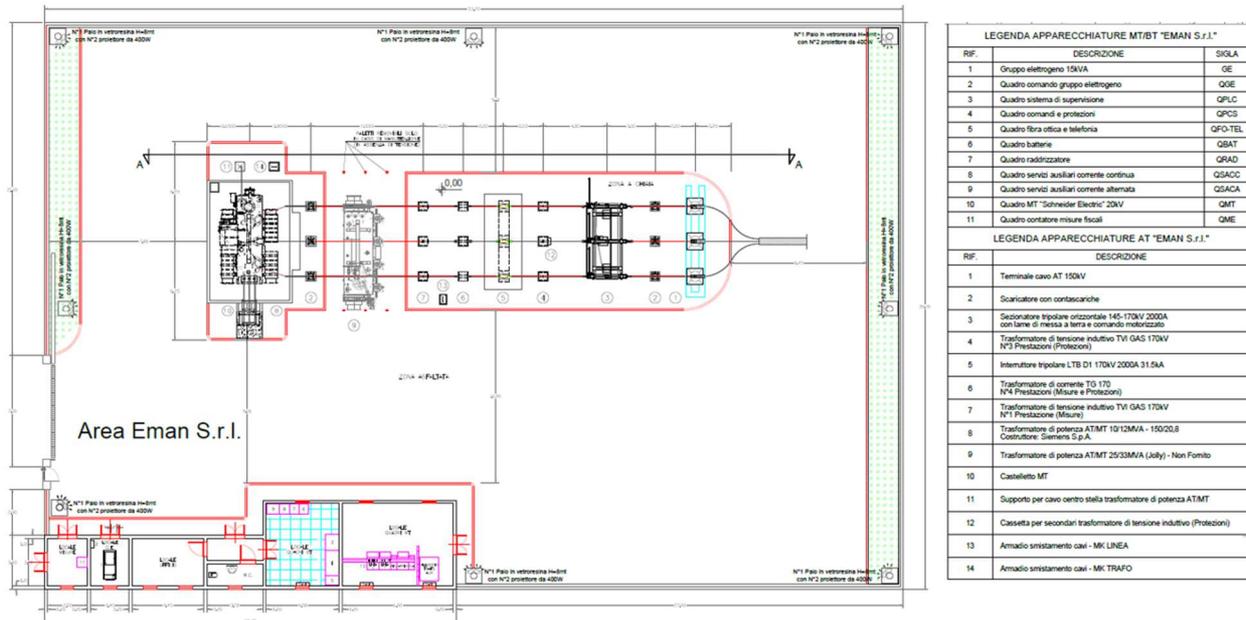


### 3.3 Stazione elettrica di utenza (SEU)

La stazione elettrica utente, riceve l'energia proveniente dall'impianto fotovoltaico e la eleva alla tensione di 150kV. Essa sarà costituita da uno stallo trasformatore AT composto dalle seguenti apparecchiature:

- un trasformatore elevatore di tensione (30/150 kV) per il trasferimento in AT della potenza generata dalla centrale fotovoltaica;
- scaricatori;
- apparecchiature di misura fiscale (TV, TA);
- interruttore tripolare;
- TVC per protezioni;
- un sezionatore di montante linea con lame di terra
- terminali cavo interrato.

Figura 6. Planimetria della stazione elettrica di utenza.



L'impianto è stato progettato in modo da sopportare in sicurezza le sollecitazioni meccaniche e termiche derivanti da correnti di corto circuito pari a 31,5 kA. Per quanto riguarda gli interruttori si ha un livello di tenuta al cortocircuito di 31,5 kA o di 40 kA in funzione del tipo di nodo.

Le distanze adottate dal progetto tengono conto delle normali esigenze di esercizio e manutenzione e sono le seguenti:

- distanza fra le fasi per le sbarre, le apparecchiature e i conduttori: 2,20 m;
- larghezza del nuovo stallo linea in C.P.: 9 m;
- distanza minima dei conduttori da terra: 4,5 m;
- quota asse sbarre: 7,50 m.

### 3.3.1 Impianto di terra

La rete di terra di ciascuna stazione interesserà l'area recintata dell'impianto. Il dispersore dell'impianto ed i collegamenti dello stesso alle apparecchiature, saranno realizzati secondo l'unificazione e quindi dimensionati termicamente per una corrente di guasto di 31,5 kA per 0,5 sec (i valori della corrente di guasto verranno successivamente confermati da E-Distribuzione). Esso sarà costituito da una maglia realizzata in corda di rame da 63 mm<sup>2</sup> interrata ad una profondità di circa 0,7 m composta da maglie regolari di lato adeguato. Il lato della maglia sarà scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalle norme CEI EN 50522:2011 e CEI EN 61936-1:2011.

Nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale, le dimensioni delle maglie saranno opportunamente infittite, come pure saranno infittite le maglie nella zona apparecchiature per limitare i problemi di compatibilità elettromagnetica.

Tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante quattro corde di rame con sezione di 125 mm<sup>2</sup>. Al fine di contenere i gradienti in prossimità dei bordi dell'impianto di terra, le maglie periferiche presenteranno dimensioni opportunamente ridotte e bordi arrotondati.

### 3.3.2 Fabbricati

All'interno della stazione di trasformazione sarà presente un manufatto, denominato generalmente "edificio quadri" destinato a contenere i locali tecnici di servizio dell'utente. Il manufatto sarà del tipo, forma e dimensioni tali, da risultare idoneo al contenimento di tutte le apparecchiature tecniche ausiliarie costituenti il lato BT e/o MT. In particolare, il locale misure fiscali sarà posizionato nell'area utente ma sarà predisposto un collegamento per la telemisurazione da parte di Terna S.p.A

### 3.3.3 Viabilità interna e finiture

Le fondazioni delle varie apparecchiature saranno realizzate in conglomerato cementizio armato. Le aree in cui verranno posizionate le apparecchiature elettriche saranno sistemate con finitura a ghiaietto. Le aree in cui verranno posizionate le apparecchiature elettriche saranno riempite con materiale drenante (tipo ghiaia), al cui contorno saranno posizionati i cordoli di delimitazione in cls armato prefabbricato. Tutte le restanti superfici, carrabili e non, verranno asfaltate mediante un primo strato di binder ed un tappetino di usura e si troveranno a quota inferiore rispetto al piano di installazione delle apparecchiature elettriche.

Per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche si provvederà a realizzare il piazzale con pendenze tali da permettere il naturale scolo delle stesse verso l'apposito impianto di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

Per l'ingresso alla stazione, sarà previsto un cancello carrabile largo 7,00 metri ed un cancello pedonale, ambedue inseriti fra pilastri e pannellature in conglomerato cementizio armato. La recinzione perimetrale sarà costituita da muro di base in cemento armato di altezza variabile (max. 2,0 m) e da elementi prefabbricati nella parte superiore fino ad ottenere un'altezza complessiva del recinto pari a 2,5 m.

## 3.4 Opere elettriche per la connessione

La connessione dell'impianto fotovoltaico oggetto di valutazione alla RTN-TERNA è prevista mediante collegamento in antenna a 150 kV su nuovo stallo in linea AT da realizzare all'interno dell'esistente Cabina Primaria 150 kV denominata "Bono" di proprietà di E-Distribuzione S.p.A.

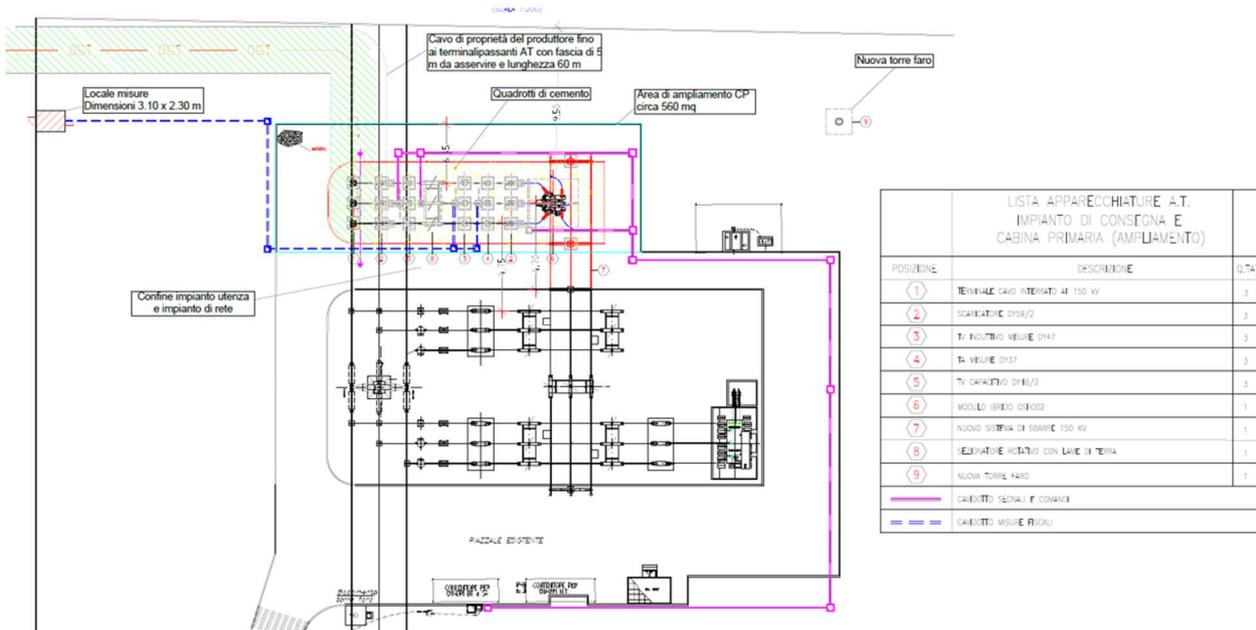
La linea interrata in AT presente tra la Stazione Elettrica Utente (SEU) e la C.P. "Bono" di E-Distribuzione avrà una lunghezza di circa 100 m.

Lo stallo di collegamento in cavo interrato AT a 150 kV per realizzare la consegna dell'energia sulla C.P. 150 kV di Bono, è stato assegnato direttamente da E-Distribuzione S.p.A. In Figura 7 è rappresentata l'ubicazione dello stallo assegnato all'interno della Cabina Primaria. In generale, lo stallo di consegna sarà costituito dalle seguenti apparecchiature:

- terminali cavo interrato → rappresentante il confine fra impianto di rete e di utenza;
- scaricatori (DY59/2);
- TVI, TA per misure;
- TVC per protezioni;
- sezionatore rotativo con lame di terra;
- modulo ibrido GSH002;

All'interno della C.P. sarà prevista inoltre la realizzazione di una torre faro per illuminazione esterna e sarà realizzato un locale misure sulla recinzione esistente con doppio accesso sia dall'esterno che dall'interno della C.P.

Figura 7. Stallo di consegna assegnato all'interno della C.P. E-Distribuzione di Bono.



### 3.5 Terre e rocce da scavo

Di seguito si riportano i bilanci delle terre (scavi e riporti) per le opere che saranno realizzate.

In ragione della morfologia pianeggiante del terreno, non si rendono necessari sbancamenti e riporti o livellamenti del terreno. Tuttavia, per la posa in opera dei cavidotti e delle cabine elettriche si rendono necessari degli scavi del terreno alla profondità di circa 1,20 m per i cavidotti e di 0,5-0,8 m per le sottofondazioni delle cabine.

Per la realizzazione dell'opera in progetto è stato calcolato un volume totale di scavo pari a 19.417,30 m<sup>3</sup> (Tabella 1).

Le aree interessate da piazzole e dalla viabilità d'impianto saranno scoticate per circa 0,50 m per la rimozione del terreno vegetale, dopodiché verrà posato uno strato di materiale stabilizzato debitamente compattato per rendere i piani carrabili al transito dei mezzi pesanti per il trasporto dei componenti.

Le cabine prefabbricate verranno posate su vasche in cls prefabbricato poggiate direttamente sullo strato superficiale di terreno naturale previa rimozione dello strato vegetale con scavo di splateamento della profondità di 0,50 m e posa di uno strato di materiale stabilizzato debitamente compattato per rendere i piani livellati e drenanti rispetto alle acque meteoriche.

I cavidotti saranno rinterrati con lo stesso materiale proveniente dagli scavi ed eventuali eccedenze saranno distribuite sul terreno riempiendo gli avvallamenti presenti al fine di uniformare il piano di campagna.

L'eventuale volume eccedente derivante dagli scavi verrà utilizzato per il rifianco delle cabine stesse o sul terreno all'interno dell'area di progetto.

Il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il riempimento degli scavi e per il livellamento del terreno alla quota finale di progetto, previo accertamento durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito. Nel caso in cui i campionamenti eseguiti forniscano un esito negativo, il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente e il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche.

Tabella 1. Volumi di scavo per l'opera in progetto

Tipologia scavi	Lunghezza (m)	Profondità (m)	Larghezza (m)	Volume (mc)
<b>Cavidotti interni</b>				
<i>cavidotti DC (BT)</i>	1450,00	0,50	0,3	217,50
<i>cavidotti AC (BT)</i>	2370,00	0,60	0,4	568,80
<i>cavidotti MT interni</i>	1850,00	0,80	0,5	740,00
<i>linee di Illuminazione</i>	4300,00	0,40	0,3	516,00
<b>Cavidotti esterni</b>				
<i>cavidotto MT esterno tra i due settori d'impianto</i>	3340,00	1,20	0,4	1.603,20
<i>cavidotto MT esterno tra settore Sud d'impianto e SEU</i>	10.870	1,80	0,8	15.652,80
<b>Cavidotto AT</b>				
<i>cavidotto AT tra SEU e CP Enel</i>	100	1,70	0,7	119
<b>Totale</b>				<b>19.417,30</b>

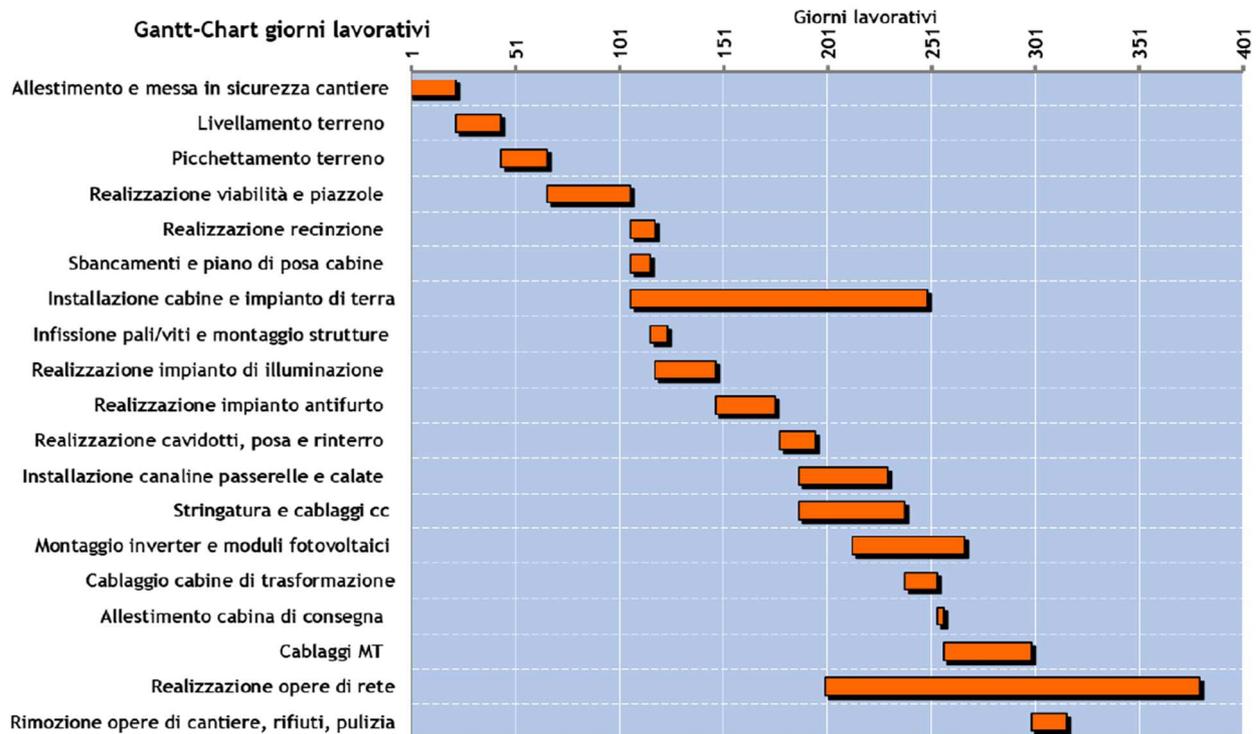
### 3.6 Cronoprogramma

Per la stima del numero di giorni lavorativi necessari per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico sono stati ipotizzati due scenari: quello "standard", che si ritiene essere quello più probabilmente aderente a quello che sarà l'andamento reale dei lavori, e quello "accelerato", in cui sono effettuate in parallelo il maggior numero possibile di attività al fine di comprimere i tempi realizzativi.

La durata del cantiere attesa nello scenario "standard" è pari a 380 giorni lavorativi (Figura 8). Per "durata di cantiere" si intende l'esecuzione di tutte le attività fino allo smantellamento delle attrezzature ed alla pulizia delle aree temporanee. Nello scenario "accelerato" la durata del cantiere è stata stimata in 330 giorni lavorativi.

Per l'intervento si presume l'impiego di massimo 103 operai contemporaneamente in cantiere per un totale di 11.596 uomini giorno.

Figura 8. Cronoprogramma per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico.



### 3.7 Gestione dell'impianto

La centrale viene tenuta sotto controllo mediante un sistema di supervisione che permette di rilevare le condizioni di funzionamento con continuità e da posizione remota.

A fronte di situazioni rilevate dal sistema di monitoraggio, di controllo e di sicurezza, è prevista l'attivazione di interventi da parte di personale tecnico addetto alla gestione e conduzione dell'impianto, le cui principali funzioni possono riassumersi nelle seguenti attività:

- servizio di guardia;
- conduzione impianto, in conformità a procedure stabilite, di liste di controllo e verifica programmata;
- manutenzione preventiva ed ordinaria, programmate in conformità a procedure stabilite per garantire
- efficienza e regolarità di funzionamento;
- segnalazione di anomalie di funzionamento con richiesta di intervento di riparazione e/o manutenzione straordinaria da parte di ditte esterne specializzate ed autorizzate dai produttori delle macchine ed apparecchiature;
- predisposizione di rapporti periodici sulle condizioni di funzionamento dell'impianto e sull'energia elettrica prodotta.

### **3.8 Dismissione dell'impianto**

#### **3.8.1 Gestione dei moduli fotovoltaici**

I moduli fotovoltaici verranno gestiti in conformità al D.lgs. 25 luglio 2005, n.151, relativo alla gestione dei rifiuti speciali costituiti da apparecchiature ed apparati elettronici, rientrando gli stessi proprio in tale categoria (CER: 200136).

In ogni caso, oltre alla componentistica elettrica ed elettronica, anche i moduli fotovoltaici rientrano nell'ambito di applicazione dei RAEE (Rifiuti da Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche), la cui gestione è disciplinata dalla Direttiva 2012/19/EU.

Si è costituita a livello europeo l'Associazione "PV Cycle", composta dai principali operatori del settore per la corretta gestione dei moduli fotovoltaici a fine vita, e risultano già operativi alcuni impianti per lo smaltimento, soprattutto in Germania, ma anche in Italia le imprese del settore hanno mosso i primi passi.

Per le diverse tipologie di moduli (c-Si, p-Si, a-Si, CdTe, CIS) si sta mettendo a punto la migliore tecnologia per il recupero ed il riciclaggio dei materiali, con particolare riferimento al silicio di grado solare ed ai metalli pregiati.

Come è noto, i moduli fotovoltaici sono costituiti da materiali non pericolosi: il Silicio a costituire le celle, il vetro per la protezione frontale, i fogli di materiale plastico EVA a protezione della parte posteriore e l'alluminio per la cornice.

La composizione in peso di un modulo fotovoltaico in Si cristallino è la seguente:

- vetro (CER 170202): 74,16% (recupero 90%);
- alluminio (cornici) (CER 170402): 10,30% (recupero 90%);
- silicio (celle) (CER 10059) c-Si: 3,48% (recupero 90%);
- EVA (cfr. Tedlar) (CER 200139): 10,75% (recupero 0%);
- altro (ribbon) (CER 170407): 2,91% (recupero 95%).

Il recupero complessivo in peso supera l'85%.

I soli strati sottili dei moduli rappresentano il 50-60 per cento del valore dei materiali dell'intera unità.

#### **3.8.2 Gestione strutture di sostegno**

Le strutture di sostegno verranno smontate rimuovendo integralmente le giunzioni meccaniche, dopo di che si procederà con l'estrazione dei pali di supporto infissi nel terreno. Tutti i materiali di risulta (ferro e acciaio CER 170405, e/o metalli misti 170407) saranno avviati a recupero secondo la normativa vigente.

#### **3.8.3 Gestione materiali ed apparati elettrici ed elettronici**

Le linee elettriche, i quadri di campo e gli apparati e le strumentazioni elettroniche (inverter, trasformatori, ecc.) delle cabine, gli eventuali impianti di illuminazione e di videosorveglianza saranno rimossi ed avviati al recupero presso società specializzate autorizzate.

La strumentazione e i macchinari ancora funzionanti verranno riutilizzati in altra sede ed i materiali non riutilizzabili, gestiti come rifiuti, saranno anch'essi inviati al recupero presso aziende specializzate, con recupero principalmente di ferro, materiale plastico e rame.

I materiali appartengono a diverse categorie dei codici CER: rottami elettrici ed elettronici quali apparati elettrici ed elettronici (CER: 200136), cavi di rame ricoperti (CER: 170401).

Il recupero è stimato in misura non inferiore all'80%, con valori sensibilmente più elevati per i cavi elettrici.

### 3.8.4 Cabine elettriche, pozzetti prefabbricati, piste e piazzole

Le strutture prefabbricate delle cabine e dei pozzetti dei cavidotti, degli eventuali plinti dei pali di illuminazione e di sostegno dei paletti di recinzione e del cancello di ingresso, saranno rimosse, così come il rilevato costituito dai materiali inerti delle piste e piazzole e dell'area di accesso.

Tutti i materiali di risulta verranno avviati a recupero presso ditte esterne specializzate, saranno prodotti principalmente i seguenti rifiuti:

- materiali edili (170101, 170102, 170103, 170107)
- ferro e acciaio (170405).

La rete di recinzione in maglia metallica, ove prevista, i paletti di sostegno e il cancello di accesso, i pali di illuminazione trattandosi di strutture totalmente amovibili, saranno rimosse ripristinando lo stato originario dei luoghi.

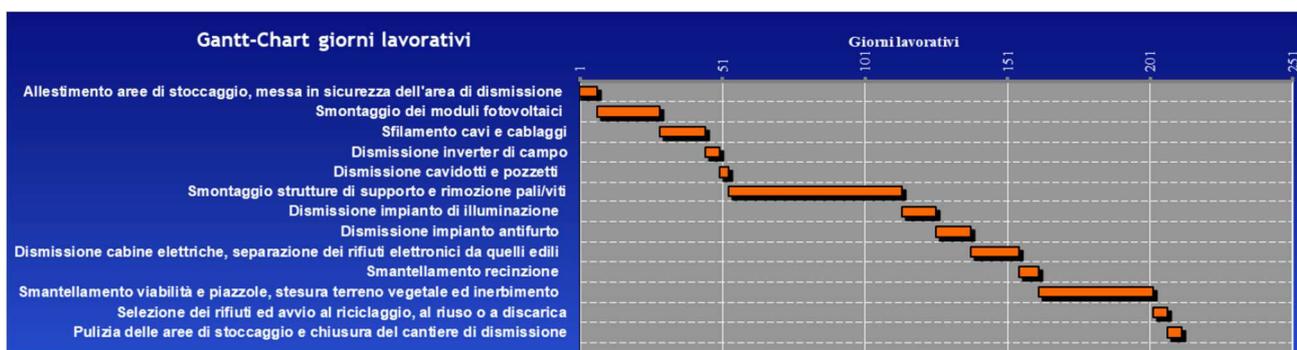
Anche questi materiali verranno avviati a recupero presso ditte esterne specializzate, saranno prodotti rottami ferrosi (cancello, recinzione, pali di sostegno rete recinzione e pali illuminazione) (CER 170405).

### 3.8.5 Stima dei tempi necessari per la dismissione

Si prevede che le operazioni di dismissione dell'impianto fotovoltaico a fine vita richiederanno circa 212 giorni lavorativi, come illustrato in Figura 9.

La durata delle operazioni di dismissione tiene conto di tutte le attività di smantellamento da eseguire, fino alla pulizia delle aree temporanee di stoccaggio ed al completo ripristino dei luoghi.

Figura 9. Cronoprogramma per la dismissione dell'impianto fotovoltaico



### 3.8.6 Opere di ripristino ambientale

Terminate le operazioni di smobilizzo delle componenti l'impianto, nei casi in cui il sito non verrà più interessato da nuovi impianti o potenziamenti, si provvederà a riportare tutte le superfici interessate allo stato *ante operam*.

Quindi le superfici occupate dalle pannellature e dalle cabine, le strade di servizio all'impianto ed eventuali opere di regimentazione acque, una volta ripulite verranno ricoperte con uno strato di terreno vegetale di nuovo apporto e operata l'idro-semina di essenze autoctone o, nel caso di terreno precedentemente coltivato, a restituito alla funzione originaria.

Le attività di smontaggio producono le stesse problematiche della fase di costruzione: emissioni di polveri prodotte dagli scavi, dalla movimentazione di materiali sfusi, dalla circolazione dei veicoli di trasporto su strade sterrate, disturbi provocati dal rumore del cantiere e del traffico dei mezzi pesanti. Pertanto, saranno riproposte tutte le soluzioni e gli accorgimenti tecnici già adottati nella fase di costruzione e riportati nella relazione di progetto contenente gli studi ambientali.

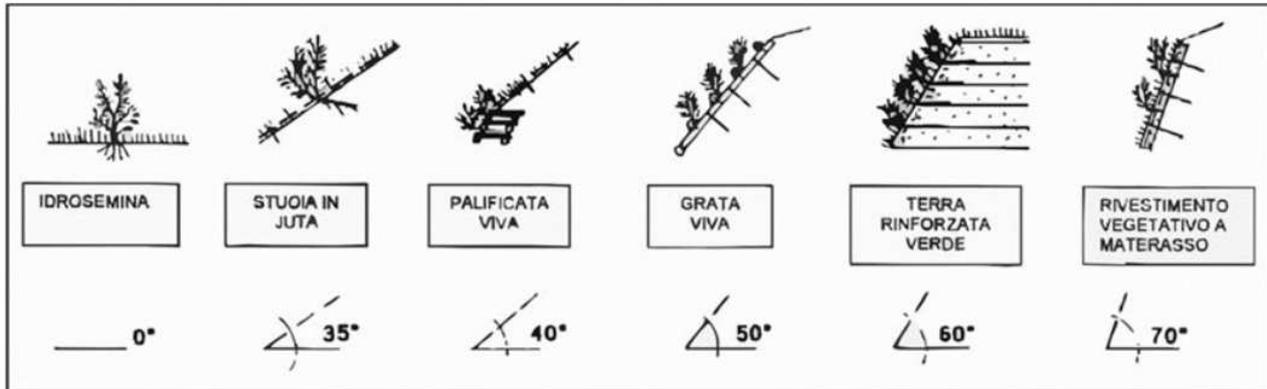
Vista la natura dei luoghi, la morfologia e tipologia del terreno, non sono previsti particolari interventi di stabilizzazione e di consolidamento ad eccezione di piccoli interventi di inerbimento mediante semina a spaglio o idro-semine di specie erbacee delle fitocenosi locali, a trapianti delle zolle e del scotico erboso nel caso in cui queste erano state in precedenza prelevate o ad impianto di specie vegetali ed arboree scelte in accordo con le associazioni vegetali rilevate. Le opere di ripristino possono essere estese a tutti gli interventi che consentono una maggiore conservazione degli ecosistemi ed una maggiore integrazione con l'ambiente naturale.

Difatti le operazioni di ripristino possono consentire, attraverso una efficace minimizzazione degli impatti, la conservazione degli habitat naturali presenti. Le opere di ripristino degli impianti fotovoltaici, si riferiscono essenzialmente al rinverdimento e al consolidamento delle superfici sottratte per la realizzazione dei percorsi e delle aree necessarie alla realizzazione dell'impianto.

Il concetto generale è quello di impiegare il più possibile tecnologie e materiali naturali, ricorrendo a soluzioni artificiali solo nei casi di necessità strutturale e/o funzionale. Deve comunque essere adottata la tecnologia meno complessa e a minor livello di energia (complessità, tecnicismo, artificialità, rigidità, costo) a pari risultato funzionale e biologico.

Le opere di copertura consistono nella semina di specie erbacee per proteggere il suolo dall'erosione superficiale, dalle acque di dilavamento e dall'azione dei vari agenti meteorologici, ripristinando la copertura vegetale. Sono interventi spesso integrati da interventi stabilizzanti. Le principali opere di copertura sono: le semine a spaglio, le idro-semine, le semine a spessore, le semine su reti o stuoie, le semine con coltre protettiva (paglia, fieno ecc.). In Figura 10 vengono schematizzati alcuni a seconda del dislivello da stabilizzare.

**Figura 10. Schemi tipologici per la stabilizzazione dei livelli in fase di ripristino.**



### 3.9 Interferenze

Nel presente paragrafo sono esaminate le interferenze dell'impianto fotovoltaico e delle relative opere di rete con i servizi di rete esterni alle aree in progetto e il reticolo idrografico.

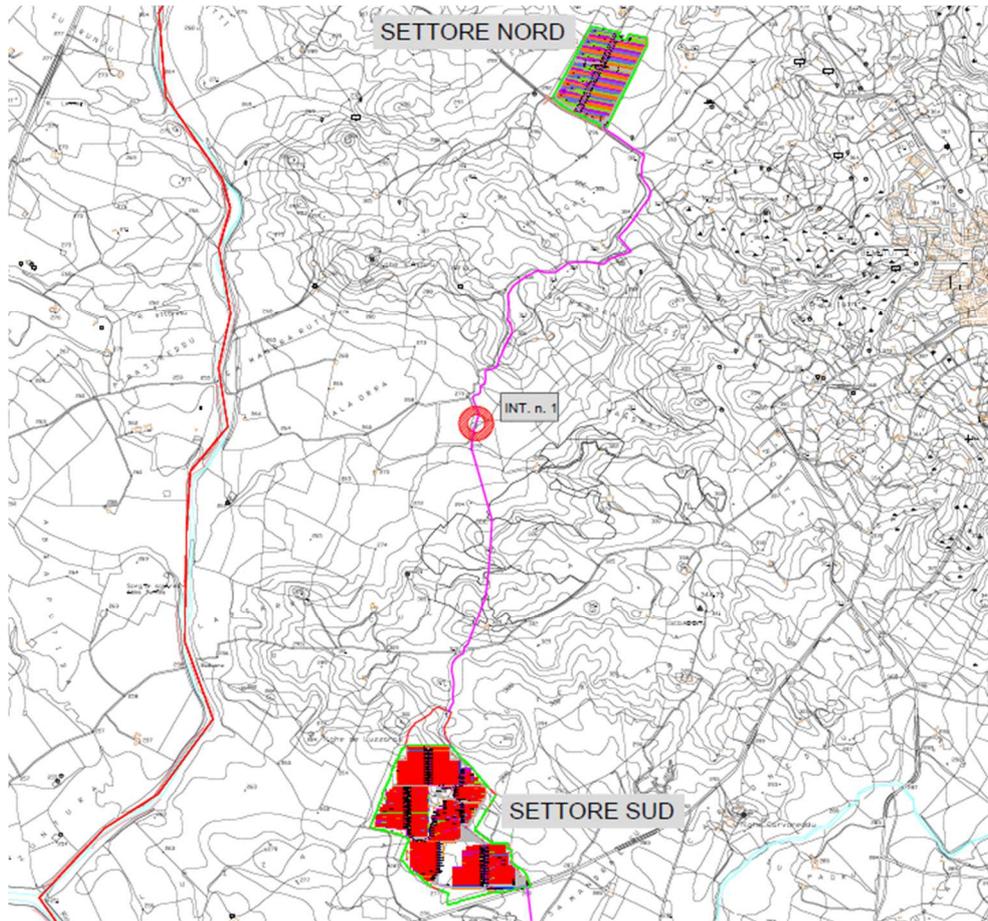
#### Area impianto fotovoltaico

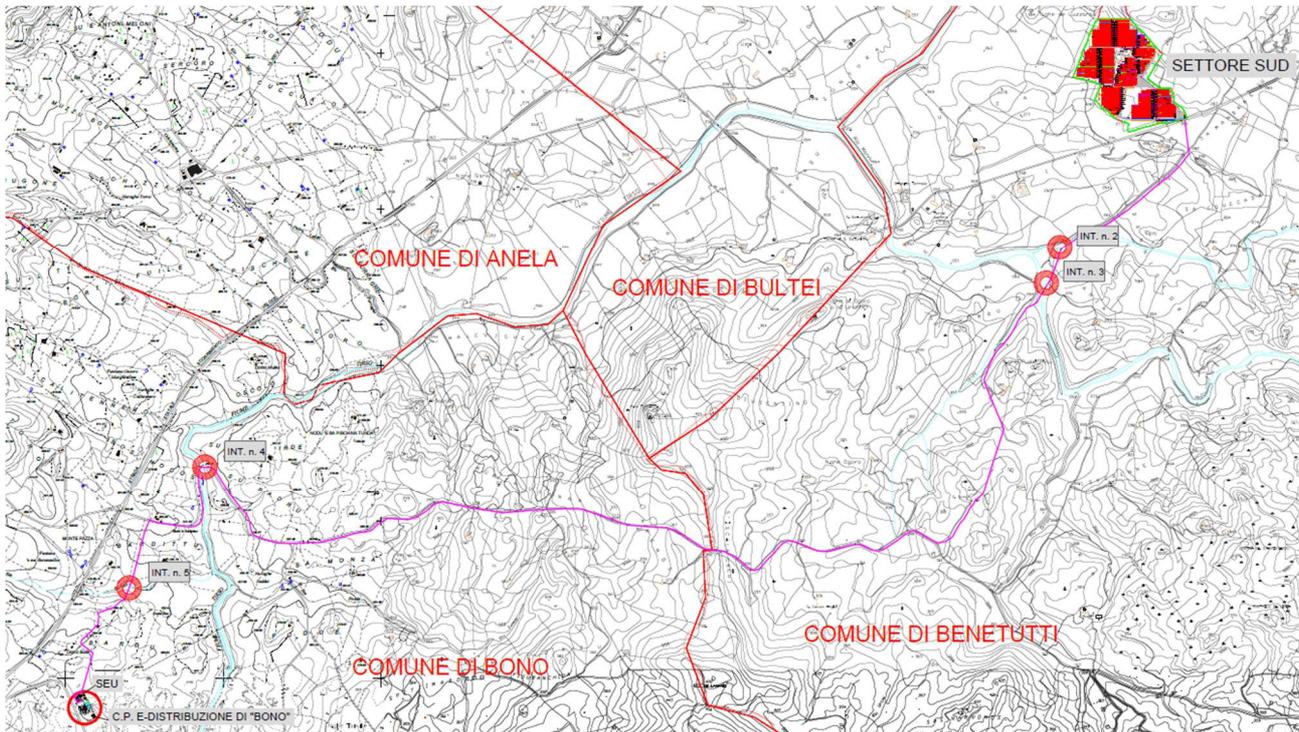
Nei settori dell'impianto fotovoltaico non sono state identificate interferenze.

#### Cavidotto MT

Lungo il percorso del cavidotto interrato in MT (Figura 11 e Figura 12) sono state identificate 5 interferenze con il reticolo idrografico.

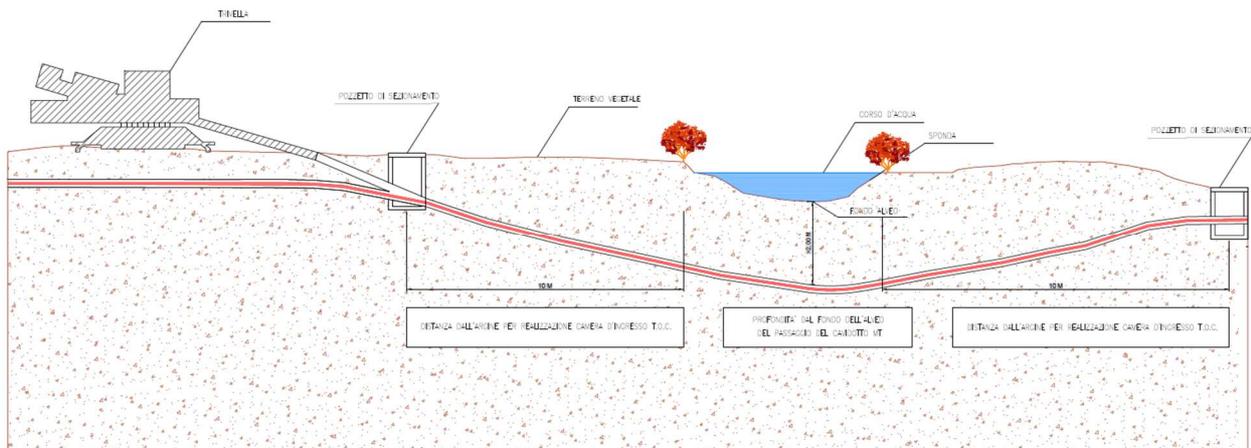
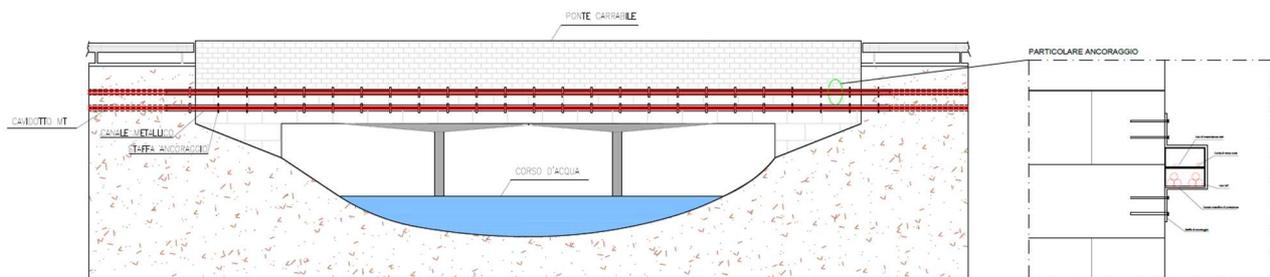
**Figura 11. Interferenze cavidotto interrato in MT tra i due settori dell'impianto fotovoltaico.**



**Figura 12. Interferenze cavidotto interrato in MT che si sviluppa tra il settore Sud dell'impianto e la SEU.****Tabella 2. Interferenze del cavidotto in MT.**

ID Interf.	Interferenza dell'opera con sotto-servizi o altre opere	Tipo di interferenza
1	Reticolo idrografico minore	Lungo la viabilità esterna situata tra i due settori dell'impianto fotovoltaico la linea elettrica interrata MT attraversa un ramo affluente del Fiume Tirso non ben identificato che si origina nelle vicinanze, in loc. Sa Mandre a e Giosso
2	Reticolo idrografico	Lungo la viabilità esterna la linea elettrica interrata MT attraversa il Riu Minore in loc. Lortania
3	Reticolo idrografico	Lungo la viabilità esterna la linea elettrica interrata MT attraversa il Riu Mannu_011 in loc. Lortania
4	Reticolo idrografico	Lungo la viabilità esterna la linea elettrica interrata MT attraversa il Fiume Tirso in loc. Su Padru
5	Reticolo idrografico minore	Lungo la viabilità esterna la linea elettrica interrata MT attraversa il Riu Bicolle

Le interferenze con il reticolo idrografico identificate con gli ID n. 1, 2, 3 e 5 verranno superate mediante trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) come rappresentato in Figura 13. Il cavidotto verrà posizionato ad almeno 2,0 metri di profondità dal fondo dell'alveo e la trivellazione verrà realizzata ad una distanza di almeno 10 m dall'argine. L'interferenza con il Fiume Tirso (ID n. 4) verrà superata mediante staffaggio, come rappresentato in Figura 14.

**Figura 13. Attraversamenti del reticolo idrografico mediante Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC).****Figura 14. Attraversamenti del reticolo idrografico mediante staffaggio.**

### 3.10 Rischio incidenti e salute degli operatori

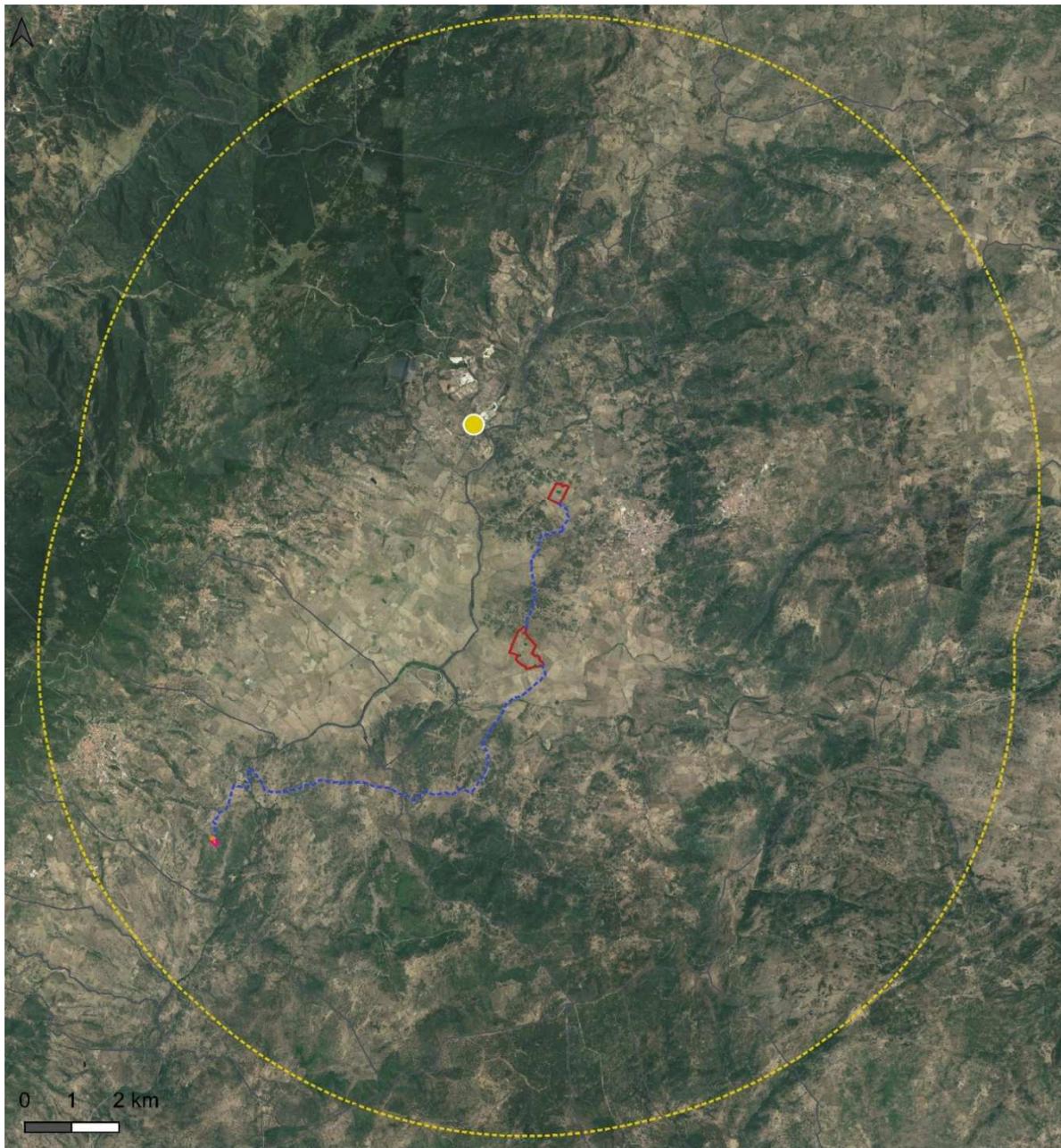
Il rischio di incidenti è quello di un normale cantiere a cielo aperto assimilabile ad un cantiere edile con presenza di mezzi meccanici a funzionamento idraulico e quindi generanti impatti non significativi. Le aree interessate dalla realizzazione dell'impianto e della sottostazione, non prevedendo lo stoccaggio di sostanze e/o materiali pericolosi, non risultano potenzialmente soggette a rischio di incidenti implicanti esplosioni, incendi o rilasci eccezionali di sostanze tossiche.

I rischi potenzialmente esistenti nell'area sono legati allo sversamento accidentale di carburante o di olio lubrificante dai mezzi d'opera. In tal caso si adotteranno le normali misure di protezione ambientale previste in caso di sversamenti accidentali.

### 3.11 Interferenza con altri progetti

Al fine di valutare gli effetti cumulativi delle opere di rete del progetto fotovoltaico proposto con le altre iniziative che insistono sul medesimo territorio, è stato individuato un areale di studio ritenuto significativo in termini di ricadute ambientali e paesaggistiche di tali progetti compreso in un raggio di 10 km dall'area di intervento. In Figura 15 sono riportati gli impianti fotovoltaici in progetto e in esercizio all'interno di tale areale di indagine e le opere di rete proposte.

Figura 15. Progetti di impianti FV a terra presenti nel raggio di 10 km dall'area d'intervento.

**LEGENDA**

□ Limiti amministrativi comunali

**FV Benetutti**

— Recinzione aree impianto FV

--- Cavidotto interrato MT

— Cabine elettriche di trasformazione

— Cabina Primaria di Bono  
(e stallo di consegna in cavo da realizzare)

— Stazione Utente Eman S.r.l.

**Impatti cumulativi**

□ Area di studio - buffer 10km

**Verifica assoggettabilità VIA**

● Non sottoposto a VIA  
DGR n. 19/11 del 21/06/2022

L'elenco degli impianti fotovoltaici in progetto è stato ricavato consultando la sezione Valutazione Impatto Ambientale della Regione Sardegna<sup>1</sup> (aggiornata al 28 aprile 2022) e del Ministero della Transizione Ecologica (MiTE)<sup>2</sup>.

Per la Regione Sardegna sono stati considerati tutti i progetti sottoposti a verifica di assoggettabilità, VIA regionale e VIA regionale e PAUR DGR 11/75. Dall'analisi è emerso che nell'areale di studio è presente un solo progetto di impianto fotovoltaico installato a terra che è stato sottoposto a verifica di assoggettabilità a VIA (Figura 15). In Tabella 3 sono riportate maggiori informazioni relative alla potenza installata e alla superficie occupata.

Dalla sezione VIA-VAS-AIA del MiTE risulta che, nel raggio di 10 km delle aree di progetto, non sono attivi procedimenti di VIA di competenza ministeriale.

Inoltre, dall'analisi delle immagini satellitari di Google Earth® acquisite in data 30/06/2020 non risultano presenti impianti fotovoltaici installati a terra.

**Tabella 3. Informazioni relative al progetto sottoposto a verifica di assoggettabilità a VIA di competenza regionale nell'intorno di 10 km dall'area d'intervento.**

<b>Tipo procedimento</b>	Verifica assoggettabilità a VIA
<b>Proponente</b>	Eolico Sardegna S.r.l.
<b>Progetto</b>	Impianto fotovoltaico a terra connesso alla rete elettrica di distribuzione della potenza di 960 kW località Mandra-Crabolos (area di cava) del Comune di Bultei (SS).
<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	4.586,88
<b>Potenza (kW)</b>	960
<b>Comune</b>	Bultei (SS)
<b>Esito procedimento</b>	Non sottoposto a VIA
<b>Provvedimento</b>	DGR n. 19/11 del 21/06/2022
<b>Link</b>	<a href="https://portal.sardegناسira.it/web/sardegnaambiente/dettaglio-progetti-via?idOst=44977">https://portal.sardegناسira.it/web/sardegnaambiente/dettaglio-progetti-via?idOst=44977</a>

#### Area impianto fotovoltaico

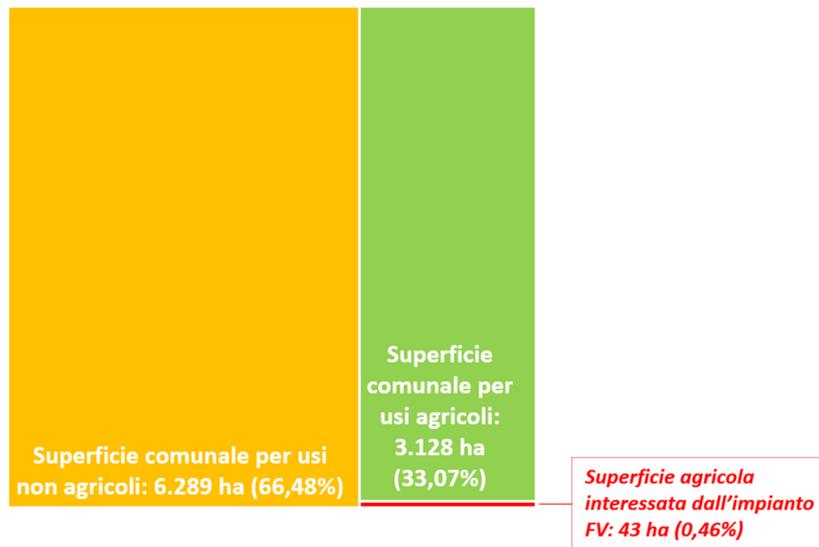
Le aree dell'impianto fotovoltaico possiedono una superficie complessiva pari a ca. 43,1 ha e una potenza complessiva AC pari a 29.970,00 kW. In Figura 15 è possibile osservare che nell'intorno dell'area in esame non sono presenti impianti fotovoltaici installati a terra in esercizio ed è presente un solo progetto di impianto fotovoltaico, nel Comune di Bultei, che è stato sottoposto a verifica di assoggettabilità a VIA e non necessita di avviare il procedimento di VIA.

Confrontando l'area oggetto di valutazione con la superficie agricola compresa nel raggio di 10 km (11,653 ha), la percentuale di suolo che verrebbe occupata dall'impianto è pari allo 0,37% del totale. Concentrandosi sul territorio comunale di Benetutti, che si estende per 9.460 ha, l'impianto occuperebbe lo 0,46% della superficie comunale (Figura 16) e l'1,36% della superficie agricola, pari a 3.171 ha (33,52% del totale).

<sup>1</sup> <https://portal.sardegناسira.it/web/sardegnaambiente/ricerca-dei-progetti>

<sup>2</sup> <https://va.mite.gov.it/it-IT>

**Figura 16. Suddivisione della superficie comunale di Benetutti, con particolare riferimento alle aree agricole interessate dall'impianto fotovoltaico in esame.**



### 3.12 Aspetti ambientali del progetto

#### 3.12.1 Fabbisogno di materie prime e utilizzazione di risorse naturali

Riguardo al fabbisogno di materie prime per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico non si segnalano significativi potenziali fattori impattanti per acqua ed energia.

La fornitura di energia elettrica è necessaria soltanto per gli impianti di illuminazione e videosorveglianza.

Per il lavaggio dei pannelli non si prevede il prelievo di risorsa idrica ma l'impiego di acqua demineralizzata regolarmente acquistata e trasportata in loco.

Rispetto al consumo di suolo agricolo si osserva che l'occupazione ha carattere temporaneo (per l'impianto si considera una vita utile pari a ca. 25 anni) e che in fase di dismissione si prevede di allontanare tutte le componenti impiantistiche e inerenti le sistemazioni esterne (misto di cava stabilizzato, geotessile per evitare i ristagni in corrispondenza delle canalette a sterro di regimazione delle acque, ecc.) e ripristinare lo stato dei luoghi.

In particolare, si prevede lo svolgimento di semplici operazioni agronomiche (apporto di ammendante, sarchiatura o erpicatura superficiale, ecc.) per riattivare la fertilità agronomica dello strato di coltivo.

#### 3.12.2 Tutela della risorsa idrica

La tutela della risorsa idrica sarà garantita attraverso la corretta gestione delle acque che circolano all'interno del cantiere e dei rifiuti generati dalle lavorazioni che possono interferire con il suolo, le acque superficiali e le profonde. Nello specifico saranno evitati i ristagni di acque predisponendo opportuni sistemi di regimazione delle acque meteoriche non contaminate. Si prevede inoltre la realizzazione di un sistema di regimazione perimetrale dell'area di cantiere che limiti l'ingresso delle acque meteoriche dilavanti dalle aree esterne al cantiere stesso, durante l'avanzamento dei lavori e compatibilmente con lo stato dei luoghi.

In caso di versamenti accidentali, il materiale sversato sarà circoscritto e raccolto, quindi si provvederà ad effettuare la comunicazione di cui all'art. 242 del D.lgs. n. 152/2006.

Inoltre, sulla base delle lavorazioni di cantiere, non è prevista la produzione di acque di lavorazione, le strutture per i pannelli fotovoltaici saranno infisse mediante battipalo senza ricorrere a perforazioni con fluido, non è previsto il lavaggio di betoniere in cantiere o altre operazioni di lavaggio dei mezzi.

Per i rifornimenti di carburanti e lubrificanti con mezzi mobili sarà garantita la tenuta e l'assenza di sversamenti di carburante durante il tragitto adottando apposito protocollo. Si provvederà al controllo della tenuta dei tappi del bacino di contenimento delle cisterne mobili ed evitare le perdite per traboccamento provvedendo a periodici svuotamenti. Si controlleranno inoltre giornalmente i circuiti oleodinamici.

Rispetto alle acque sotterranee, inoltre, si evidenzia che l'intervento (impianto fotovoltaico, cavidotto interrato, SEU e opere di connessione alla RTN) non altera la vulnerabilità delle acque.

## 4 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

### 4.1 Obiettivi generali e requisiti del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA)

Il Piano di Monitoraggio Ambientale relativo all'impianto fotovoltaico denominato 'Benetutti' persegue i seguenti obiettivi generali:

- verificare la conformità alle previsioni di impatto ambientale individuate nel SIA (fase di costruzione e di esercizio);
- correlare gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione;
- garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione;
- fornire gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio;
- effettuare, nelle fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.

### 4.2 Fasi della redazione del PMA

La redazione del PMA relativo all'impianto fotovoltaico 'Benetutti' è stata condotta sulla base dei contenuti del Progetto Definitivo, dello Studio di Impatto Ambientale e dei relativi approfondimenti specialistici per l'avvio della procedura di VIA ai sensi del D.lgs. 152/2006 smi.

Nello specifico sono state condotte le seguenti attività:

- analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente;
- identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici;
- scelta delle componenti ambientali;
- scelta delle aree da monitorare;
- definizione della struttura delle informazioni (contenuti e formato).

### 4.3 Identificazione delle componenti

Le componenti ed i fattori ambientali ritenuti significativi, che sono stati analizzati all'interno della presente relazione, sono così intesi ed articolati:

- suolo: inteso sotto il profilo geologico, geomorfologico e pedologico, nel quadro dell'ambiente in esame ed anche come risorsa non rinnovabile;
- atmosfera: qualità dell'aria e caratterizzazione meteorologica;
- complessi di componenti e fattori fisici, chimici e biologici tra loro interagenti ed interdipendenti;
- rumore, considerato in rapporto all'ambiente umano;
- campi elettromagnetici, considerati in rapporto all'ambiente umano.

Rispetto alle componenti, invece, si osserva quanto segue.

Il PMA relativo alla componente "acque superficiali e sotterranee" è finalizzato a valutare, in relazione alla costruzione e all'esercizio dell'opera, le eventuali variazioni, rispetto alla situazione *ante-operam*, di tutti i parametri e/o indicatori utilizzati per definire le caratteristiche qualitative e quantitative dei corpi idrici potenzialmente interessati dalle azioni di progetto.

Il PMA deve essere contestualizzato nell'ambito della normativa di settore rappresentata a livello comunitario dalla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (DQA) e a livello regionale dal Piano di Tutela della Acque e dal Piano di Gestione Acque.

Nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale si è evidenziato che per le aree impianto fotovoltaico - in fase di cantiere - gli impatti dell'impianto sulle acque potrebbero riguardare esclusivamente potenziali interazioni con il reticolo idrico superficiale e la falda.

Per quanto riguarda il reticolo idrico superficiale nell'area in cui viene realizzato l'impianto (entrambi i settori) non vi sono interazioni dirette con corpi idrici, pertanto gli impatti saranno non significativi.

I principali rischi per le acque sotterranee connessi alle attività di cantiere sono legati alla possibilità dell'ingresso nelle falde acquifere di sostanze inquinanti (oli, carburante mezzi, etc.), con conseguenze per gli impieghi ad uso idropotabile delle stesse e per l'equilibrio degli ecosistemi. Tale evento è comunque da considerarsi remoto. Nello specifico, l'interazione con le acque di falda è comunque limitata anche in relazione alla ridotta profondità di scavo relativa sia all'appoggio delle fondazioni delle cabine, dei pali di sostegno dei moduli fotovoltaici. Inoltre, sulla base delle lavorazioni di cantiere non è prevista la produzione di acque di lavorazione, le strutture saranno infisse mediante battipalo senza ricorrere a perforazioni con fluido, non è previsto il lavaggio di betoniere in cantiere o altre operazioni di lavaggio dei mezzi.

Considerate le caratteristiche idrogeologiche dei terreni e le specifiche progettuali dell'intervento, si ritiene che le opere in progetto non comportino alterazioni del regime idrogeologico ed idraulico dell'area. Inoltre l'area d'impianto non ricade in zone interessate da pericolosità idraulica. Si ritiene quindi non necessario il monitoraggio delle aree di impianto per la componente 'acque'.

Per quanto riguarda il cavidotto interrato in MT, si rileva che questo interferisce con il reticolo idrografico essenzialmente in cinque punti: uno situato tra i due settori dell'impianto in esame e gli altri ubicati tra il settore Sud e la SEU. Nello specifico, tra le due aree d'impianto il cavidotto interferisce con un ramo affluente del Fiume Tirso non ben identificato, mentre lungo il percorso verso la SEU, il cavidotto interferisce con il Riu Minore, il Riu Mannu, il Fiume Tirso e il Riu Bicolle.

Tutte interferenze con il reticolo idrografico, ad eccezione di quella con il Fiume Tirso, verranno superate mediante trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) Il cavidotto verrà posizionato ad almeno 2,0 metri di profondità dal fondo dell'alveo, la trivellazione verrà realizzata ad una distanza di almeno 10 m dall'argine e non verranno prodotte acque di lavorazione. Tale tecnica permetterà quindi di evitare qualsiasi tipo di interferenza del cavidotto con la sezione di deflusso dei corsi d'acqua e di non alterare il regime idraulico dei corsi d'acqua attraversati. L'interferenza con il Fiume Tirso verrà invece superata mediante staffaggio. Gli impatti del cavidotto sulle acque superficiali possono quindi essere considerati non significativi. Si ritiene quindi non necessario il monitoraggio lungo il tracciato del cavidotto per la componente 'acque'

Per quanto riguarda il reticolo idrico superficiale nell'area in cui è prevista la SEU non vi sono interazioni dirette con corpi idrici, pertanto gli impatti saranno non significativi. Inoltre, l'area interessata dalla presenza della SEU non ricade in zone classificate pericolose dal punto di vista idraulico. Considerata la situazione non sono previsti monitoraggi sulla componente 'acque'.

Anche per la fase di esercizio, in relazione alla non significatività degli impatti valutati nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale non sono previsti monitoraggi sulla componente 'acque'.

Per quanto riguarda la componente "flora e vegetazione", il principale impatto consiste nella trasformazione di lungo periodo dell'uso agricolo dei seminativi. Tale trasformazione interesserà, per il progetto in valutazione, una superficie agricola estensiva pari a ca. 42 ha.

I seminativi estensivi avvicendati, come sopra evidenziato, rappresentano una delle forme di gestione colturale tra le più diffuse dell'ambito rurale d'inserimento delle opere. Si tratta di un'unità ecosistemica di origine antropica legata all'avvicendamento colturale, dotata di un basso livello di diversità floristica, fortemente influenzata sia dal continuo disturbo dovuto al succedersi dei tagli (e quindi dalla presenza di macchinari) sia dall'apporto di fertilizzanti. Come tutti gli agroecosistemi, è dotato di scarsissima resilienza e non presenta alcun elemento d'interesse ecologico. Presenta, di contro, un discreto valore in termini di

ricchezza trofica per la micro e mesofauna. Come conseguenza delle attività di progetto non si prevede alcuna modifica significativa del soprassuolo vegetale dell'area di impianto in quanto allo stato di progetto l'area sottesa ai pannelli sarà trattata a prato polifita regolarmente falciato. Per le motivazioni di cui sopra si ritiene che tale componente ambientale non debba essere oggetto di specifico monitoraggio.

Si evidenzia tuttavia, come meglio illustrato in seguito, che sarà invece oggetto di monitoraggio l'attecchimento e lo sviluppo vegetativo dell'oliveto perimetrale di mitigazione ambientale e paesaggistica al fine di verificarne la relativa efficacia soprattutto in relazione alle principali visuali che si aprono in direzione dell'area d'impianto.

Con riferimento alla "fauna" si osserva che le attività di cantiere previste interesseranno, seppur con intensità differente, tutte le componenti faunistiche presenti le quali, anche in considerazione della ridotta durata del cantiere (pari a 380 giorni nello scenario "standard"), potranno recuperare lo stato e la presenza attuale nel breve termine. Si evidenzia che il cantiere non presenta particolari criticità in termini di disturbo ambientale e pertanto le interferenze con la componente si considerano scarsamente rilevanti. In fase di esercizio e dismissione gli impatti sulla fauna saranno non rilevanti. Si può concludere che sulla base delle valutazioni riportate nello Studio di Impatto Ambientale in nessuna delle fasi di progetto debba essere eseguito uno specifico monitoraggio sulla componente fauna, ad eccezione del monitoraggio della gallina prataiola.

Con riferimento all'elettromagnetismo si evidenzia quanto segue.

L'intensità del campo elettrico generato da linee interrate (cavidotto MT) è insignificante già al di sopra delle linee stesse grazie all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno.

Per quanto riguarda l'intensità del campo magnetico, poiché le linee elettriche interrate MT (aventi sezione pari al max 150 mm<sup>2</sup>, ad una profondità di 1 m), relative all'impianto fotovoltaico in oggetto, saranno eseguite tramite posa di tipo interrata in cavo cordato ad elica visibile, risultano essere esenti dalla procedura di verifica in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.

Rispetto all'impatto elettromagnetico generato dalle cabine secondarie, così come indicato nel documento "Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08. Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche [Enel Distribuzione S.p.A. – Divisione Infrastrutture e Reti – QSA/IUN]", può essere presa in considerazione una DPA per le cabine elettriche pari a: 2m. Da tale distanza in poi il valore di CEM risulta minore al valore dell'obiettivo qualità pari a 3 microtesla.

Tutto ciò premesso si ritiene che in nessuna delle fasi di progetto debba essere eseguito specifico monitoraggio sugli impatti derivanti dall'elettromagnetismo.

#### 4.4 Gestione dei dati di monitoraggio

La documentazione sarà standardizzata in modo da rendere immediatamente confrontabili le tre fasi di monitoraggio *ante-operam*, in corso d'opera e *post-operam*.

A tal fine il PMA è pianificato in modo da poter garantire:

- il controllo e la validazione dei dati;
- l'archiviazione dei dati e l'aggiornamento degli stessi;
- confronti, simulazioni e comparazioni;
- le restituzioni tematiche;
- l'informazione e la divulgazione alla cittadinanza.

In definitiva, ciascuna componente ambientale (matrice) trattata nei successivi paragrafi, seguirà uno schema-tipo articolato in linea generale in:

- obiettivi specifici del monitoraggio;
- localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio, parametri analitici,
- frequenza e durata del monitoraggio,
- metodologie di riferimento (campionamento, analisi, elaborazione dati),
- valori limite normativi e/o standard di riferimento.

#### 4.5 Modalità temporale di espletamento delle attività

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale si articola nelle tre fasi temporali di seguito illustrate:

1. Monitoraggio ante-operam (AO). Tale monitoraggio rappresenta le condizioni ambientali iniziali dell'area d'imposta dell'impianto su cui andrà ad impattare l'opera; tale monitoraggio rappresenta le condizioni ambientali iniziali delle varie matrici ambientali sulle quali si andrà a verificare l'impatto indotto dall'impianto da realizzare. L'analisi iniziale, definita anche come "momento zero" ha, sostanzialmente, la funzione di essere presa come riferimento di base rispetto all'influenza ed alle variazioni che l'impianto indurrà sull'ambiente allo scopo di indurre l'adozione di eventuali misure correttive.
2. Monitoraggio in corso d'opera (CO). Il monitoraggio in corso d'opera riguarda il periodo di realizzazione dell'impianto fotovoltaico, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento ed al ripristino dei siti. Questa fase è quella che presenta la maggiore variabilità, poiché è strettamente legata all'avanzamento dei lavori e perché è influenzata dalle eventuali modifiche nel layout ed organizzazione dei cantieri apportate dalle imprese aggiudicatrici dei lavori. Pertanto, il monitoraggio in corso d'opera sarà condotto per fasi successive, articolate in modo da seguire l'andamento dei lavori. Preliminarmente sarà definito un piano volto all'individuazione, per le aree di impatto da monitorare, delle fasi critiche della realizzazione dell'opera per le quali si ritiene necessario effettuare la verifica durante i lavori. Le indagini saranno condotte per tutta la durata dei lavori con intervalli definiti e distinti in funzione della componente ambientale indagata. Le fasi individuate in via preliminare saranno aggiornate in corso d'opera sulla base dell'andamento dei lavori.
3. Monitoraggio post-operam (PO). Il monitoraggio *post-operam* comprende le fasi di pre-esercizio ed esercizio dell'opera, e deve iniziare tassativamente non prima del completo smantellamento e ripristino delle aree di cantiere. La durata del monitoraggio per le opere in oggetto è stata fissata pari alla vita utile dell'impianto. Infatti, in questa fase, considerando l'estensione della durata dell'efficacia dell'impianto (da 25 anni) il piano di monitoraggio dovrà prevedere controlli periodici e programmati per la verifica, anche rispetto al "momento zero", delle condizioni quali-quantitative delle varie matrici ambientali considerate. Il monitoraggio *post-operam* include poi la fase di dismissione dell'impianto fotovoltaico: tale fase costituisce, in particolare, il reintegro dell'area d'impianto alle condizioni *ante-operam* con riferimento sia alle varie componenti strutturali dell'impianto sia al ripristino finale delle aree.

## 5 COMPONENTI AMBIENTALI

### 5.1 Suolo e sottosuolo

Premesso che, come descritto nello Studio di Impatto Ambientale (cod. elab. BNT.VIA.REL.R31), il progetto non interferisce con il sottosuolo né si prevedono attività che possano determinarne la contaminazione, nell'ambito del PMA si prevede di monitorare esclusivamente la componente 'suolo', matrice ambientale che si sviluppa dal piano campagna fino ad una profondità di ca. 1 m.

Il monitoraggio del suolo ha l'obiettivo di verificare in termini quali-quantitativi le potenziali modificazioni indotte dalla realizzazione delle opere sulle caratteristiche pedologiche dei terreni con particolare riferimento all'importanza che queste rivestono nella distribuzione e nella coltivazione delle piante agrarie e, più in generale, del soprassuolo vegetale.

I principali possibili impatti determinati dalla realizzazione di un impianto fotovoltaico sul suolo sono quelli che influiscono sulla stabilità della copertura pedologica e, più in generale, sulla sua capacità di sostenere lo sviluppo del soprassuolo vegetale e proteggere la struttura idrologica, accentuando o mitigando i processi di degradazione che maggiormente minacciano i suoli delle nostre regioni<sup>3</sup>, fra i quali le seguenti forme di degradazione:

- *fisica* cui conseguono fenomeni di impermeabilizzazione e/o asfissia dovuta a compattazione, indurimento, formazione di croste, ecc. Il rischio di compattazioni si considera di scarsa entità in quanto, al netto della viabilità interna costituita da stabilizzato, tale fenomeno è attribuibile soltanto alle attività di cantiere. Peraltro in fase di cantiere i mezzi percorreranno la viabilità interna realizzata già in fase di approntamento evitando quindi di interessare aree a prato; in tutti i casi, anche qualora transitassero nelle aree diverse dalla viabilità, si tratterebbe di una circostanza assimilabile al transito dei mezzi agricoli che finora hanno interessato l'area per la coltivazione. Si esclude la formazione di indurimenti in quanto legati all'azione battente della pioggia (non frequente nell'area d'intervento) e alle ripetute lavorazioni agrarie. Si esclude altresì la formazione di croste in quanto la copertura erbacea permanente nell'area e la sospensione delle lavorazioni agrarie impediscono il verificarsi di tali fenomeni (generalmente legati allo sfruttamento agrario intensivo dei terreni). Tale forma di degradazione sarà monitorata valutando la *struttura* del terreno.
- *chimica* cui consegue la perdita di capacità di produrre biomassa. È dovuta principalmente ad eccessi di sostanze inquinanti di origine antropica (fitofarmaci, fertilizzanti, diserbanti, ammendanti, ecc.) ed impoverimento di nutrienti con perdita di fertilità. Premesso che le coltivazioni agrarie richiedono apporti chimici che verrebbero meno con la costruzione dell'impianto fotovoltaico, il rischio di inquinamento del suolo dovuto alla realizzazione delle opere è quindi estremamente ridotto e legato ad eventi accidentali di sversamento o spandimento accidentale da macchinari e mezzi di cantiere. Gli effetti legati al verificarsi di eventi di questo tipo sono la contaminazione del suolo e, successivamente, delle acque sotterranee a seguito della migrazione degli inquinanti nel sottosuolo. Si evidenzia che la probabilità di tali eventi risulta molto bassa per impianti fotovoltaici ma, qualora si verificasse, si prevedranno indagini suppletive specifiche in modo da assicurare una soluzione tempestiva del problema, in contemporanea a controlli sulle acque superficiali e sotterranee. L'area di cantiere sarà adeguatamente attrezzata ed il personale istruito per l'esecuzione di procedure di emergenza nel caso in cui si verificassero tali eventi accidentali. Gli eventuali sversamenti saranno immediatamente assorbiti con appositi materiali assorbenti che andranno comunque, al termine delle operazioni di pulizia, raccolti ed inviati a smaltimento con le stesse modalità di raccolta degli oli esausti. L'immediata rimozione della sorgente di contaminazione e dell'eventuale volume di suolo contaminato consentirebbe il rapido ripristino delle condizioni iniziali. Tale forma di degradazione sarà monitorata attraverso *analisi chimiche* del terreno;

<sup>3</sup> Thematic Strategy for Soil Protection, COM (2006) 231.

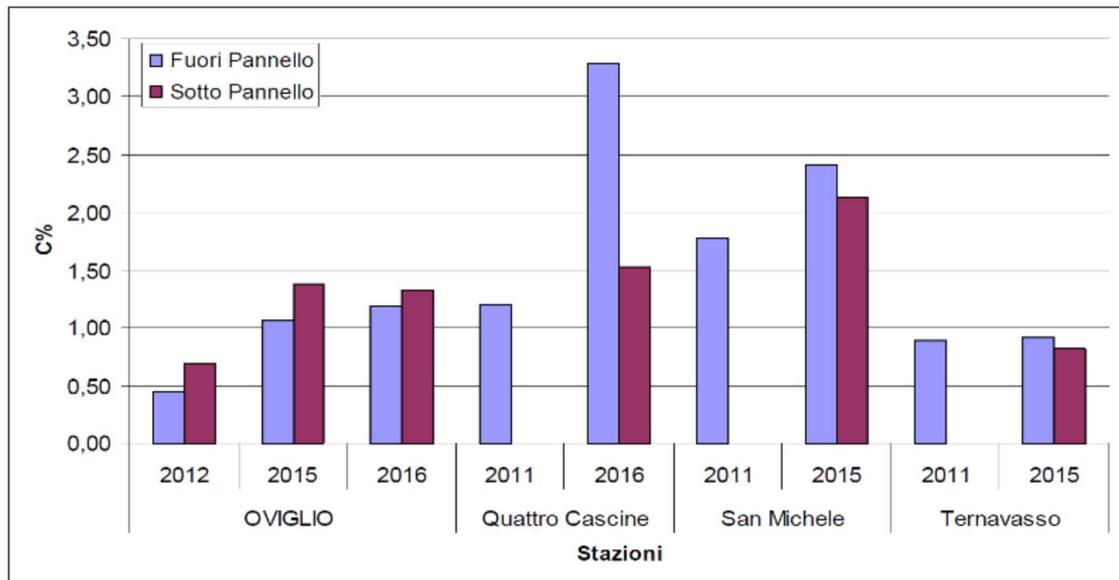
- *biologica* cui consegue diminuzione di microflora e microfauna dovuta a perdita di sostanza organica causata da modificazione dei processi di decomposizione/mineralizzazione e da riduzione degli apporti per cause naturali o antropiche. L'insieme della sospensione delle lavorazioni agrarie e dell'introduzione di un prato stabile senza asporto di biomassa nelle superfici sottese ai pannelli (la manutenzione consisterà in semplici sfalci con rilascio della materia organica di sfalcio al suolo - tecnica del *mulching*) si tradurranno in un progressivo miglioramento della dotazione di sostanza organica del suolo. Le radici delle specie erbacee costituenti il cotico del prato permanente, infatti, sono in grado di incrementare l'apporto di sostanza organica, con un importante effetto sulla ricostruzione della struttura. Tali affermazioni trovano riscontro sia nei testi scientifici<sup>4</sup> sia nelle risultanze di alcuni monitoraggi condotti da IPLA (IPLA, 2017 e 2020)<sup>5</sup> all'interno di grandi impianti fotovoltaici a terra realizzati in Regione Piemonte dai quali non emerge alcun degrado e, al contrario, nella maggior parte dei casi, un progressivo miglioramento della dotazione di carbonio organico dei suoli. Tale forma di degradazione sarà monitorata in particolare attraverso la determinazione della *granulometria* e del *carbonio organico*.

---

<sup>4</sup> Armstrong et al., 2014.

<sup>5</sup> IPLA (Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente) e Settore Agricoltura Sostenibile ed Infrastrutture Irrigue della Regione Piemonte), 2017. Monitoraggio degli effetti del fotovoltaico a terra sulla fertilità del suolo e assistenza tecnica.

**Figura 17. Risultati dei monitoraggi IPLA in merito alle dotazioni di sostanza organica di suoli con impianti fotovoltaici a terra (IPLA, 2017).**



- per erosione cui consegue asportazione dello strato più superficiale del terreno, compattazione e perdita di nutrienti. È dovuta all'azione di agenti fisici come acqua e vento. L'erosione dei suoli è un fenomeno naturale<sup>6</sup> anche se, quando accelerata da fenomeni di tipo antropico, può diventare fattore di degradazione arrivando a comprometterne talora la fertilità. Le pratiche agricole generalmente rendono vulnerabili i suoli all'erosione con perdite di produzione che, per un campo di mais, possono essere pari anche a 42 t/ha<sup>7</sup>. Viceversa, un suolo inerbito privo di lavorazioni può ridurre le perdite per erosione a soli 0,08 t/ha all'anno<sup>8</sup> in quanto la vegetazione svolge una naturale funzione antierosiva. Con riferimento alla progettazione e gestione dei campi fotovoltaici Graebig et al. (2010) specifica come un'attenta progettazione e l'adozione di buone pratiche gestionali (come gli sfalci con rilascio al suolo - *mulching*) possano ridurre le perdite per erosione fino a livelli insignificanti. Tale forma di degradazione sarà monitorata in particolare attraverso la determinazione della *granulometria* e la *lettura del profilo pedologico* con particolare riferimento alla verifica delle modificazioni quali-quantitative dei relativi orizzonti pedologici.

### 5.1.1 Identificazione dei parametri da monitorare

Preliminarmente alle attività di monitoraggio vero e proprio delle alterazioni pedologiche del suolo interessato dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico si rende necessario individuare alcuni importanti *parametri stazionali* che, oltre a consentire una precisa individuazione dei singoli punti di indagine, forniscono informazioni indispensabile ad una corretta interpretazione dei risultati analitici delle attività di monitoraggio.

I parametri stazionali dovranno essere valutati in particolare nella fase di *ante-operam* (ossia nella determinazione del "momento zero") in quanto consentono di caratterizzare i punti di indagine prima della

<sup>6</sup> Graebig et al. (2010).

<sup>7</sup> Lung (2002).

<sup>8</sup> Pimentel et al (1987).

realizzazione delle opere in modo tale da fornire gli elementi per una lettura critica dei risultati nelle successive fasi del monitoraggio.

- I *parametri stazionali* che s'intende monitorare sono i seguenti: pendenza, esposizione, materiale di partenza (*soil parent material*), litologia, morfologia dell'ambiente, pietrosità superficiale, rocciosità affiorante, uso del suolo, erosione e deposizione, altri aspetti superficiali (microrilievi, fessure, livellamenti, compattazione superficiale, incrostamenti, solchi, ecc.), gestione delle acque (i.e. irrigazione, drenaggio, sistemazioni idrauliche di versante, ecc.), inondabilità, temperatura dell'aria.

Nelle successive fasi di monitoraggio (corso d'opera e *post-operam* – esercizio e dismissione), per la valutazione delle alterazioni pedologiche del suolo determinate dalla fase di cantiere, esercizio e dismissione dell'impianto fotovoltaico, invece, si prevedranno le seguenti tipologie di analisi:

- *analisi del profilo pedologico*: individuazione degli orizzonti, profondità degli orizzonti, caratteristiche degli orizzonti, umidità, colore matrice;
- *analisi della struttura*: granulometria (tessitura di campagna, caratteri dello scheletro se presenti, struttura (dimensione e forma, grado), fessure e macropori, presenza di radici e relative dimensioni, radicabilità (percentuale dell'orizzonte esplorabile dalle radici), consistenza (resistenza, cementazione, adesività, plasticità), pH di campagna, effervescenza al HCl, presenza e quantità di pellicole;
- *caratteri del suolo*: profondità utile alle radici, limitazioni all'approfondimento radicale, disponibilità di ossigeno, drenaggio, permeabilità, runoff, stima dell'AWC (riserva idrica, ossia stima della quantità di acque che le piante possono estrarre dal suolo), profondità della falda (se nota), suscettibilità all'incrostamento, interferenza con le lavorazioni, tempo di attesa (possibilità di percorrere e lavorare il suolo senza danneggiare la struttura dopo una pioggia che lo satura), temperatura del suolo, classificazione USDA (tessitura), rappresentatività dell'osservazione.

Il set di analiti per le *analisi chimiche e fisiche* dei suoli che si prevede di impiegare nel monitoraggio è stato determinato basandosi sui due seguenti riferimenti scientifici:

- *Procedure tecniche metodologiche per la realizzazione di rilevamento pedologico in campagna e per la realizzazione di Unità di Paesaggio (UDP), di Unità Cartografiche (UC) e di Unità e Sottounità Tipologiche di suolo (UTS e STS) per la Banca dati dei Suoli della Regione Toscana*, a cura di Regione Toscana e Consorzio Lamma (marzo 2015), considerate un riferimento nazionale in materia di caratterizzazione pedologica;
- *Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra*, a cura della Direzione Agricoltura della Regione Piemonte e dell'IPLA – istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente.

Di seguito si riporta una tabella di sintesi del set di analiti per le analisi di laboratorio da eseguire sui campioni di terreno ed i relativi standard analitici adottati.

**Tabella 4. Determinazione dei parametri analitici per le analisi chimico-fisiche del suolo in fase di monitoraggio**

Determinazione	Standard
Determinazione dell'umidità residua	MACS(*)
Determinazione della granulometria per setacciatura ad umido e sedimentazione. Le frazioni granulometriche devono essere espresse secondo la classificazione USDA, determinando tutte le cinque frazioni sabbiose e le due frazioni limose (limo grosso da 50 a 20 micron e limo fine da 20 a 2 micron)	MACS

Determinazione	Standard
Determinazione del grado di reazione (pH in acqua e in soluzione di CaCl <sub>2</sub> )	MACS
Determinazione della conducibilità elettrica sull' "estratto 1:2,5"	MACS
Determinazione del calcare totale	MACS
Determinazione del calcare attivo	MACS
Determinazione del carbonio organico	MACS
Determinazione dell'azoto totale	MACS
Determinazione del fosforo assimilabile	MACS
Determinazione della capacità di scambio cationico con ammonio acetato	MACS
Determinazione della capacità di scambio cationico con bario cloruro	MACS
Determinazione delle basi di scambio (potassio, magnesio, calcio e sodio) con ammonio acetato	MACS
Determinazione delle basi di scambio (potassio, magnesio, calcio e sodio) con bario cloruro	MACS
Determinazione della massa volumica	MASF(**)

**Tabella 5. Standard analitici adottati per le analisi chimico-fisiche del suolo**

Standard	Riferimento	Applicazione
(*) MACS	"Metodi di Analisi Chimica del suolo" (MACS, 2000) del Ministero per le Politiche Agricole – Osservatorio Nazionale Pedologico, coordinatore Pietro Violante, Codice ISBN 8846422406, 536 pp.	Analisi chimiche del suolo
(**) MAFS	"Metodi di Analisi Fisica del Suolo" (MAFS, 1998) del Ministero per le Politiche Agricole – Osservatorio Nazionale Pedologico, coordinatore Marcello Pagliai, codice ISBN 8846404262, 400 pp.	Analisi fisiche del suolo

Le determinazioni dal numero 1 al numero 13 andranno eseguite sulla totalità dei campioni di suolo, tranne per le seguenti analisi alternative tra di loro o da realizzarsi previa verifica delle condizioni di seguito riportate:

- a) i metodi numero 10 e 12 (in alternativa ai metodi 11 e 13) vanno applicati quanto:
  - la reazione pH del suolo è  $\leq 6,6$
  - nei profili lisciviati qualora la parte superficiale del profilo presenti valori di reazione  $\leq 6,6$  il metodo va applicato all'intero profilo. Nel caso fossero presenti orizzonti contenenti carbonato di calcio quest'ultimo va calcolato come differenza tra la C.S.C. e le altre basi.
- b) quando non incorrano le condizioni previste nel punto precedente si applicano i metodi 11 e 13 in alternativa ai metodi 10 e 11.

### 5.1.2 Aspetti metodologici

Facendo riferimento alle "Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra" della Regione Piemonte, il protocollo di monitoraggio si attua in due fasi:

1. La prima fase del monitoraggio riguarda la fase di AO, precede la realizzazione dell'impianto fotovoltaico e consiste nella caratterizzazione stazionale e pedologica dell'appezzamento tramite una scala cartografica di dettaglio (scala 1:10.000), osservazioni in campo e una caratterizzazione del suolo.
2. La seconda fase del monitoraggio, invece, prevede indagini delle caratteristiche del suolo ad intervalli temporali prestabiliti in CO e PO (esercizio e dismissione) attraverso l'esecuzione per ciascun punto di monitoraggio di una trivellata ad una profondità pari a ca. 1 m dal piano campagna per lo studio del profilo pedologico e il prelievo di campioni per le determinazioni analitiche. L'esecuzione dei

---

campionamenti del suolo negli orizzonti superficiale e sottosuperficiale saranno eseguiti indicativamente alle profondità 0-30 e 30-60 centimetri dal piano campagna.

In termini di frequenza si evidenzia che il monitoraggio AO avverrà in un qualsiasi momento prima dell'apertura del cantiere al fine caratterizzare il "momento zero".

I monitoraggi in CO, anche in considerazione della breve durata del cantiere, saranno eseguiti una volta soltanto nel corso della realizzazione dell'impianto fotovoltaico. In fase di PO - esercizio, invece, considerata una vita utile dell'impianto pari a 25 anni, si prevede di ripetere le indagini ogni 5 anni per un totale di 7 analisi complessive. Tali intervalli sembrano essere sufficienti per rilevare le eventuali modifiche dei parametri del suolo che, in linea generale, hanno tempistiche abbastanza lunghe. Tuttavia potranno essere aumentati all'emergere di valori critici dei parametri monitorati. Nella fase di PO – dismissione si prevede di eseguire un monitoraggio ad un anno dalla dismissione e ripristino dell'impianto al fine di verificare l'efficacia delle misure di ripristino adottate.

Al fine di rendere rappresentative le analisi da effettuare rispetto all'area d'intervento, il numero di campioni da prelevare è stato determinato in funzione della superficie occupata dai pannelli fotovoltaici e dalle caratteristiche dell'area (omogeneità od eterogeneità) nonché dell'estensione dell'area da campionare. I punti di campionamento sono stati previsti in zone dell'appezzamento aventi caratteristiche differenti (in posizione ombreggiata al di sotto delle stringhe fotovoltaiche, in aree di controllo non disturbate dalla presenza dei pannelli, in prossimità dei pannelli ma al di fuori della proiezione al suolo). In considerazione dell'estensione dell'area e della difficile accessibilità alla stessa prima della realizzazione dell'impianto, nel posizionamento dei punti di indagine sono stati presi in considerazione anche criteri di migliore praticabilità delle aree.

I punti di indagine sono stati posizionati come rappresentato nella tavola allegata (Allegato 2) ai vertici di una maglia quadrata territoriale avente lato pari a ca. 150 metri. Tali punti sono stati georeferenziati in modo tale da rimanere costanti per tutta la durata del protocollo di monitoraggio.

Per ciascun punto d'indagine i campioni devono essere prelevati in conformità a quanto previsto nell'allegato 1 del Decreto Ministeriale 13/09/1999, pubblicato in Gazzetta Ufficiale Suppl. Ordin. n° 248 del 21/10/1999 (Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo"). In tutte e due le fasi del monitoraggio deve essere effettuata un'analisi stazionale, con le analisi di laboratorio dei campioni di suolo.

In Tabella 6 sono riportati i dati di sintesi per il monitoraggio della componente 'suolo'. Come precedentemente menzionato, i campionamenti saranno eseguiti in accordo con le "Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra" e con i contenuti del Decreto Ministeriale 13/09/1999- Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo.

Per la localizzazione dei punti di campionamento si rimanda alla Tavola 1 allegata al presente piano di monitoraggio.

A livello operativo i monitoraggi saranno eseguiti mediante l'impiego di una *Scheda di monitoraggio della componente 'suolo'* (Allegato 1) sintetizzata sulla base della pubblicazione "Capacità d'uso dei suoli – Manuale di campagna per il rilevamento e la descrizione dei suoli" a cura dell'Istituto per le Piante da legno e l'Ambiente (IPLA, 2010).

Tabella 6. Sintesi dei monitoraggi per la matrice 'suolo'.

	Ante-operam (AO)	Corso d'opera (CO)	Post-operam (PO)	
			Fase di esercizio (PO-esercizio)	Fase di dismissione (PO-dismissione)
<b>Obiettivi specifici del monitoraggio</b>	Verifica della copertura pedologica	Verifica della copertura pedologica	Verifica della copertura pedologica	Verifica della copertura pedologica
<b>Localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio</b>	Punti di campionamento S1÷S7 (settore Nord) S8÷S20 (settore Sud)	Punti di campionamento S1÷S7 (settore Nord) S8÷S20 (settore Sud)	Punti di campionamento S1÷S7 (settore Nord) S8÷S20 (settore Sud)	Punti di campionamento S1÷S7 (settore Nord) S8÷S20 (settore Sud)
<b>Parametri<sup>9</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>profilo pedologico</li> <li>struttura</li> <li>caratteri del suolo</li> <li>analisi chimiche e fisiche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>profilo pedologico</li> <li>struttura</li> <li>caratteri del suolo</li> <li>analisi chimiche e fisiche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>profilo pedologico</li> <li>struttura</li> <li>caratteri del suolo</li> <li>analisi chimiche e fisiche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>profilo pedologico</li> <li>struttura</li> <li>caratteri del suolo</li> <li>analisi chimiche e fisiche</li> </ul>
<b>Frequenza e durata del monitoraggio</b>	n. 1 prima dell'apertura del cantiere	n. 1 durante l'esecuzione dei lavori	Ogni 5 anni	N. 1 ad un anno dal termine delle attività di dismissione e ripristino
<b>Metodologie di riferimento (campionamento, analisi, elaborazione dati)</b>	<p>Procedure tecniche metodologiche per la realizzazione di rilevamento pedologico in campagna e per la realizzazione di Unità di Paesaggio (UDP), di Unità Cartografiche (UC) e di Unità e Sottounità Tipologiche di suolo (UTS e STS) per la Banca dati dei Suoli della Regione Toscana, a cura di Regione Toscana e Consorzio Lamma (marzo 2015)</p> <p>Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra, a cura della Direzione Agricoltura della Regione Piemonte e dell'IPLA – Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente.</p> <p>Decreto Ministeriale 13/09/1999- Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo</p>			
<b>Valori limite normativi standard di riferimento</b>	n/a	n/a	n/a	n/a

<sup>9</sup> I singoli parametri analizzati sono riportati nel § 5.1.1 e nella *Scheda di rilevamento pedologico* di campo allegata (Allegato 2).

## 5.2 Atmosfera - Aspetti meteo-climatici

Il PMA prevede solo l'analisi delle caratteristiche climatiche e meteo diffuse dell'area di studio, tramite la raccolta e l'organizzazione dei dati meteorologici disponibili, per verificare l'influenza delle caratteristiche meteorologiche locali sulla diffusione e sul trasporto degli inquinanti (in corso d'opera) e le condizioni meteo finalizzate all'irraggiamento e/o, per l'analisi anemometrica per la stabilità delle varie stringhe costituenti l'impianto (fase di esercizio).

### 5.2.1 Identificazione dei parametri da monitorare

Il monitoraggio degli aspetti meteo-climatici ha lo scopo di valutare i seguenti parametri:

- *temperatura*
- *umidità*
- *velocità e direzione del vento*
- *pressione atmosferica*
- *precipitazione*
- *radiazione solare*

#### Temperatura dell'aria

La temperatura dell'aria è influenzata da vari fattori, tra cui la latitudine, l'altitudine, l'alternarsi del dì e della notte e delle stagioni, la vicinanza del mare; essa, a sua volta, influisce sulla densità dell'aria e ciò è alla base di importanti processi atmosferici. La temperatura dell'aria verrà misurata tramite sensori di temperatura dell'aria per applicazioni meteorologiche montati in schermi antiradianti (a ventilazione naturale o forzata) ad alta efficienza.

#### Umidità

L'umidità è una misura della quantità di vapore acqueo presente nell'aria. La massima quantità di vapore d'acqua che una massa d'aria può contenere è tanto maggiore quanto più elevata è la sua temperatura. Pertanto le elaborazioni non sono espresse in umidità assoluta, bensì in umidità relativa, che è il rapporto tra la quantità di vapore d'acqua effettivamente presente nella massa d'aria e la quantità massima che essa può contenere a quella temperatura. Nel periodo estivo, valori pari al 100% di umidità relativa corrispondono a condensazione, ovvero ad eventi di pioggia. La componente umidità verrà misurata e monitorata tramite termoigrometri specificatamente disegnati per applicazioni meteorologiche dove possono essere richieste misure in presenza di forti gradienti termici ed igrometrici, considerato che il clima della regione e del sito di installazione hanno valori percentuali di umidità specie nei periodi estivi molto elevati.

#### Velocità e direzione del vento

In meteorologia il vento è il movimento di una massa d'aria atmosferica da un'area con alta pressione (anticiclonica) a un'area con bassa pressione (ciclonica). In genere con tale termine si fa riferimento alle correnti aeree di tipo orizzontale, mentre per quelle verticali si usa generalmente il termine correnti convettive che si originano invece per instabilità atmosferica verticale. Le misurazioni saranno effettuate tramite sensori combinati di velocità e direzione del vento, con anemometri a coppe e banderuola e ultrasonici, per l'installazione dei dispositivi di misurazione si sceglieranno dei punti idonei in modo tale da reperire in maniera coerente sia la velocità massima- minima e media e soprattutto la direzione prevalente del vento.

### Pressione atmosferica

La pressione atmosferica normale o standard è quella misurata alla latitudine di 45°, al livello del mare e ad una temperatura di 0 °C su una superficie unitaria di 1 cm<sup>2</sup>, che corrisponde alla pressione di una colonna di mercurio di 760 mm che corrisponde a 1013,25 hPa (ettopascal) o mbar (millibar). La pressione atmosferica è influenzata dalla temperatura dell'aria e dall'umidità che, al loro aumentare, generano una diminuzione di pressione.

Gli spostamenti di masse d'aria fredda e calda generano importanti variazioni di pressione. Infatti non è tanto il valore assoluto di pressione che deve interessare, ma la sua variazione nel tempo. Nelle giornate di alta pressione, l'umidità e gli inquinanti contenuti nell'atmosfera vengono "premuti" verso il basso e costretti a rimanere concentrati in prossimità del suolo, generando inevitabilmente un peggioramento della qualità dell'aria. Tra le sostanze principali che "subiscono" questo meccanismo di accumulo vi sono senz'altro il biossido di azoto, l'ozono e le polveri sottili. La pressione atmosferica verrà rilevata attraverso appositi sensori barometrici.

### Precipitazioni

Quando l'aria umida, riscaldata dalla radiazione solare si innalza, si espande e si raffredda fino a condensarsi (l'aria fredda può contenere meno vapore acqueo rispetto a quella calda e viceversa) e forma una nube, costituita da microscopiche goccioline d'acqua diffuse dell'ordine dei micron. Queste gocce, unendosi (coalescenza), diventando più grosse e pesanti, cadono a terra sotto forma di pioggia, neve, grandine. Le precipitazioni vengono in genere misurate utilizzando due tipi di strumenti: pluviometro e pluviografo. Il primo strumento consiste in un piccolo recipiente, in genere di forma cilindrica, e dalle dimensioni standardizzate che ha il compito di raccogliere e conservare la pioggia che si è verificata in un certo intervallo di tempo, generalmente un giorno, sul territorio dove è installato. In questo modo è possibile ottenere una misura giornaliera delle precipitazioni in una data località. Diversamente il pluviografo è uno strumento che ha il compito di registrare la pioggia verificatasi a una scala temporale inferiore al giorno, attualmente sono disponibili pluviografi digitali con risoluzione temporale dell'ordine di qualche minuto. Convenzionalmente in Italia la pioggia viene misurata in millimetri (misura indipendente dalla superficie).

### Radiazione solare

La radiazione solare globale, espressa in W/m<sup>2</sup>, è ottenuta dalla somma della radiazione solare diretta e della radiazione globale diffusa ricevuta dall'unità di superficie orizzontale.

La radiazione solare verrà misurata tramite un piranometro che è un radiometro per la misura dell'irraggiamento solare secondo la normativa ISO 9060 e WMO N. 8.

Questi sensori sono classificati come Standard Secondario ISO9060, con un'incertezza giornaliera totale di solo il 2%, tempi di risposta rapidi, sensori ideali per gli utenti che richiedono accuratezza e affidabilità di alto livello.

#### **5.2.2 Aspetti metodologici**

La WMO è l'agenzia tecnica dell'ONU che coordina la meteorologia, la climatologia e l'idrologia operativa su tutto il pianeta. Una delle sue principali missioni è la promozione della standardizzazione delle misurazioni meteorologiche. Questo tema viene definito nella "Guide to Instruments and Methods of Observation" WMO-No.8 - 2018, Vol. 1 "Measurement of Meteorological Variables"; il documento è noto anche come CIMO5 Guide (WMO, 2018).

In sintesi, la WMO definisce i quattro criteri necessari per ottenere delle misurazioni di qualità:

- utilizzare stazioni meteorologiche automatiche;

- utilizzare sensori di qualità elevata;
- installare i sensori in siti idonei, con una corretta altezza dal suolo ed esposizione;
- garantire un elevato standard di supervisione (manutenzione, ispezione e calibrazione dei sensori).

Oltre alle linee guida WMO, esistono altre due norme specifiche che riguardano le stazioni e le reti meteorologiche:

- la norma ISO 19289, 2015 "Air quality - Meteorology - Siting classifications for surface observing stations on land" che riprende in toto il "Siting Classifications for Surface Observing Stations on Land" (WMO-No. 8, 2018), Volume I, Capitolo 1, Allegato 1D, illustrato più avanti in questo testo;
- la norma UNI EN 17277:2020 "Idrometria - Requisiti di misurazione e classificazione degli strumenti pluviometrici per la misura dell'intensità di precipitazione", che considera il parametro precipitazione e definisce le procedure e la strumentazione per eseguire prove in laboratorio e in campo, in condizioni stazionarie, a fini di taratura, verifica e conferma metrologica degli strumenti di misura, arrivando a classificare i pluviometri sulla base delle loro prestazioni in laboratorio.

In Tabella 7 sono riportati i dati di sintesi per il monitoraggio riferito agli aspetti meteo-climatici.

È prevista l'installazione di una centralina meteo-climatica in prossimità del settore Nord dell'impianto (P1) e ed una in prossimità del settore Sud (P2). Per la rappresentazione cartografica delle postazioni di monitoraggio (P1 e P2) si rimanda alla tavola allegata al presente piano di monitoraggio (Allegato 2).

**Tabella 7. Sintesi dei monitoraggi per gli aspetti meteo-climatici.**

	<i>Ante-operam</i> (AO)	<i>Corso d'opera</i> (CO)	<i>Post-operam</i> (PO)	
			Fase di esercizio (PO-esercizio)	Fase di dismissione (PO-dismissione)
<b>Obiettivi specifici del monitoraggio</b>	Analisi delle caratteristiche climatiche e meteo diffuse dell'area di studio	Analisi delle caratteristiche climatiche e meteo diffuse dell'area di studio	n/a	n/a
<b>Localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio</b>	Stazione meteo-climatica e qualità dell'aria P1 (settore Nord), P2 (settore Sud)	Stazione meteo-climatica e qualità dell'aria P1 (settore Nord), P2 (settore Sud)	n/a	n/a
<b>Parametri</b>	Temperatura, umidità, velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, precipitazione, radiazione solare	Temperatura, umidità, velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, precipitazione, radiazione solare	n/a	n/a
<b>Frequenza e durata del monitoraggio</b>	Monitoraggio in continuo per 1 anno prima	Monitoraggio in continuo per	n/a	n/a

	<b>Ante-operam (AO)</b>	<b>Corso d'opera (CO)</b>	<b>Post-operam (PO)</b>	
			<b>Fase di esercizio (PO-esercizio)</b>	<b>Fase di dismissione (PO-dismissione)</b>
	dell'avvio della fase CO	l'intera durata del cantiere		
<b>Metodologie di riferimento (campionamento, analisi, elaborazione dati)</b>	Standard World Meteorological Organization (WMO)	Standard World Meteorological Organization (WMO)	n/a	n/a
<b>Valori limite normativi e/o standard di riferimento</b>	n/a	n/a	n/a	n/a

### 5.3 Atmosfera - Qualità dell'aria

La produzione di energia elettrica rinnovabile da impianto fotovoltaico permette di ottenere un concreto "beneficio ambientale" in termini di "carbon footprint" e, quindi, alla mancata emissione, per la medesima quantità di energia prodotta da "fossile", di CO<sub>2</sub>.

Gli impatti a carico della componente "atmosfera" sono relativi, esclusivamente, alla fase di cantierizzazione e di *post-operam* (dismissione) dell'impianto.

Nella scelta delle aree oggetto dell'indagine si fa riferimento ai diversi livelli di criticità dei singoli parametri, con particolare riferimento a:

- la tipologia dei recettori;
- la localizzazione dei recettori;
- la morfologia del territorio interessato.

#### 5.3.1 Identificazione dei parametri da monitorare

Gli impatti sull'atmosfera connessi alla presenza del cantiere per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico sono collegati alle lavorazioni relative alle attività di scavo, ed alla movimentazione ed il transito dei mezzi pesanti e di servizio, che in determinate circostanze possono causare il sollevamento di polvere (originata dalle suddette attività) oltre a determinare l'emissione di gas di scarico nell'aria.

Per quanto riguarda la fase di cantiere le azioni di lavorazione maggiormente responsabili delle emissioni sono:

- operazioni di scotico delle aree di cantiere;
- movimentazione dei materiali sulla viabilità ordinaria e di cantiere, con particolare riferimento alle attività dei mezzi d'opera nelle aree di stoccaggio;
- formazione della viabilità di servizio ai cantieri.

Dalla realizzazione ed esercizio della viabilità di cantiere derivano altre tipologie di impatti ambientali:

- dispersione e deposizione al suolo di polveri in fase di costruzione;
- dispersione e deposizione al suolo di frazioni del carico di materiali incoerenti trasportati dai mezzi pesanti;
- risollevarimento delle polveri depositate sulle sedi stradali o ai margini delle stesse.

Le maggiori problematiche sono generalmente determinate dal risollevarimento di polveri dalle pavimentazioni stradali dovuto al transito dei mezzi pesanti, dal risollevarimento di polveri dalle superfici sterrate dei piazzali ad opera del vento e da importanti emissioni di polveri localizzate nelle (eventuali) aree di deposito degli inerti. I punti di monitoraggio vengono individuati considerando come principali bersagli dell'inquinamento atmosferico i recettori isolati particolarmente vicini alle aree di lavorazione e centri abitati disposti in prossimità.

I punti di monitoraggio possono essere collocati seguendo i criteri sottoelencati:

- verifica della presenza di altri recettori nelle immediate vicinanze in modo da garantire una distribuzione dei siti di monitoraggio omogenea rispetto alle sorgenti di emissione;
- possibilità di posizionamento del mezzo in aree circostanti e rappresentative della zona inizialmente scelta;
- copertura di tutte le aree recettore individuate in funzione del posizionamento delle sorgenti di emissione;

Sulla base delle considerazioni sopra riportate si ritiene opportuno effettuare un monitoraggio delle polveri (PM10) in prossimità dei due settori dell'impianto fotovoltaico (P1 per il settore Nord e P2 per il settore Sud). Per la rappresentazione cartografica delle postazioni di monitoraggio (P1 e P2) si rimanda alla tavola allegata al presente piano di monitoraggio (Allegato 2).

Per quanto riguarda le altre sorgenti emissive (inquinanti emessi dai mezzi di cantiere), sulla base delle valutazioni condotte nello Studio di Impatto Ambientale, si ritiene che gli impatti siano trascurabili e pertanto non saranno effettuati rilievi per i parametri NOx, CO e BTEX.

### 5.3.2 Aspetti metodologici

La stazione di monitoraggio per le PM10 sarà quindi installata nello stesso punto in cui è prevista l'installazione della centralina di rilevamento dei dati meteo-climatici (vedi par. 5.2) al fine di avere una diretta correlazione dei valori di PM10 rilevati e le condizioni meteo-climatiche locali.

In virtù della natura dell'opera, non si prevedono elementi di impatto per la componente atmosfera durante la fase di esercizio, quindi non si prevede di eseguire monitoraggi in fase *post operam*.

Si segnala inoltre che il monitoraggio della qualità dell'aria potrà essere sostituito da una valutazione previsionale delle emissioni di polveri in fase di cantiere. Qualora la valutazione previsionale rilevasse una situazione di compatibilità, si ritiene non necessario il monitoraggio presso le postazioni indicate nella tabella seguente.

**Tabella 8. Sintesi dei monitoraggi per la qualità dell'aria.**

	<i>Ante-operam</i> (AO)	Corso d'opera (CO)	<i>Post-operam</i> (PO)	
			Fase di esercizio (PO-esercizio)	Fase di dismissione (PO-dismissione)
<b>Obiettivi specifici del monitoraggio</b>	Rilievo della qualità dell'aria (PM10)	Analisi delle caratteristiche climatiche e meteo diffuse dell'area di studio	n/a	n/a

	Ante-operam (AO)	Corso d'opera (CO)	Post-operam (PO)	
			Fase di esercizio (PO-esercizio)	Fase di dismissione (PO-dismissione)
<b>Localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio</b>	Stazione meteo-climatica e qualità dell'aria P1 (settore Nord), P2 (settore Sud)	Stazione meteo-climatica e qualità dell'aria P1 (settore Nord), P2 (settore Sud)	n/a	n/a
<b>Parametri</b>	PM10	PM10	n/a	n/a
<b>Frequenza e durata del monitoraggio</b>	2 campagne di monitoraggio di 4 settimane ciascuna (campagna estiva/campagna invernale) <sup>10</sup>	2 campagne di monitoraggio di 4 settimane ciascuna (campagna estiva/campagna invernale)	n/a	n/a
<b>Metodologie di riferimento (campionamento, analisi, elaborazione dati)</b>	D. Lgs. 155/2010 e Norma UNI EN 12341.	D. Lgs. 155/2010 e Norma UNI EN 12341.	n/a	n/a
<b>Valori limite normativi e/o standard di riferimento</b>	Media giornaliera 50 µg/m <sup>3</sup> (max. 35 superamenti /anno) Media annuale 40 µg/m <sup>3</sup>	Media giornaliera 50 µg/m <sup>3</sup> (max. 35 superamenti /anno) Media annuale 40 µg/m <sup>3</sup>	n/a	n/a

#### 5.4 Rumore

Il monitoraggio del clima acustico è realizzato allo scopo di caratterizzare l'ambito territoriale interessato dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto ed ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente a seguito della costruzione dell'opera, risalendo alle loro cause.

Il monitoraggio dello stato ambientale, eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera consentirà di:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto;
- verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione posti in essere;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione e di esercizio dell'infrastruttura stradale;
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti.

<sup>10</sup> In alternativa potranno essere eseguite 4 campagne della durata di 2 settimane ciascuna.

Nell'ambito di tali fasi operative si procederà, rispettivamente, alla rilevazione dei livelli sonori attuali (assunti come "momento zero" di riferimento), alla misurazione del clima acustico nella fase di realizzazione dell'impianto fotovoltaico e delle attività di cantiere e alla rilevazione dei livelli sonori nella fase *post-operam*.

In particolare, il monitoraggio della fase *ante-operam* è finalizzato ai seguenti obiettivi:

- testimoniare lo stato dei luoghi e le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico esistenti precedentemente all'apertura dei cantieri ed all'esercizio dell'infrastruttura di progetto;
- quantificare un adeguato scenario di indicatori ambientali tali da rappresentare, per le posizioni più significative, il "momento zero" a cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione e dall'esercizio dell'opera; consentire un'agevole valutazione degli accertamenti effettuati, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali ed orientare opportunamente gli eventuali interventi di mitigazione previsti nel progetto acustico.

Le finalità del monitoraggio della fase di corso d'opera sono le seguenti:

- documentare l'eventuale alterazione dei livelli sonori rilevati nello stato *ante-operam* dovuta allo svolgimento delle fasi di realizzazione dell'infrastruttura di progetto;
- individuare eventuali situazioni critiche che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere delle modifiche alla gestione delle attività del cantiere e/o al fine di realizzare degli adeguati interventi di mitigazione, di tipo temporaneo.

Il monitoraggio della fase *post-operam* è finalizzato ai seguenti aspetti:

- confronto degli indicatori definiti nel "momento zero" con quanto rilevato in corso di esercizio dell'opera e con quanto rilevato nella fase di esercizio dell'impianto;
- controllo ed efficacia degli eventuali interventi di mitigazione realizzati (collaudo, ecc.).

L'individuazione dei punti di misura deve essere effettuata in conformità a criteri legati alle caratteristiche territoriali dell'ambito di studio, alle tipologie costruttive previste per l'opera di cui si tratta, alle caratteristiche dei recettori individuati nelle attività di censimento, oltre che a quanto prescritto dalla normativa vigente (L. 447/95, DM 16/03/98 e s.m.i.).

#### **5.4.1 Identificazione dei parametri da monitorare**

La campagna di monitoraggio acustico ha lo scopo di definire i livelli sonori relativi alla situazione attuale, di verificare gli incrementi indotti dalla realizzazione dell'infrastruttura di progetto (corso d'opera) rispetto all'*ante-operam* (assunta come "momento zero" di riferimento) e gli eventuali incrementi indotti nella fase *post-operam*. Nel corso delle campagne di monitoraggio nelle 3 fasi temporali devono essere rilevate le seguenti categorie di parametri:

- parametri acustici;
- parametri meteorologici;
- parametri di inquadramento territoriale.

Tali dati vanno raccolti in schede riepilogative per ciascuna zona acustica di indagine con le modalità che verranno di seguito indicate.

Per quanto riguarda i descrittori acustici, si deve rilevare il livello equivalente (Leq) ponderato "A" espresso in decibel. Oltre al Leq è opportuno acquisire i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99 che rappresentano i livelli sonori superati per l'1, il 10, il 50, il 95 e il 99% del tempo di rilevamento.

Essi rappresentano la rumorosità di picco (L1), di cresta (L10), media (L50) e di fondo (L90 e, maggiormente, L99).

Nel corso della campagna di monitoraggio possono essere rilevati i seguenti parametri meteorologici:

- temperatura;
- velocità e direzione del vento;
- presenza/assenza di precipitazioni atmosferiche;
- umidità.

Le misurazioni di tali parametri saranno effettuate allo scopo di determinare le principali condizioni climatiche e di verificare il rispetto delle prescrizioni che sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche:

- velocità del vento > 5 m/s;
- temperatura dell'aria < 5°C
- presenza di pioggia e di neve

Nell'ambito del monitoraggio è anche prevista l'individuazione di una serie di parametri che consentono di indicare l'esatta localizzazione sul territorio delle aree di studio e dei relativi punti di misura. In corrispondenza di ciascun punto di misura saranno riportate le seguenti indicazioni:

- Toponimo;
- Comune con relativo codice ISTAT;
- Stralcio planimetrico in scala 1:5000;
- Zonizzazione acustica;
- Ubicazione precisa dei recettori;
- Destinazione urbanistica;
- Presenza di altre sorgenti inquinanti;
- Caratterizzazione acustica di tali sorgenti, riportando ad esempio i flussi e le tipologie di traffico stradale presente sulle arterie viarie, etc.;
- Documentazione fotografica;
- Descrizione delle principali caratteristiche del territorio: copertura vegetale, tipologia dell'edificato.

#### 5.4.2 Aspetti metodologici

Il clima acustico in fase *ante-operam* è già stato studiato nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale. In particolare, i risultati dei rilievi *ante-operam* sono riportati nell'elaborato "Studio previsionale di impatto acustico" (cod. elab. BNT.VIA.REL.R38).

#### Monitoraggio

Il clima acustico delle aree interessate dagli interventi è stato caratterizzato mediante misure fonometriche condotte in prossimità dei recettori. Per maggiori dettagli si rimanda "Studio previsionale di impatto acustico" (cod. elab. BNT.VIA.REL.R38).

Il monitoraggio *in corso d'opera* è previsto al fine di verificare le valutazioni previsionali riportate nello "Studio acustico" in corrispondenza dei recettori R1 (settore Sud) e recettore R3 /settore Nord).

Per quanto riguarda il monitoraggio *post-operam* in fase di esercizio e dismissione non si prevede di eseguire le misure presso i due recettori.

In Tabella 9 sono riportati i dati di sintesi per il monitoraggio del clima acustico.

Per la localizzazione della postazione di monitoraggio del rumore si rimanda alla Tavola allegata al presente piano di monitoraggio (Allegato 2).

**Tabella 9. Sintesi dei monitoraggi per il clima acustico.**

	<b>Ante-operam (AO)</b>	<b>Corso d'opera (CO)</b>	<b>Post-operam (PO)</b>	
			<b>Fase di esercizio (PO-esercizio)</b>	<b>Fase di dismissione (PO-dismissione)</b>
<b>Obiettivi specifici del monitoraggio</b>	Determinazione dei livelli acustici in assenza del progetto	Determinazione dei livelli acustici durante la realizzazione delle opere (impianto fotovoltaico)	n/a	n/a
<b>Localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio</b>	Postazione di misura P1 (Settore Nord - recettore R3) P2 (Settore Sud - Recettore R1)	Postazione di misura P1 (Settore Nord - recettore R3) P2 (Settore Sud - Recettore R1)	n/a	n/a
<b>Parametri</b>	parametri acustici (LeqA; L1, L10, L50, L90, L99) parametri meteorologici (T, velocità e dir. Vento, precipitazioni, umidità) parametri di inquadramento territoriale.	parametri acustici (LeqA; L1, L10, L50, L90, L99) parametri meteorologici (T, velocità e dir. Vento, precipitazioni, umidità) parametri di inquadramento territoriale.	n/a	n/a
<b>Frequenza e durata del monitoraggio</b>	1 rilievo (>15 min)	Almeno 2 rilievi (1 ogni 6 mesi) in periodo diurno	n/a	n/a
<b>Metodologie di riferimento (campionamento, analisi, elaborazione dati)</b>	L. 447/95, DM 16/03/98 e s.m.i.).	L. 447/95, DM 16/03/98 e s.m.i.).	n/a	n/a
<b>Valori limite normativi e/o standard di riferimento</b>	L. 447/95	L. 447/95	n/a	n/a

## 5.5 Campi elettromagnetici

La propagazione dei campi nello spazio avviene sotto forma di onde elettromagnetiche che trasportano energia ed interagiscono con tutto ciò che si frappone nel loro cammino. La velocità di propagazione delle onde elettromagnetiche nel vuoto è di 300000 km/s (velocità della luce).

L'insieme di tutte le onde elettromagnetiche, classificate in base alla loro frequenza, costituisce lo spettro elettromagnetico.

Lo spettro può essere diviso in due grandi categorie:

- radiazioni ionizzanti (raggi X, radioattività, raggi cosmici, etc.) che possono trasportare un'energia sufficientemente elevata da produrre effetti di ionizzazione nell'interazione con la materia e quindi potenzialmente in grado di danneggiare il Dna e le cellule degli organismi viventi;
- radiazioni non ionizzanti (onde radio, microonde, radiazione infrarossa, etc.) che non hanno energie tali da innescare fenomeni di ionizzazione e pertanto risultano meno dannose per l'esposizione umana.

Col termine campi elettromagnetici (CEM) ci si riferisce, per convenzione, a quella parte di radiazioni non ionizzanti di frequenza compresa tra 0 Hz e 300 GHz.

Per inquinamento elettromagnetico da CEM, si intende quello prodotto da radiazioni non ionizzanti con frequenza inferiore a quella della luce infrarossa.

L'inquinamento elettromagnetico a cui la popolazione risulta maggiormente esposta, può essere suddiviso in:

- inquinamento elettromagnetico a radiofrequenze (RF) e microonde (MW), che è originato da impianti che operano nel settore delle telecomunicazioni (Radio, TV, Stazioni Radio Base per telefonia mobile), apparecchiature per applicazioni biomedicali, etc.
- inquinamento elettromagnetico a frequenze estremamente basse (ELF), nel quale ricadono gli impianti per la produzione, la trasmissione e la distribuzione dell'energia elettrica (elettrodotti AAT, AT e MT, cabine elettriche di trasformazione, etc.) e gli impianti per usi industriali e civili.

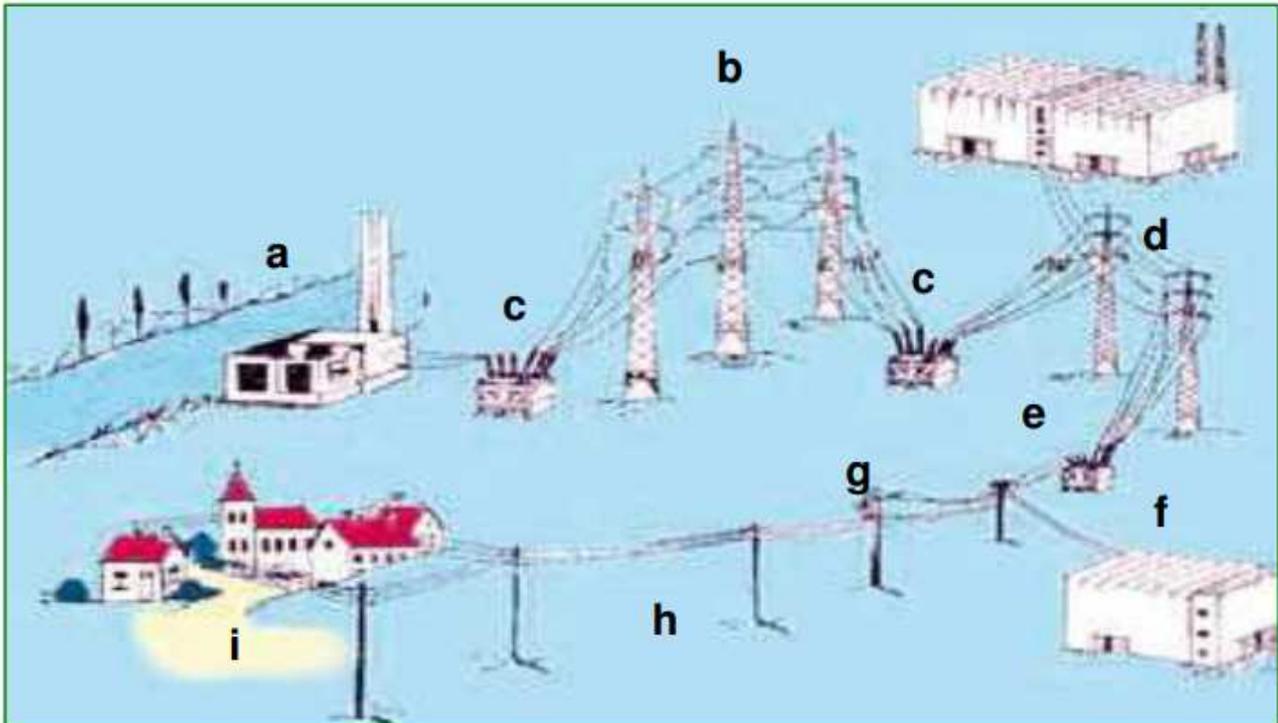
Il presente documento si concentra sulla valutazione dei CEM prodotti dal sistema di distribuzione dell'energia. Gli elettrodotti permettono la trasmissione e la distribuzione dell'energia elettrica dalla centrale di produzione ai singoli utenti. In particolare, con il termine elettrodotto si intende l'insieme dei componenti della rete elettrica costituito da linee di trasporto e stazioni di trasformazione.

Essenzialmente, un sistema di distribuzione e trasformazione dell'energia elettrica è composto dai seguenti elementi:

- a. centrale elettrica: possono essere di vario tipo, a seconda della materia prima che viene sfruttata come fonte di energia;
- b. linee di trasmissione ad altissima tensione (380 kV e 220 kV): collegano le centrali alle stazioni primarie oppure queste ultime fra loro;
- c. stazione primarie: trasformano l'energia, che ricevono dalla rete di trasporto a 380 kV, a valori di tensione minori (sempre però ad alta tensione). Sono site in vicinanza di grandi utenze (città o complessi industriali);
- d. linee ad alta tensione (132 kV in Italia settentrionale e centrale – 150 kV nel Sud Italia): trasmettono l'energia alle grandi utenze o alle cabine primarie;
- e. cabine primarie AT/MT: trasformano l'energia dalla alta alla media tensione;
- f. linee a media tensione (10 kV ÷ 20 kV): Alimentano le cabine secondarie o le medie utenze industriali;

- g. cabine secondarie MT/BT: trasformano l'energia dalla media alla bassa tensione;  
 h. linee a bassa tensione (220V e 380 V): collegano direttamente le cabine secondarie agli utenti;  
 i. utenti.

**Figura 18. Sistema di trasformazione e distribuzione dell'energia elettrica.**



Le grandezze fisiche che caratterizzano un campo elettromagnetico ELF sono:

- il campo elettrico E, espresso in V/m;
- il campo magnetico H, espresso in A/m;
- l'induzione magnetica B, espressa in  $\mu\text{T}$ .

#### 5.5.1 Identificazione dei parametri da monitorare

La valutazione dell'esposizione a sorgenti operanti nel range delle ELF è stata effettuata attraverso la misura dei valori efficaci dell'induzione magnetica B [ $\mu\text{T}$ ] e del campo elettrico E [V/m] secondo quanto previsto dalla norma CEI 211-6 e dal Decreto 29 maggio 2008.

#### 5.5.2 Aspetti metodologici

Gli interventi di monitoraggio riguardano le opere relative alla SEU nel Comune di Bono. Si prevede di effettuare un monitoraggio in prossimità della SEU anche se attualmente non vi sono zone abitate o frequentate in queste aree.

Si prevede quindi un punto, individuato nella tavola di Allegato 2, in cui effettuare misure:

- ante-operam, per la verifica dei livelli di campo elettromagnetico preesistenti alla realizzazione delle opere in progetto;

- post-operam, per la verifica dei livelli di campo elettromagnetico conseguenti alla realizzazione delle opere in progetto.

Le misure di induzione magnetica verranno effettuate in accordo con la norma CEI 211-611 e con il DM 29/05/200812.

I rilievi verranno effettuati con misuratore di campo elettrico e magnetico e con misuratore di campo magnetico ELF con caratteristiche riportate in Tabella 10.

**Tabella 10. Caratteristiche degli strumenti di misura.**

misuratore di campo elettrico e magnetico	Campo di frequenza: 5 Hz ÷ 32 kHz Filtro inserito: 5 Hz ÷ 2 kHz Sensibilità sonda interna 3 cm: 100 nT ÷ 32 mT Sensibilità E-Field Sensor: 0.7 V/m Incertezza Estesa: 6.8 %
misuratore di campo magnetico ELF	Campo di frequenza: 40 Hz ÷ 1 kHz Tipo di sensore: Isotropico Sensibilità: 0.05 µT ÷ 200 µT Incertezza Estesa: 9.2 %

Gli strumenti sono sottoposti a verifica periodica di taratura secondo quanto prescritto dalla Norma CEI 211-6. Allo scopo di valutare le condizioni di esposizione su un periodo di tempo rappresentativo, il monitoraggio dell'induzione magnetica verrà protratto per un periodo di almeno 24 ore registrando i valori dell'induzione magnetica ogni minuto. Nel posizionamento degli strumenti si avrà cura di collocare il punto di misura lontano da sorgenti locali di campo magnetico eventualmente presenti.

In Tabella 9 sono riportati i dati di sintesi per il monitoraggio del clima acustico. È prevista l'installazione di punto di misura in prossimità della SEU (ricettore E1). Per la localizzazione della postazione di monitoraggio del rumore si rimanda alla tavola di Allegato 2 al presente piano di monitoraggio.

<sup>11</sup> Norma Tecnica CEI n° 211-6 del 01/01/2001: "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana".

<sup>12</sup> Decreto Ministeriale del 29/05/2008: "Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica.", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale Italiana n° 153 del 2 luglio 2008.

Tabella 11. Sintesi dei monitoraggi dei campi elettromagnetici.

	Ante-operam (AO)	Corso d'opera (CO)	Post-operam (PO)	
			Fase di esercizio (PO-esercizio)	Fase di dismissione (PO-dismissione)
<b>Obiettivi specifici del monitoraggio</b>	Determinazione del campo elettromagnetico in assenza del progetto	n/a	Determinazione del campo elettromagnetico durante la fase di esercizio	n/a
<b>Localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio</b>	Postazione di misura E1	n/a	Postazione di misura E1	n/a
<b>Parametri</b>	Induzione magnetica B [ $\mu$ T] e del campo elettrico E [V/m]	n/a	Induzione magnetica B [ $\mu$ T] e del campo elettrico E [V/m]	n/a
<b>Frequenza e durata del monitoraggio</b>	1 rilievo	n/a	1 rilievo	n/a
<b>Metodologie di riferimento (campionamento, analisi, elaborazione dati)</b>	DPCM 8 luglio 2003 Obiettivo di qualità < 3 $\mu$ T	n/a	DPCM 8 luglio 2003 Obiettivo di qualità < 3 $\mu$ T	n/a
<b>Valori limite normativi e/o standard di riferimento</b>		n/a		n/a

## 6 EFFICACIA DELLE MISURE DI MITIGAZIONE PER LE OPERE DI INSERIMENTO AMBIENTALE

Tra gli obiettivi del Piano di Monitoraggio Ambientale vi è anche la verifica dell'efficacia delle opere di mitigazione realizzate al fine di migliorare l'inserimento dell'impianto fotovoltaico nel contesto ambientale e paesaggistico d'intervento.

Il progetto, in particolare, prevede la messa a dimora lungo la recinzione dell'impianto di *Olea europaea* (olivo) delle varietà leccino e cipressino, disposte su due file alternate con distanza variabili. La prima fila a ridosso della recinzione verrà realizzata con l'utilizzo dell'olivo cipressino con sesto di impianto pari a 4m di distanza l'uno dall'altro, che col tempo determineranno una siepe chiusa, al fine di realizzare una barriera visiva. La seconda fila posta a 3m dalla prima, è prevista con olivo leccino e con distanza sulla fila di 6m. Lo sviluppo finale darà continuità visiva ai frangiventi già insistenti nelle aree limitrofe.

Completerà la valorizzazione paesaggistica un impianto di *Rosmarinus officinalis* lungo le interfile dei pannelli fotovoltaici a ridosso dell'inclinazione al fine di usufruire della raccolta acqua nei periodi di pioggia.

L'attecchimento e sviluppo vegetativo delle specie messe a dimora dovranno essere verificati durante tutta la fase di corso d'opera. In particolare, tenuto conto delle finalità dell'impianto, il monitoraggio sarà articolato in due fasi:

- monitoraggio opere a verde post impianto (della durata di ca. 3 anni dalla messa a dimora della vegetazione);
- monitoraggio opere a verde di lungo periodo (della durata di ca. 22 anni, dall'anno 4 all'anno 25, fine vita utile dell'impianto).

Preliminarmente alla descrizione delle attività di monitoraggio da svolgere, preme evidenziare l'importanza della presenza di esperti botanici e/o tecnici agronomi/forestali per la verifica puntuale dell'attecchimento dell'impianto, del vigore delle specie piantate e per valutare la necessità di specifiche azioni finalizzate al mantenimento della funzionalità della fascia vegetata.

### 6.1 Monitoraggio delle opere a verde post impianto

Nella presente sezione s'illustra il piano di monitoraggio post impianto necessario a garantire la funzionalità degli interventi realizzati tenendo conto delle finalità tecniche dell'impianto, delle destinazioni finali delle aree e della fitoconsociazione (oliveto a sviluppo lineare) che si vuole conseguire e mantenere.

In particolare, stanti le finalità dell'impianto, il monitoraggio dell'oliveto di mitigazione è orientato a garantire la corretta formazione di una fascia vegetale per l'inserimento ambientale e paesaggistico dell'impianto fotovoltaico (limitandone la percepibilità dall'intorno territoriale) e per il miglioramento della dotazione ecologica locale delle aree.

Per tale ragione, il piano di monitoraggio post impianto che si propone ha una durata pari a 3 anni, dopo i quali si prevede che vengano attuati soltanto verifiche di lungo periodo finalizzate alla corretta gestione delle formazioni vegetali insediate.

#### 6.1.1 Identificazione dei parametri da monitorare

Preliminarmente all'illustrazione degli indici per valutare il grado di attecchimento della vegetazione e, conseguentemente, la buona riuscita dell'impianto, preme evidenziare che la messa a dimora di specie arboree vede solitamente una percentuale fisiologica di mancato attecchimento con valori normali intorno al 25 – 30%, *range* che può essere utilmente ridotto mediante la selezione di materiale vivaistico di buona qualità e l'esecuzione d'interventi di trapianto secondo buone norme tecnico – operative e nelle corrette epoche vegetative.

L'*indice di attecchimento*, espresso come percentuale di radicamento del materiale di propagazione messo a dimora, dovrà essere valutato da tecnico agronomo/forestale e rappresenta un indicatore fondamentale per

la programmazione degli interventi post impianto. In particolare, la valutazione di tale indice consente di programmare gli interventi di sostituzione delle fallanze o, dove necessario, gli interventi colturali per migliorare l'impianto. Inoltre l'applicazione di tale indice consente di valutare la presenza e la diffusione di eventuali specie esotiche invasive allo scopo di delineare tempestivi ed efficaci interventi di gestione/contenimento.

Un indice di attecchimento (e quindi di copertura) omogeneo e continuo, infatti, è fondamentale soprattutto per garantire che all'interno dell'impianto possano succedersi le diverse fasi evolutive del popolamento in modo tale che ciascun piano di vegetazione (dominante, dominato, ecc.) abbia modo di svilupparsi correttamente contribuendo alla ricreazione dell'ecosistema desiderato.

Oltre all'indice di attecchimento, in fase post impianto saranno altresì verificati la presenza e consistenza di:

- disseccamenti o altri segnali di stress idrico;
- vegetazione infestante (specie e % di copertura del suolo);
- stato di pali tutori e/o legature.

### **6.1.2 Aspetti metodologici**

Il monitoraggio post impianto avverrà percorrendo l'intero sviluppo dell'oliveto lineare e verificando mano a mano l'attecchimento della vegetazione, la presenza e consistenza di disseccamenti legati allo stress idrico, la presenza e consistenza di specie infestanti e l'efficacia di pali tutori e/o legature.

Per la localizzazione del transetto di analisi si rimanda alla tavola in Allegato 2.

In particolare si dovranno verificare le seguenti condizioni: gli olivi dovranno essere pari, in quantità e specie, a quanto previsto in progetto; dovranno essere sani, dotati di portamento corretto e ben sviluppati, esenti da attacchi di insetti, malattie crittogamiche, virus o altre patologie; l'impianto non dovrà presentare specie infestanti, in particolare alloctone. Le piante dovranno essere esenti da deformazioni, capitozzature, ferite, grosse cicatrici o segni conseguenti a urti, legature, o altro tipo di scortecciamento. La chioma dovrà essere correttamente ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione delle branche principali e secondarie. I pali tutori ed i legacci dovranno essere efficienti e garantire un corretto portamento di ciascun esemplare.

Inoltre, in conseguenza del corretto sviluppo della vegetazione, si dovrà verificare anche la progressiva efficacia della mitigazione, ossia la capacità dell'impianto di limitare la percepibilità dell'impianto dall'esterno.

Le attività di monitoraggio dovranno essere svolte almeno una volta per stagione per n.3 anni, ad accezione del periodo invernale (da ottobre a marzo).

## **6.2 Monitoraggio delle opere a verde di lungo periodo**

Analogo in termini di parametri da monitorare e di aspetti metodologici, il monitoraggio delle opere a verde di lungo periodo ha una durata di ca. 25 anni (ossia per tutta la vita utile dell'impianto dal termine della fase in post impianto alla dismissione) e dovrà essere svolto con una frequenza annuale, preferibilmente in primavera o autunno.

---

**ALLEGATO 1**

**Scheda di rilevamento della componente 'suolo'**

---

## CARATTERI STAZIONALI

UBICAZIONE	
Località	
Comune	
Provincia	

CODICE OSSERVAZIONE	
Codice sito di monitoraggio	
Codice campione	

TIPO OSSERVAZIONE		
Tipo di osservazione	<input type="checkbox"/>	Profilo (P)
	<input type="checkbox"/>	Trivellata (T)
	<input type="checkbox"/>	Minipit (M)

COORDINATE UTM	
UTM Est (X)	
UTM Ovest (Y)	

DATA E ORA	
Data	
Ora	

RILEVATORE	
Rilevatore	

PENDENZA		
Grado (da 0° a 60°)		
Tipo di pendenza (L: lineare; V: convesso; C: concavo)	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>		

**ESPOSIZIONE (tramite bussola GPS)**

Grado (da 0° a 359°)  
0° Esposizione Nord  
90° Esposizione Est  
180° Esposizione Sud  
270° Esposizione Ovest

**PARENTAL MATERIAL**

<i>Materiale di partenza</i>	<input type="checkbox"/>	Fluviale, alluvionale
	<input type="checkbox"/>	Alluvionale endovallivo
	<input type="checkbox"/>	Colluviale, pedemontano
	<input type="checkbox"/>	Franoso, movimento di massa
	<input type="checkbox"/>	Valanghivo
	<input type="checkbox"/>	Lacustre
	<input type="checkbox"/>	Glaciale
	<input type="checkbox"/>	Fluvioglaciale
	<input type="checkbox"/>	Eolico
	<input type="checkbox"/>	Loess
	<input type="checkbox"/>	Materiale organico
	<input type="checkbox"/>	In situ

**LITOLOGIA**

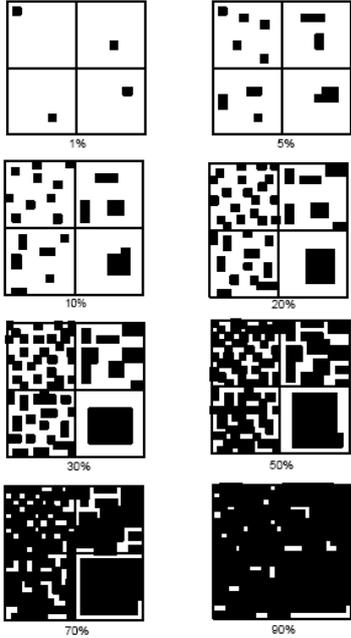
<i>Litologia</i>	<input type="checkbox"/>	Blocchi (> 500 mm)
	<input type="checkbox"/>	Blocchi calcarei
	<input type="checkbox"/>	Pietre (500-250 mm)
	<input type="checkbox"/>	Pietre calcaree
	<input type="checkbox"/>	Ciottoli (250-75 mm)
	<input type="checkbox"/>	Ciottoli calcarei
	<input type="checkbox"/>	Ghiaie (75-20 mm)
	<input type="checkbox"/>	Ghiaie calcaree
	<input type="checkbox"/>	Granuli (20-2 mm)
	<input type="checkbox"/>	Granuli calcarei
	<input type="checkbox"/>	Sabbie (2-0.05 mm)
	<input type="checkbox"/>	Sabbie calcaree
	<input type="checkbox"/>	Limi (0.05-0.002 mm)
	<input type="checkbox"/>	Limi calcarei
	<input type="checkbox"/>	Argille (< 0.002 mm)
	<input type="checkbox"/>	Argille calcaree
<input type="checkbox"/>	Torba	

MORFOLOGIA			
<b>Ambiente (area vasta)</b>			
<i>Forma</i>	<input type="checkbox"/>	Altopiano	
	<input type="checkbox"/>	Collina	
	<input type="checkbox"/>	Fiume	
	<input type="checkbox"/>	Litorale, lago	
	<input type="checkbox"/>	Montagna	
	<input type="checkbox"/>	Pianura	
	<input type="checkbox"/>	Raccordo (piana versante)	
	<input type="checkbox"/>	Terrazzo	
	<input type="checkbox"/>	Antropico	
	<input type="checkbox"/>	Valle	
<b>Elemento</b>			
<input type="checkbox"/>	Versante con forme calanchive	<input type="checkbox"/>	scarpata di terrazzo antico
<input type="checkbox"/>	Rilievi o dossi montonati	<input type="checkbox"/>	terrazzo antico ondulato
<input type="checkbox"/>	Circo glaciale	<input type="checkbox"/>	terrazzo alluvionale recente
<input type="checkbox"/>	Pietraie e macereti	<input type="checkbox"/>	Pianoro su versante con contropendenza
<input type="checkbox"/>	Impluvio su versante	<input type="checkbox"/>	Pianoro su versante senza contropendenza
<input type="checkbox"/>	Versante complesso con salti di roccia	<input type="checkbox"/>	Pianura intramorenica
<input type="checkbox"/>	Versante complesso con impluvi ed incisioni	<input type="checkbox"/>	Pianura uniforme
<input type="checkbox"/>	Deformazione gravitativa profonda	<input type="checkbox"/>	Pianura ondulata
<input type="checkbox"/>	cima o crinale arrotondato	<input type="checkbox"/>	Pianura con paleoalvei e/o meandri
<input type="checkbox"/>	cresta o crinale affilato	<input type="checkbox"/>	Pianura lievemente ondulata
<input type="checkbox"/>	versante con erosione diffusa	<input type="checkbox"/>	duna
<input type="checkbox"/>	versante con erosione incanalata	<input type="checkbox"/>	Interduna
<input type="checkbox"/>	versante con movimenti di massa	<input type="checkbox"/>	Pianura di fondovalle
<input type="checkbox"/>	Colluvio o detrito di falda	<input type="checkbox"/>	Spiaggia
<input type="checkbox"/>	cono di deiezione	<input type="checkbox"/>	duna litoranea
<input type="checkbox"/>	frana o paleofrana	<input type="checkbox"/>	depressione interdunale
<input type="checkbox"/>	canale di valanga	<input type="checkbox"/>	Palude costiera
<input type="checkbox"/>	Glacis	<input type="checkbox"/>	Falesia
<input type="checkbox"/>	Calanco	<input type="checkbox"/>	alveo fluviale in erosione
<input type="checkbox"/>	affioramento roccioso	<input type="checkbox"/>	alveo alluvionale
<input type="checkbox"/>	forme moreniche	<input type="checkbox"/>	alveo meandriforme
<input type="checkbox"/>	valle glaciale sospesa	<input type="checkbox"/>	Paleoalveo
<input type="checkbox"/>	vallecola di scaricatore glaciale	<input type="checkbox"/>	Argine
<input type="checkbox"/>	valle secca carsica	<input type="checkbox"/>	Palude
<input type="checkbox"/>	Caverna carsica	<input type="checkbox"/>	depressione con torbiera
<input type="checkbox"/>	valle intracollinare	<input type="checkbox"/>	argine fluviale
<input type="checkbox"/>	valle fluviale	<input type="checkbox"/>	area golenale
<input type="checkbox"/>	valle nivale	<input type="checkbox"/>	lago colmato
<input type="checkbox"/>	altopiano uniforme	<input type="checkbox"/>	Spianamento
<input type="checkbox"/>	altopiano ondulato	<input type="checkbox"/>	terrazzamento su versante
<input type="checkbox"/>	altopiano con incisioni	<input type="checkbox"/>	argine artificiale
<input type="checkbox"/>	Terrazzo antico uniforme	<input type="checkbox"/>	Bonifiche
<input type="checkbox"/>	Terrazzo antico con incisioni		
<i>Posizione</i>	<input type="checkbox"/>	Nella parte alta della forma	
	<input type="checkbox"/>	Al centro della forma	
	<input type="checkbox"/>	Nella parte bassa della forma	
	<input type="checkbox"/>	Sul margine della forma	
	<input type="checkbox"/>	Nella zona di transizione con altre superfici	

**MORFOLOGIA**

<b>Sito (dettaglio)</b>	
Forma (classificazione come sopra)	
Elemento (classificazione come sopra)	
Posizione (classificazione come sopra)	

**PIETROSITÀ SUPERFICIALE**

<i>Pietrosità (Stima percentuale, vedi tavola sotto)</i>	
	

**ROCCIOSITÀ**

<i>Rocciosità (Stima percentuale, vedi tavola sotto)</i>	
--	--

USO DEL SUOLO			
<i>Uso del suolo</i>			
<input type="checkbox"/>	Colture foraggere permanenti	<input type="checkbox"/>	Appena utilizzati
<input type="checkbox"/>	Prati permanenti asciutti	<input type="checkbox"/>	Bosco di ripa
<input type="checkbox"/>	Prati permanenti irrigui	<input type="checkbox"/>	Fustaie
<input type="checkbox"/>	Seminativi avvicendati	<input type="checkbox"/>	Fustaie latifoglie senza ceduo dominato
<input type="checkbox"/>	Frumento, orzo, avena etc.	<input type="checkbox"/>	Fustaie conifere senza ceduo dominato
<input type="checkbox"/>	Mais, sorgo	<input type="checkbox"/>	Fustaie miste senza ceduo
<input type="checkbox"/>	Risaia	<input type="checkbox"/>	Rimboschimenti
<input type="checkbox"/>	Colture orticole in campo	<input type="checkbox"/>	Rinnovazione naturale
<input type="checkbox"/>	Barbabietola da zucchero	<input type="checkbox"/>	Aree appena tagliate (a raso)
<input type="checkbox"/>	Soja	<input type="checkbox"/>	Fustaie latifoglie con ceduo dominato
<input type="checkbox"/>	Prati avvicendati a seminativi	<input type="checkbox"/>	Fustaie conifere con ceduo dominato
<input type="checkbox"/>	Erbai	<input type="checkbox"/>	Boschi misti
<input type="checkbox"/>	Seminativi arborati	<input type="checkbox"/>	Cedui composti
<input type="checkbox"/>	Colture agrarie legnose	<input type="checkbox"/>	Cedui coniferati
<input type="checkbox"/>	Vigneti	<input type="checkbox"/>	Cedui composti e coniferati
<input type="checkbox"/>	Pomacee	<input type="checkbox"/>	Boschi degradati (copertura < 20%)
<input type="checkbox"/>	Drupacee	<input type="checkbox"/>	Arbusteto
<input type="checkbox"/>	Castagneti da frutto	<input type="checkbox"/>	Pascoli
<input type="checkbox"/>	Noccioleti	<input type="checkbox"/>	Pascoli arborati e/o cespugliati
<input type="checkbox"/>	Piccoli frutti	<input type="checkbox"/>	Prati-pascoli
<input type="checkbox"/>	Oliveti	<input type="checkbox"/>	Vegetazione palustre
<input type="checkbox"/>	Altre	<input type="checkbox"/>	Praterie rupicole
<input type="checkbox"/>	Kiwi	<input type="checkbox"/>	Altre utilizzazioni
<input type="checkbox"/>	Colture arboree forestali	<input type="checkbox"/>	Suolo nudo
<input type="checkbox"/>	Pioppeti	<input type="checkbox"/>	Coltivi abbandonati
<input type="checkbox"/>	Conifere	<input type="checkbox"/>	Incolti improduttivi (set-aside)
<input type="checkbox"/>	Latifoglie	<input type="checkbox"/>	Vivai e semenzai
<input type="checkbox"/>	Boschi cedui	<input type="checkbox"/>	Verde attrezzato
<input type="checkbox"/>	Latifoglie caducifoglie	<input type="checkbox"/>	Casa in costruzione
<input type="checkbox"/>	Latifoglie sempreverdi	<input type="checkbox"/>	Cava
<input type="checkbox"/>	Invecchiati e/o degradati	<input type="checkbox"/>	Urbano

EROSIONE E DEPOSIZIONE		
<i>Erosione e deposizione</i>	<input type="checkbox"/>	Assente (Z)
	<input type="checkbox"/>	Erosione idrica diffusa
	<input type="checkbox"/>	Erosione idrica incanalata moderata
	<input type="checkbox"/>	Erosione idrica incanalata forte
	<input type="checkbox"/>	Erosione eolica moderata
	<input type="checkbox"/>	Erosione eolica forte
	<input type="checkbox"/>	Movimento di massa
	<input type="checkbox"/>	Deposizione da parte delle acque
	<input type="checkbox"/>	Deposizione da parte del vento
	<input type="checkbox"/>	Deposizione da parte di gravità ed acqua

ASPETTI SUPERFICIALI			
<i>Aspetti Superficiali 1</i>			
<input type="checkbox"/>	Assenti	<input type="checkbox"/>	Compattazione artificiale con macchine
<input type="checkbox"/>	Microrilievo di espansione delle argille	<input type="checkbox"/>	Presenza in superficie di S.O. (letame, liquami), calce ed altri apporti artificiali
<input type="checkbox"/>	Fessure di retrazione delle argille espandibili	<input type="checkbox"/>	Compattazione dovuta ad animali
<input type="checkbox"/>	Microrilievo di animali scavatori	<input type="checkbox"/>	Incrostamenti
<input type="checkbox"/>	Microrilievo per fenomeni crionivali	<input type="checkbox"/>	Solchi evidenti con zolle di grosse dimensioni
<input type="checkbox"/>	Efflorescenze saline(arrotondamento)	<input type="checkbox"/>	Disgregazione parziale delle zolle per effetto della pioggia o del gelo/disgelo e relativo modellamento della superficie
<input type="checkbox"/>	Microrilievo per erosione sotterranea (tunnelling)	<input type="checkbox"/>	Appiattimento della superficie per effetto della distruzione delle zolle e della obliterazione dei solchi da parte delle piogge e del gelo
<input type="checkbox"/>	Arato	<input type="checkbox"/>	Self-mulching
<input type="checkbox"/>	Livellato e/o spianato	<input type="checkbox"/>	Fortemente risistemato (troncatura del profilo)
<input type="checkbox"/>	Sminuzzato con mezzi meccanici	<input type="checkbox"/>	Spietrato
<i>Aspetti Superficiali 2</i> (vedi tabella sopra)			

GESTIONE ACQUE TIPO	
<i>Gestione acque tipo</i>	<input type="checkbox"/> Nessuna pratica di gestione delle acque o sconosciuta
	<input type="checkbox"/> Irrigazione per scorrimento o sommersione
	<input type="checkbox"/> Irrigazione a pioggia
	<input type="checkbox"/> Irrigazione a goccia
	<input type="checkbox"/> Drenaggio con fossi
	<input type="checkbox"/> Drenaggio con tubi interrati
	<input type="checkbox"/> Scasso profondo o rippatura
	<input type="checkbox"/> Baulatura
	<input type="checkbox"/> fossetti in trasverso e fossetti di guardia (solo su versante)
	<input type="checkbox"/> Sistemazioni idraulico forestali di versante
	<input type="checkbox"/> Paravalanghe
	<input type="checkbox"/> sistemazioni idrauliche di fondo e/o di sponda(solo su corsi d'acqua)
	<input type="checkbox"/> sistemazioni idrauliche di ripristino ambientale

GESTIONE ACQUE SCOPO	
<i>Gestione acque scopo</i>	<input type="checkbox"/> Diminuire ristagno
	<input type="checkbox"/> Diminuire stress idrico
	<input type="checkbox"/> Diminuire sia stress idrico che ristagno
	<input type="checkbox"/> Limitare erosione idrica superficiale
	<input type="checkbox"/> Limitare movimenti di massa su versante
	<input type="checkbox"/> Limitare erosione di fondo e sponda

INONDABILITÀ		
<i>Inondabilità</i>	<input type="checkbox"/> <b>assente</b>	Nessuna possibilità ragionevole
	<input type="checkbox"/> <b>molto poco freq.</b>	TdR di 60-100 anni
	<input type="checkbox"/> <b>poco freq.</b>	TdR di 20-60 anni
	<input type="checkbox"/> <b>freq.</b>	TdR di 6-20 anni
	<input type="checkbox"/> <b>molto freq.</b>	TdR di 1-5 anni

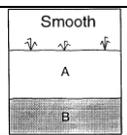
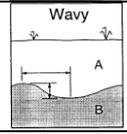
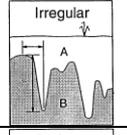
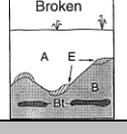
TEMPERATURA DELL'ARIA	
<i>Temperatura dell'aria</i>	

FOTOGRAFIA	
<i>Fotografia dell'area (progressivo foto)</i>	

CARATTERI DEGLI ORIZZONTI

DENOMINAZIONE ORIZZONTE		
Orizzonte 1		
Orizzonte dominante	<input type="checkbox"/> <b>O</b>	Orizzonte organico prevalentemente sviluppatosi in aree umide a drenaggio rallentato o influenzate dalla presenza di una falda superficiale o sottosuperficiale per un significativo periodo durante l'anno
	<input type="checkbox"/> <b>A</b>	Orizzonte minerale caratterizzato da accumulo di sostanza organica (humus) e perdita di Fe, Al, argilla
	<input type="checkbox"/> <b>E</b>	Orizzonte minerale caratterizzato da perdita di Si, Fe, Al, argilla e sostanza organica
	<input type="checkbox"/> <b>AB o EB</b> <input type="checkbox"/> <b>AC</b> <input type="checkbox"/> <b>BA o BE</b>	Orizzonti di transizione da A o E a B, o da A a C
	<input type="checkbox"/> <b>B</b>	Orizzonte minerale sottosuperficiale caratterizzato da presenza di struttura e/o da accumulo di argilla, Fe, Al, Si, humus, CaCO <sub>3</sub> , CaSO <sub>4</sub> , sesquiossidi e/o da perdita di CaCO <sub>3</sub>
	<input type="checkbox"/> <b>BC o CB</b>	Orizzonti di transizione da Ba C
	<input type="checkbox"/> <b>C</b>	Orizzonte minerale caratterizzato da alterazione pedogenetica scarsa o nulla e/o da materiale roccioso non consolidato
	<input type="checkbox"/> <b>R</b>	Orizzonte minerale di roccia dura e continua
Suffisso degli orizzonti	<input type="checkbox"/> <b>a</b>	Materia organica altamente decomposta
	<input type="checkbox"/> <b>b</b>	Orizzonte genetico sepolto (non utilizzato per il C)
	<input type="checkbox"/> <b>c</b>	Concrezioni o noduli
	<input type="checkbox"/> <b>d</b>	Materiale densico
	<input type="checkbox"/> <b>e</b>	Materia organica moderatamente decomposta
	<input type="checkbox"/> <b>f</b>	Suolo gelato (permafrost)
	<input type="checkbox"/> <b>g</b>	Gley
	<input type="checkbox"/> <b>h</b>	Accumulo di materia organica illuviale
	<input type="checkbox"/> <b>i</b>	Materia organica scarsamente decomposta
	<input type="checkbox"/> <b>j</b>	Presenza di jarosite
	<input type="checkbox"/> <b>jj</b>	Evidenza di crioperturbazione
	<input type="checkbox"/> <b>k</b>	Accumulo di carbonati
	<input type="checkbox"/> <b>m</b>	Forte cementazione
	<input type="checkbox"/> <b>n</b>	Accumulo di sodio scambiabile
	<input type="checkbox"/> <b>o</b>	Accumulo di sesquiossidi residuali
	<input type="checkbox"/> <b>p</b>	Evidenza di disturbo da lavorazioni
	<input type="checkbox"/> <b>q</b>	Accumulo di silice
	<input type="checkbox"/> <b>r</b>	Roccia alterata
	<input type="checkbox"/> <b>s</b>	Accumulo di sesquiossidi illuviali
	<input type="checkbox"/> <b>ss</b>	Slickensides
	<input type="checkbox"/> <b>t</b>	Accumulo illuviale di argilla
	<input type="checkbox"/> <b>v</b>	Plinthite
	<input type="checkbox"/> <b>w</b>	Struttura e colori di alterazione dell'orizzonte B
	<input type="checkbox"/> <b>x</b>	Fragipan
	<input type="checkbox"/> <b>y</b>	Accumulo di gesso
	<input type="checkbox"/> <b>z</b>	Accumulo di sali solubili
Orizzonti successivi al primo		
	Dominante	Suffisso
Secondo		
Terzo		
Quarto		
Quinto		

PROFONDITÀ ORIZZONTE	
<b>Orizzonte 1</b>	
Profondità orizzonte (da liv. sup. a liv. inf.)	
<b>Orizzonti successivi al primo (come sopra)</b>	
Secondo	
Terzo	
Quarto	
Quinto	

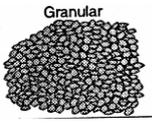
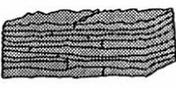
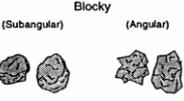
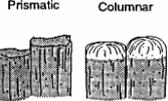
CARATTERISTICHE LIMITE INFERIORE ORIZZONTE		
<b>Orizzonte 1</b>		
Tipo limite inferiore	<input type="checkbox"/>	Netto (< 0,5 cm)
	<input type="checkbox"/>	Abrupto (0,5 – 2,5 cm)
	<input type="checkbox"/>	Chiaro ((2,6 – 6 cm)
	<input type="checkbox"/>	Graduale (6,1 – 12,5 cm)
	<input type="checkbox"/>	Diffuso (> 12,5 cm)
Andamento limite inferiore	<input type="checkbox"/>	 Lineare, senza ondulazioni
	<input type="checkbox"/>	 Ondulato (ondulazioni più larghe che profonde)
	<input type="checkbox"/>	 Ondulato (ondulazioni più profonde che larghe)
	<input type="checkbox"/>	 Discontinuo (limite interrotto)
<b>Orizzonti successivi al primo</b>		
	<i>Tipo limite</i>	<i>Andamento limite</i>
Secondo		
Terzo		
Quarto		
Quinto		

UMIDITÀ	
<b>Orizzonte 1</b>	
Umidità	<input type="checkbox"/> Secco
	<input type="checkbox"/> Umido
	<input type="checkbox"/> Bagnato
	<input type="checkbox"/> Saturo
<b>Orizzonti successivi al primo (come sopra)</b>	
Secondo	
Terzo	
Quarto	
Quinto	

COLORE MATRICE
Prelevare per ciascun livello un campione da avviare a laboratorio per la classificazione colorimetrica secondo le tavole di <b>Munsell</b>

GRANULOMETRIA		
Orizzonte 1		
<b>Tessitura di campagna, terreni fini</b>	<input type="checkbox"/> <b>S</b>	Sabbioso
	<input type="checkbox"/> <b>SF</b>	Sabbioso franco
	<input type="checkbox"/> <b>L</b>	Limoso
	<input type="checkbox"/> <b>FS</b>	Franco sabbioso
	<input type="checkbox"/> <b>F</b>	Franco
	<input type="checkbox"/> <b>FL</b>	Franco limoso
	<input type="checkbox"/> <b>FSA</b>	Franco sabbioso argilloso
	<input type="checkbox"/> <b>FA</b>	Franco argilloso
	<input type="checkbox"/> <b>FLA</b>	Franco limoso argilloso
	<input type="checkbox"/> <b>AS</b>	Argilloso sabbioso
	<input type="checkbox"/> <b>AL</b>	Argilloso limoso
<input type="checkbox"/> <b>A</b>	Argilloso	
<b>PROCEDURA PER LA VALUTAZIONE AL TATTO DELLA TESSITURA</b>		
<i>(1) Prendere un cucchiaino pieno di suolo ed inumidirlo con acqua. Manipolare fino allo stadio di massima plasticità e viscosità. Di tanto in tanto sarà necessario aggiungere acqua per poter mantenere la massima plasticità. Effettuare i seguenti tests:</i>		
<b>(2) Qual'è la sensazione predominante che vi dà il suolo?</b>		
- Granuloso <b>Andate al (3)</b>		
- Setoso o pastoso <b>Andate al (5)</b>		
- Appiccicoso <b>Andate al (9)</b>		
- Nessuna di queste <b>Andate al (3)</b>		
<b>(3) Cercare di fare una pallina di suolo rotolandola tra i palmi delle mani (senza modellare tra le dita):</b>		
- Ciò è impossibile <b>SABBIOSO</b>		
- Lo si può fare solo con grande attenzione <b>SABBIOSO FRANCO</b>		
- Ci si riesce facilmente <b>Andate al (4)</b>		
<b>(4) Cercare di schiacciare la pallina tra il pollice e l'indice:</b>		
- La pallina si sbriciola <b>FRANCO SABBIOSO</b>		
- La pallina si appiattisce <b>Andate al (5)</b>		
<b>(5) Rifare una pallina con il terreno e cercare poi di farne un cilindretto allungato prima più grande (circa 1 cm di diametro) e poi più sottile (circa 0,5 cm di diametro):</b>		
- Non si forma nemmeno un cilindretto di diametro più grande <b>SABBIOSO FRANCO</b>		
- Si può formare solo il cilindretto di diametro più grande <b>FRANCO SABBIOSO</b>		
- Si possono formare cilindretti sia di grande sia di piccolo diametro <b>Andate al (6)</b>		
<b>(6) Cercare di piegare il cilindretto a forma di ferro di cavallo:</b>		
- Il cilindretto si rompe <b>Andate al (7)</b>		
- Il cilindretto non si rompe <b>Andate al (8)</b>		
<b>(7) Manipolare il suolo tra le dita e sentire qual'è la sensazione:</b>		
- Il suolo è ruvido e granuloso <b>FRANCO</b>		
- Il suolo è abbastanza setoso <b>FRANCO LIMOSO</b>		
- Il suolo è molto setoso <b>LIMOSO</b>		
- Il suolo è appiccicoso, ruvido e granuloso <b>Andate al (8)</b>		
<b>(8) Rimpastare e fare un sottile cilindretto di suolo (circa 0,3 cm di diametro), quindi, piegandolo fino a farne coincidere le estremità, provare a formare un cerchio di circa 2,5 cm di diametro:</b>		
- Si può fare senza provocare rotture <b>Andate al (9)</b>		
- Non si può fare <b>Andate al (11)</b>		
<b>(9) Modellare il terreno a forma di pallina e strofinarla tra l'indice ed il pollice fino a produrre una sottile superficie liscia:</b>		
- La superficie è regolare ma sporgono piccole particelle granulose <b>ARGILLOSO SABBIOSO</b>		
- La superficie liscia si presenta solamente con qualche irregolarità <b>Andate al (11)</b>		
- La superficie è regolare con pochissime o nessuna irregolarità <b>Andate al (10)</b>		
<b>(10) Manipolare il suolo tra le dita e giudicarlo al tatto:</b>		
- Il suolo è liscio come sapone ed ha lucentezza <b>ARGILLOSO</b>		
- Il suolo è setoso ed opaco <b>ARGILLOSO LIMOSO</b>		
<b>(11) Formare una nuova pallina e manipolarla, quali sono le sensazioni al tatto?</b>		
- Il suolo risulta molto ruvido <b>FRANCO SABBIOSO ARGILLOSO</b>		
- Il suolo risulta abbastanza ruvido <b>FRANCO ARGILLOSO</b>		
- Il suolo risulta pastoso e liscio <b>FRANCO LIMOSO ARGILLOSO</b>		
<b>Caratteri dello scheletro (compilare solo se presenti)</b>		
Quantità (percentuale), da stimare secondo la tavola della pietrosità – scheda 1		
Forma	<input type="checkbox"/>	Arrotondati
	<input type="checkbox"/>	Subarrotondati
	<input type="checkbox"/>	Angolari
	<input type="checkbox"/>	Irregolari
	<input type="checkbox"/>	Piatti
Dimensioni medie (mm)		

GRANULOMETRIA				
Orizzonti successivi al primo				
	Tessitura di campagna	Caratteri dello scheletro		
		Quantità	Forma	Dim. medie
Secondo				
Terzo				
Quarto				
Quinto				

STRUTTURA			
Orizzonte 1			
Dimensione e forma			
Dimensione		Forma	
<input type="checkbox"/>	 <p>Granular</p>	Granulare	<input type="checkbox"/> Fine (< 2 mm)
			<input type="checkbox"/> Media (2-5 mm)
			<input type="checkbox"/> Grossolana (6-10 mm)
			<input type="checkbox"/> Molto grossolana (> 10 mm)
<input type="checkbox"/>	 <p>Platy</p>	Lamellare	<input type="checkbox"/> Fine (< 2 mm)
			<input type="checkbox"/> Media (2-5 mm)
			<input type="checkbox"/> Grossolana (6-10 mm)
			<input type="checkbox"/> Molto grossolana (> 10 mm)
<input type="checkbox"/>	 <p>Blocky (Subangular) (Angular)</p>	Poliedrica <input type="checkbox"/> angolare <input type="checkbox"/> subangolare	<input type="checkbox"/> Fine (< 10 mm)
			<input type="checkbox"/> Media (10-20 mm)
			<input type="checkbox"/> Grossolana (21-50 mm)
			<input type="checkbox"/> Molto grossolana (> 50 mm)
<input type="checkbox"/>	 <p>Prismatic Columnar</p>	<input type="checkbox"/> Prismatica <input type="checkbox"/> Colonnare	<input type="checkbox"/> Fine (< 20 mm)
			<input type="checkbox"/> Media (20-50 mm)
			<input type="checkbox"/> Grossolana (51-100 mm)
			<input type="checkbox"/> Molto grossolana (> 100 mm)
Grado			
Grado	<input type="checkbox"/> <b>A zolle</b>	Aggregazione irregolare provocata da lavorazioni o compattazione	
	<input type="checkbox"/> <b>Incoerente</b>	Privo di aggregazione; si separa in particelle elementari	
	<input type="checkbox"/> <b>Massivo</b>	Privo di aggregazione; si spezza in masse facilmente sbriciolabili	
	<input type="checkbox"/> <b>Debole</b>	aggregati poco evidenti, osservabili a fatica in posto	
	<input type="checkbox"/> <b>Moderato</b>	aggregati evidenti, poco durevoli, non distinguibili in suolo indisturbato	
	<input type="checkbox"/> <b>Forte</b>	aggregati ben evidenti, durevoli, distinguibili in suolo indisturbato	
Orizzonti successivi al primo			
	Dimensione e forma	Grado	
Secondo			
Terzo			
Quarto			
Quinto			

**FESSURE E MACROPORI (non compilare se carattere assente)****Orizzonte 1****Fessure**

Tipo	<input type="checkbox"/>	Fessure da croste superficiali, reversibili
	<input type="checkbox"/>	Fessure da croste superficiali, irreversibili
	<input type="checkbox"/>	Profonde che attraversano più orizzonti, reversibili
	<input type="checkbox"/>	Profonde che attraversano più orizzonti, irreversibili
Dimensione (stimato, in mm)		

**Macropori**

Dimensioni	<input type="checkbox"/>	Fini (< 1 mm)
	<input type="checkbox"/>	Medi (1-5 mm)
	<input type="checkbox"/>	Grandi (> 5 mm)
Quantità	<input type="checkbox"/>	Scarsi (< 0,1 %)
	<input type="checkbox"/>	Comuni (0,1-0,4 %)
	<input type="checkbox"/>	Abbondanti (>0,4 %)

**Orizzonti successivi al primo**

	Fessure	Macropori
Secondo		
Terzo		
Quarto		
Quinto		

**RADICI (non compilare se carattere assente)****Orizzonte 1**

Quantità (n. radici stimato per 100 cm <sup>2</sup> )		
Dimensioni medie (mm)		
Dimensioni massime (mm)		
Orientamento	<input type="checkbox"/> Nessuno	Orientate in tutte le direzioni
	<input type="checkbox"/> Obliquo	Orientate in piani obliqui
	<input type="checkbox"/> Orizzontale	Orientate in piani orizzontali
	<input type="checkbox"/> Verticale	Orientate in piani verticali

**Orizzonti successivi al primo**

	Quantità	Dim. medie	Dim. max	Orientamento
Secondo				
Terzo				
Quarto				
Quinto				

**RADICABILITÀ****Orizzonte 1**

<b>Radicabilità</b> (valore percentuale dell'orizzonte esplorabile dalle radici)	
---	--

**Orizzonti successivi al primo (come sopra)**

Secondo	
Terzo	
Quarto	
Quinto	

<b>CONSISTENZA</b>				
<b>Orizzonte 1</b>				
<b>Resistenza</b>	<input type="checkbox"/> <b>Incoerente</b>	Campione non ottenibile		
	<input type="checkbox"/> <b>Debole</b>	Si rompe con una piccola pressione applicata lentamente fra l'indice e il pollice		
	<input type="checkbox"/> <b>Mod. Resist.</b>	Si rompe con una moderata pressione applicata lentamente fra l'indice e il pollice		
	<input type="checkbox"/> <b>Resistente</b>	Si rompe con una forte pressione applicata lentamente fra l'indice e il pollice (può essere applicata al massimo una forza di 80 N)		
	<input type="checkbox"/> <b>Molto Resist.</b>	Può essere sbriciolato tra le mani o sotto il piede su una superficie non resistente		
	<input type="checkbox"/> <b>Estrem. Resist.</b>	Si rompe con il piede sotto la forza applicata lentamente con tutto il corpo da un uomo di circa 80 Kg		
	<input type="checkbox"/> <b>Rigido</b>	Si sbriciola sotto un colpo di 3 J		
	<input type="checkbox"/> <b>Molto Rigido</b>	Non può essere sbriciolato da un colpo di 3 J		
<b>Cementazione</b>	<input type="checkbox"/> <b>Molto debole</b>	Può essere sbriciolato tra l'indice e il pollice distesi		
	<input type="checkbox"/> <b>Debole</b>	Non può essere sbriciolato tra l'indice e il pollice distesi ma cede quando è pressato sotto il piede su una superficie dura da un uomo di peso medio		
	<input type="checkbox"/> <b>Forte</b>	Regge il peso di un uomo medio ma si rompe se colpito da un'energia di 3 J		
	<input type="checkbox"/> <b>Molto forte</b>	Non si rompe quando colpito con l'energia di 3 J		
<b>Adesività</b>	<input type="checkbox"/> <b>Non adesivo</b>	Dopo distaccate le dita nessuna particella di suolo aderisce		
	<input type="checkbox"/> <b>Debolm. ades.</b>	Dopo distaccate le dita, il suolo aderisce percettibilmente sia al pollice che all'indice; ma quando le dita si separano esso tende a staccarsi dall'una o dall'altra nettamente e non si estende apprezzabilmente		
	<input type="checkbox"/> <b>Moder. ades.</b>	Dopo distaccate le dita il suolo aderisce sia al pollice che all'indice e tende ad estendersi ed a staccarsi da una sola parte anziché da ambedue		
	<input type="checkbox"/> <b>Molto ades.</b>	Dopo distaccate le dita il suolo aderisce così fortemente sia al pollice che all'indice che decisamente si allunga quando essi si separano e finalmente si rompe rimanendo in parte sul pollice ed in parte sull'indice		
<b>Plasticità</b>	<input type="checkbox"/> <b>Non plastico</b>	Un cilindretto di 4 cm di lunghezza e 6 mm di spessore non si forma		
	<input type="checkbox"/> <b>Debolm. plas.</b>	Un cilindretto di 4 cm di lunghezza e 6 mm di spessore si forma e sopporta il proprio peso ma uno di 4 mm di spessore non lo sopporta		
	<input type="checkbox"/> <b>Moder. plas.</b>	Un cilindretto di 4 cm di lunghezza e 4 mm di spessore si può formare e sopporta il proprio peso ma uno di 2 mm di spessore non lo sopporta		
	<input type="checkbox"/> <b>Molto plas.</b>	Un cilindretto di 4 cm di lunghezza e 2 mm di spessore può formarsi e sopporta il proprio peso		
<b>Orizzonti successivi al primo</b>				
	<i>Resistenza</i>	<i>Cementazione</i>	<i>Adesività</i>	<i>Plasticità</i>
<i>Secondo</i>				
<i>Terzo</i>				
<i>Quarto</i>				
<i>Quinto</i>				

<b>pH DI CAMPAGNA</b>	
<b>Orizzonte 1</b>	
<b>pH</b>	
<b>Orizzonti successivi al primo (come sopra)</b>	
<i>Secondo</i>	
<i>Terzo</i>	
<i>Quarto</i>	
<i>Quinto</i>	

EFFERVESCENTIA HCI		
Orizzonte 1		
Effervescenza	<input type="checkbox"/> <b>assente</b>	Udito: nessun effetto Vista: nessun effetto Classe: NON CALCAREO
	<input type="checkbox"/> <b>Molto debole</b>	Udito: da indistinto a scarsamente udibile Vista: nessun effetto Classe: MOLTO SCARSAMENTE CALCAREO
	<input type="checkbox"/> <b>Debole</b>	Udito: moderatamente udibile Vista: debole efferv. visibile ad attenta osservazione Classe: SCARSAMENTE CALCAREO
	<input type="checkbox"/> <b>Forte</b>	Udito: facilmente udibile Vista: moderata efferv. con bolle di 3 mm di diametro Classe: CALCAREO
	<input type="checkbox"/> <b>Violenta</b>	Udito: facilmente udibile Vista: forte efferv. presenza di bolle fino a 7 mm di diametro Classe: MOLTO CALCAREO
Orizzonti successivi al primo (come sopra)		
Secondo		
Terzo		
Quarto		
Quinto		

**CONCENTRAZIONI**

<b>PELLICOLE</b>			
<b>Orizzonte 1</b>			
<i>Tipo</i>	<input type="checkbox"/>	Ponti di argilla (tra i granuli di sabbia)	
	<input type="checkbox"/>	Pellicole di argilla	
	<input type="checkbox"/>	Pellicole di sabbia o limo (skeletans)	
	<input type="checkbox"/>	Pellicole di sesquiossidi	
	<input type="checkbox"/>	Pellicole ferromanganesifere	
	<input type="checkbox"/>	Pellicole di sostanza organica	
	<input type="checkbox"/>	Pellicole di carbonati	
	<input type="checkbox"/>	Pellicole orientate per pressione	
	<input type="checkbox"/>	Pellicole orientate per pressione e scorrimento	
<i>Quantità (in percentuale con le tavole)</i>			
<i>Localizzazione</i>	<input type="checkbox"/>	Nella matrice	
	<input type="checkbox"/>	Sulle facce degli aggregati	
	<input type="checkbox"/>	Sulle pareti dei pori	
	<input type="checkbox"/>	Su noduli e concrezioni	
	<input type="checkbox"/>	Intorno allo scheletro	
<b>Orizzonti successivi al primo</b>			
	<i>Tipo</i>	<i>Quantità</i>	<i>Localizzazione</i>
<i>Secondo</i>			
<i>Terzo</i>			
<i>Quarto</i>			
<i>Quinto</i>			

## CARATTERI DEL SUOLO

PROFONDITÀ UTILE ALLE RADICI	
<i>Profondità utile alle radici</i> (se maggiore del profilo inserire ">") <b>È impenetrabile l'orizzonte con radicabilità &lt;30%</b>	

LIMITAZIONI ALL'APPROFONDIMENTO RADICALE	
<i>Limitazioni all'approfondimento radicale</i>	<input type="checkbox"/> Disponibilità di ossigeno
	<input type="checkbox"/> Scheletro
	<input type="checkbox"/> Contatto paralithico
	<input type="checkbox"/> Contatto lithico
	<input type="checkbox"/> Torba
	<input type="checkbox"/> Problemi vertici
	<input type="checkbox"/> Salinità
	<input type="checkbox"/> Sodicità
	<input type="checkbox"/> Strati massivi a tessitura contrastante
	<input type="checkbox"/> Substrato a tessitura grossolana (sabbia)
	<input type="checkbox"/> Fragipan
	<input type="checkbox"/> Orizzonte calcico
	<input type="checkbox"/> Orizzonte petrocalcico
	<input type="checkbox"/> Orizzonte con concrezioni di Fe-Mn
	<input type="checkbox"/> Duripan, Densipan
	<input type="checkbox"/> Forte aggregazione
	<input type="checkbox"/> Falda superficiale
<input type="checkbox"/> Compattazione antropica	
<input type="checkbox"/> Altre	
<input type="checkbox"/> Assente	

DISPONIBILITÀ DI OSSIGENO		
<i>Disponibilità di ossigeno</i>	<input type="checkbox"/> <b>Buona</b>	l'acqua è rimossa dal suolo prontamente, e/o non si verificano durante la stagione di crescita delle piante eccessi di umidità limitanti
	<input type="checkbox"/> <b>Moderata</b>	l'acqua è rimossa lentamente in alcuni periodi. I suoli sono bagnati solo per un breve periodo durante la stagione di crescita delle piante
	<input type="checkbox"/> <b>Imperfetta</b>	l'acqua è rimossa lentamente, cosicché il suolo è bagnato per periodi significativi durante la stagione di crescita delle piante
	<input type="checkbox"/> <b>Scarsa</b>	l'acqua è rimossa così lentamente che il suolo è saturo periodicamente durante la stagione di crescita delle piante
	<input type="checkbox"/> <b>Molto scarsa</b>	l'acqua è rimossa dal suolo così lentamente da permanere in superficie durante la maggior parte del periodo di crescita delle piante

DRENAGGIO		
Drenaggio	<input type="checkbox"/> Rapido	L'acqua è rimossa dal suolo molto rapidamente. I suoli hanno comunemente tessitura grossolana (sabbiosa o sabbioso-franca) e sono molto superficiali o superficiali. Sono suoli generalmente privi di caratteri di idromorfia e con conduttività idraulica molto elevata.
	<input type="checkbox"/> Moderatam. rapido	L'acqua è rimossa dal suolo rapidamente I suoli hanno comunemente tessitura grossolana (sabbioso franca o franco-sabbiosa grossolana) e sono superficiali. Sono suoli soggetti saltuariamente a deficit idrico stagionale, sono generalmente privi di caratteri di idromorfia e con conduttività idraulica elevata
	<input type="checkbox"/> Buono	L'acqua è rimossa dal suolo prontamente ed è disponibile per le piante per la maggior parte della stagione di crescita senza che si verifichino eccessi di umidità limitanti per lo sviluppo vegetale. Suoli generalmente privi di caratteri di idromorfia e con conduttività idraulica moderatamente elevata
	<input type="checkbox"/> Mediocre	L'acqua è rimossa dal suolo lentamente in alcuni periodi dell'anno. I suoli sono bagnati soltanto per un breve periodo durante la stagione di crescita delle piante. Sono presenti caratteri di idromorfia negli orizzonti profondi. Permeabilità moderatamente bassa e/o falda superficiale in alcuni periodi dell'anno.
	<input type="checkbox"/> Lento	L'acqua è rimossa lentamente, cosicché il suolo è bagnato per periodi significativi durante la stagione di crescita delle piante. L'umidità limita lo sviluppo delle colture. Permeabilità bassa e/o falda superficiale in alcuni periodi dell'anno. Elevata presenza di caratteri di idromorfia negli orizzonti profondi e moderata presenza nell'orizzonte superficiale
	<input type="checkbox"/> Molto lento	L'acqua è rimossa così lentamente che il suolo è saturo periodicamente durante la stagione di crescita delle piante o rimane bagnato per lunghi periodi. La falda giunge spesso in superficie o in prossimità di essa. Gli strati sottostanti il franco di coltivazione non sono comunque permanentemente saturi. L'umidità limita notevolmente lo sviluppo delle colture. Abbondante presenza di caratteri di idromorfia anche nello strato superficiale
	<input type="checkbox"/> Impedito	L'acqua è rimossa dal suolo così lentamente da permanere in superficie durante la maggior parte del periodo di crescita delle piante. I suoli sono generalmente posti su superfici depresse, frequentemente impaludate e normalmente presentano la predominanza dei fenomeni di riduzione del ferro su quelli di ossidazione con conseguente colorazione grigiastrea anche nell'orizzonte superficiale

PERMEABILITÀ		
Permeabilità	<input type="checkbox"/> Molto alta	Suoli frammentali o con tessitura sabbiosa, spesso con sabbia grossolana e consistenza sciolta. Pori verticali medi o grossolani
	<input type="checkbox"/> Alta	Tessiture sabbiose, sabbiose frammentali o limoso grossolane, estremamente friabili, soffici o sciolti. Se umidi, presentano struttura granulare o poliedrica di grado da moderato a forte di ogni dimensione. Pori verticali medi o grossolani
	<input type="checkbox"/> Moder. alta	Sabbie non cementate o massive, presenza di argilla in misura del 18-35%. Struttura prismatica moderata o forte o lamellare forte. Pori verticali medi o grossolani
	<input type="checkbox"/> Moderat. bassa	Sabbie cementate o massive, presenza di 18-35% di argilla strutture come la precedente classe. Se si ha presenza di argilla >35% la struttura può essere di grado moderato, eccetto la prismatica e la lamellare grossolana. Pori verticali medi o grossolani
	<input type="checkbox"/> Bassa	Cementazione continua moderata o debole. Presenza di argilla in misura superiore al 35%, struttura di grado debole senza figure verticali o lamellare. presenza di stress cutans o slickensides
	<input type="checkbox"/> Molto Bassa	Cementazione continua indurita, pochissime radici. Presenza di argilla >35% , struttura in genere massiva

RUNOFF				
Runoff	Pendenza (°)	Permeabilità		
		Molto alta Alta Moderatamente alta	Moderatamente bassa Bassa	Molto bassa
	< 3	<input type="checkbox"/> Molto basso	<input type="checkbox"/> Molto basso	<input type="checkbox"/> Basso
	3-6	<input type="checkbox"/> Molto basso	<input type="checkbox"/> Basso	<input type="checkbox"/> Medio
	7-10	<input type="checkbox"/> Basso	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Alto
	> 10	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Molto alto

STIMA DELL'AWC	
<p><i>Stima dell'AWC (in mm) secondo la formula di Salter</i> Calcolo effettuato a seguito di analisi pedologiche di laboratorio</p>	<p><b>AWC = [1,475 – 0,01x(S) + 0,011x(L) + 0,138 (C )] x H</b> Dove S = % di sabbia grossolana (1 – 2 mm) L = % di limo C = % di carbonio organico H = profondità del profilo in mm</p>

PROFONDITÀ DELLA FALDA	
<p><i>Profondità della falda</i> Se non rilevata inserire "&gt;" della profondità profilo</p>	

SUSCETTIBILITÀ ALL'INCROSTAMENTO		
<p><i>Suscettibilità all'incrostamento</i>  Indica la possibilità che la superficie del suolo sia interessata dalla formazione di croste</p>	<input type="checkbox"/> <b>Nessuna</b>	Nessuna suscettibilità all'incrostamento
	<input type="checkbox"/> <b>Non osservabile</b>	Si sospetta la formazione di croste ma non si hanno informazioni precise
	<input type="checkbox"/> <b>Moderata</b>	Crosta con spessore inferiore a 5 mm
	<input type="checkbox"/> <b>Forte</b>	Crosta con spessore maggiore o uguale a 5 mm

INTERFERENZA CON LE LAVORAZIONI		
<p><i>Interferenza con le lavorazioni</i></p>	<input type="checkbox"/> <b>Buona</b>	Condizioni ottimali per le lavorazioni. Pietrosità scarsa o assente nel topsoil. La tessitura e la struttura del suolo consentono un drenaggio da rapido a buono
	<input type="checkbox"/> <b>Moderata</b>	Le lavorazioni possono essere eseguite correttamente soltanto in determinate condizioni di umidità del suolo a causa delle caratteristiche tessiturali. Può verificarsi usura degli organi lavoranti a causa dello scheletro presente nel topsoil tali da consigliare la riduzione delle profondità di intervento
	<input type="checkbox"/> <b>Scarsa</b>	Le lavorazioni possono essere eseguite correttamente soltanto con il suolo "in tempera" a causa dell'elevata percentuale di particelle limoso-argillose. Possono essere necessari particolari macchinari adatti ad operare in condizioni di elevata pietrosità: in alcuni casi è consigliabile ridurre le operazioni colturali
	<input type="checkbox"/> <b>Molto scarsa</b>	Le lavorazioni possono essere eseguite soltanto molto parzialmente a causa di pendenze e/o rocciosità e pietrosità elevate

TEMPO DI ATTESA		
<p><i>Tempo di attesa</i>  Esprime la possibilità di percorrere e lavorare il suolo senza danneggiarne la struttura dopo una pioggia che lo satura in autunno o primavera</p>	<input type="checkbox"/> <b>Breve</b>	Nessuna suscettibilità all'incrostamento
	<input type="checkbox"/> <b>Medio</b>	Si sospetta la formazione di croste ma non si hanno informazioni precise
	<input type="checkbox"/> <b>Lungo</b>	Crosta con spessore inferiore a 5 mm

TEMPERATURA DEL SUOLO	
<i>Temperatura del suolo</i>	

CLASSIFICAZIONE USDA	
<i>Classificazione USDA</i>	Da effettuare in ufficio a seguito di consultazione del Sistema Informativo Regionale dei suoli

RAPPRESENTATIVITÀ DELL'OSSERVAZIONE		
<p><i>Rappresentatività dell'osservazione</i></p>	<input type="checkbox"/> <b>Tipica</b>	L'osservazione risulta del tutto conforme alla naturale variabilità con cui si presenta la serie e si può proporre come rappresentativa del concetto centrale della stessa.
	<input type="checkbox"/> <b>Correlata</b>	L'osservazione, pur presentando un legame più o meno forte con il concetto centrale della serie, se ne discosta per uno o più caratteri. Nei casi più estremi si può scorgere soltanto un legame genetico fra l'osservazione e la serie, ma potrebbe venir meno la coincidenza rigida degli aspetti tassonomici.
	<input type="checkbox"/> <b>Marginale</b>	L'osservazione non ricade o ricade in maniera assolutamente marginale nel campo di variazione della serie

LEGENDA			
Legenda			
<input type="checkbox"/>	Alfisuoli dei terrazzi antichi non idromorfi	<input type="checkbox"/>	Entisuoli di pianura ghiaiosi (skeletal, fragmental, over)
<input type="checkbox"/>	Alfisuoli dei terrazzi antichi idromorfi (regime aquico)	<input type="checkbox"/>	Entisuoli di collina a tessitura grossolana
<input type="checkbox"/>	Alfisuoli di pianura non idromorfi e non ghiaiosi	<input type="checkbox"/>	Entisuoli di collina a tessitura fine
<input type="checkbox"/>	Alfisuoli di pianura idromorfi (regime aquico)	<input type="checkbox"/>	Entisuoli di montagna non calcarei
<input type="checkbox"/>	Alfisuoli di pianura ghiaiosi (skeletal, fragmental, over)	<input type="checkbox"/>	Entisuoli di montagna calcarei
<input type="checkbox"/>	Alfisuoli di collina a tessitura grossolana	<input type="checkbox"/>	Mollisuoli di pianura non idromorfi e non ghiaiosi
<input type="checkbox"/>	Alfisuoli di collina a tessitura fine	<input type="checkbox"/>	Mollisuoli di pianura idromorfi (regime aquico)
<input type="checkbox"/>	Alfisuoli di montagna non calcarei	<input type="checkbox"/>	Mollisuoli di pianura ghiaiosi (skeletal, fragmental, over)
<input type="checkbox"/>	Alfisuoli di montagna calcarei	<input type="checkbox"/>	Mollisuoli di collina a tessitura grossolana
<input type="checkbox"/>	Inceptisuoli di pianura non idromorfi e non ghiaiosi	<input type="checkbox"/>	Mollisuoli di collina a tessitura fine
<input type="checkbox"/>	Inceptisuoli di pianura idromorfi (regime aquico)	<input type="checkbox"/>	Mollisuoli di montagna non calcarei
<input type="checkbox"/>	Inceptisuoli di pianura ghiaiosi (skeletal, fragmental, over)	<input type="checkbox"/>	Mollisuoli di montagna calcarei
<input type="checkbox"/>	Inceptisuoli di collina a tessitura grossolana	<input type="checkbox"/>	Vertisuoli di pianura non idromorfi e non ghiaiosi
<input type="checkbox"/>	Inceptisuoli di collina a tessitura fine	<input type="checkbox"/>	Vertisuoli di pianura idromorfi (regime aquico)
<input type="checkbox"/>	Inceptisuoli di montagna non calcarei	<input type="checkbox"/>	Vertisuoli di collina a tessitura fine
<input type="checkbox"/>	Inceptisuoli di montagna calcarei	<input type="checkbox"/>	Histosuoli di pianura
<input type="checkbox"/>	Entisuoli di pianura non idromorfi e non ghiaiosi	<input type="checkbox"/>	Histosuoli di montagna
<input type="checkbox"/>	Entisuoli di pianura idromorfi (regime aquico)	<input type="checkbox"/>	Spodosuoli di montagna
<b>DESCRIZIONE SUOLI</b>			
<b>Alfisuoli</b>	suoli con orizzonte illuviale argillico poco alterato e poco desaturato. Prevalgono nei climi temperato umidi nei siti meno esposti all'erosione		
<b>Inceptisuoli</b>	suoli immaturi che hanno uno sviluppo del profilo debolmente espresso e che conservano ancora i caratteri della roccia madre. In questo ordine sono compresi quei suoli che per la modesta evidenza dei caratteri diagnostici non possono rientrare negli altri ordini		
<b>Entisuoli</b>	suoli poco evoluti senza orizzonte diagnostico. Sono suoli debolmente sviluppati privi di orizzonti diagnostici a causa di condizioni climatiche o geomorfologiche tendenti a far permanere una sostanziale indifferenziazione del profilo.		
<b>Mollisuoli</b>	suoli a orizzonte mollico tipici delle steppe e delle praterie. Sono suoli presenti in ambienti caldi, ma sufficientemente piovosi, non tanto comunque da provocare un'intensa lisciviazione		
<b>Vertisuoli</b>	suoli con argille rigonfianti che provocano un'autorimescolamento degli orizzonti. Sono suoli poco drenanti di ambienti a clima con andamento stagionale molto variabile e soprattutto con estate molto secca		
<b>Histosuoli</b>	suoli a orizzonte istico. Suoli organici che si sviluppano quando la velocità di mineralizzazione della s.o. è minore di quella con cui viene prodotta e depositata dalla biomassa. Possono essere presenti torbe (s.o. ricca di lignina, povera di cellulosa). Tipicamente asfittici		
<b>Spodosuoli</b>	suoli a orizzonte spodico. Caratteristici di ambienti forestali freddi e piovosi. il processo pedogenetico è la lisciviazione di sostanze umiche solubili		

CAPACITÀ D'USO										
	Classe	Profondità utile (cm)	Pendenza (°)	Pietrosità (%)	Fertilità	Disponibilità di O <sub>2</sub>	Inondabilità	Interferenza con le lavorazioni	Erosione/franosità	Deficit idrico (AWC)
Capacità d'uso	<input type="checkbox"/> I	>100	<5	<5	Buona	Buona	>20 anni	Buona	Assente	Assente
	<input type="checkbox"/> II	76-100	<5	<5	Moderata	Moderata	>20 anni	Moderata	Assente	Assente
	<input type="checkbox"/> III	51-75	5-10	5-15	Scarsa	Imperfetta	>20 anni	Scarsa	Lieve	Lieve
	<input type="checkbox"/> IV	26-50	11-20	16-35	Scarsa	Scarsa	>20 anni	Molto scarsa	Moderato	Moderato
	<input type="checkbox"/> V	26-50	11-20	>35	Scarsa	Scarsa	=20 anni	Molto scarsa	Moderato	Moderato
	<input type="checkbox"/> VI	26-50	21-35	>35	Scarsa	Scarsa	=20 anni	Molto scarsa	Forte	Elevato
	<input type="checkbox"/> VII	10-25	>35	>35	Scarsa	Molto scarsa	=20 anni	Molto scarsa	Forte	Elevato
	<input type="checkbox"/> VIII	<10	>35	>35	Scarsa	Molto scarsa	=20 anni	Molto scarsa	Forte	Elevato

TESSITURA TOPSOIL/SUBSOIL		
<i>Tessitura Top soil subsoil</i>	<input type="checkbox"/> <b>S</b>	Sabbioso
	<input type="checkbox"/> <b>SF</b>	Sabbioso franco
	<input type="checkbox"/> <b>L</b>	Limoso
	<input type="checkbox"/> <b>FS</b>	Franco sabbioso
	<input type="checkbox"/> <b>F</b>	Franco
	<input type="checkbox"/> <b>FL</b>	Franco limoso
	<input type="checkbox"/> <b>FSA</b>	Franco sabbioso argilloso
	<input type="checkbox"/> <b>FA</b>	Franco argilloso
	<input type="checkbox"/> <b>FLA</b>	Franco limoso argilloso
	<input type="checkbox"/> <b>AS</b>	Argilloso sabbioso
	<input type="checkbox"/> <b>AL</b>	Argilloso limoso
<input type="checkbox"/> <b>A</b>	Argilloso	

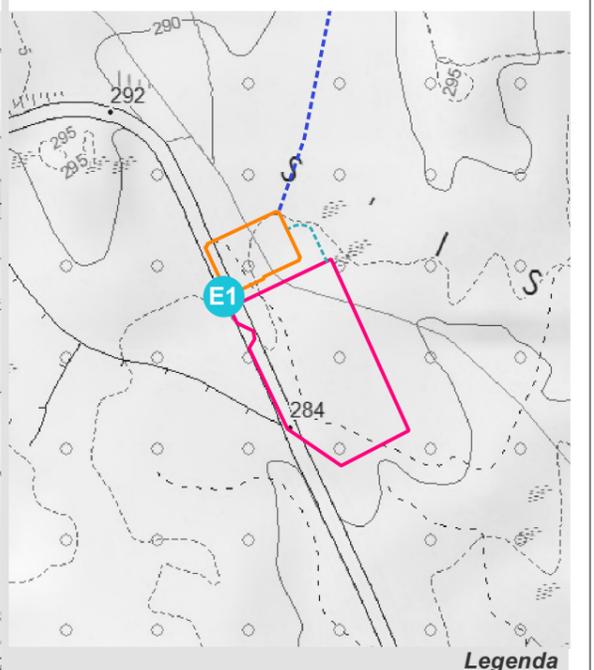
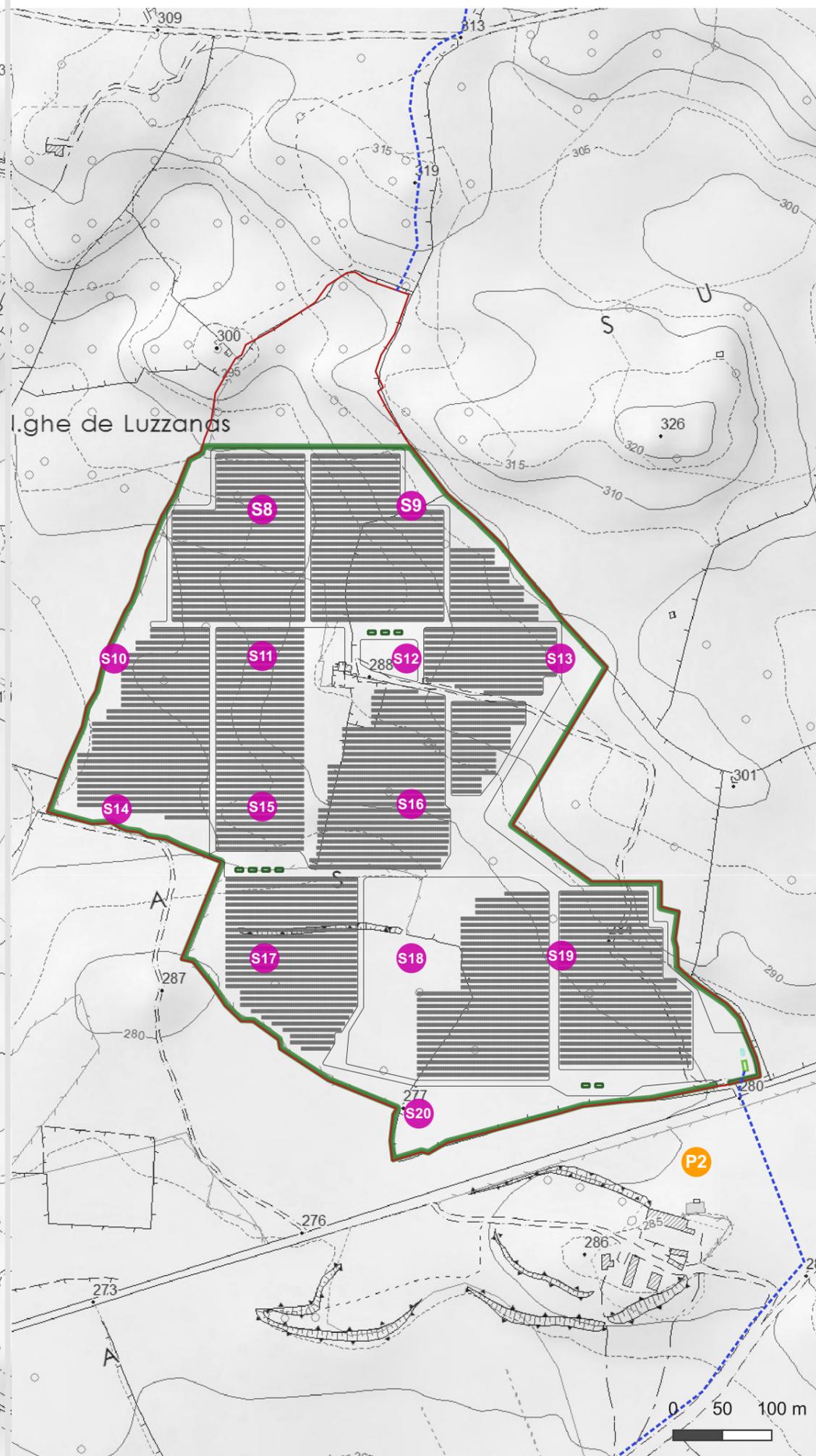
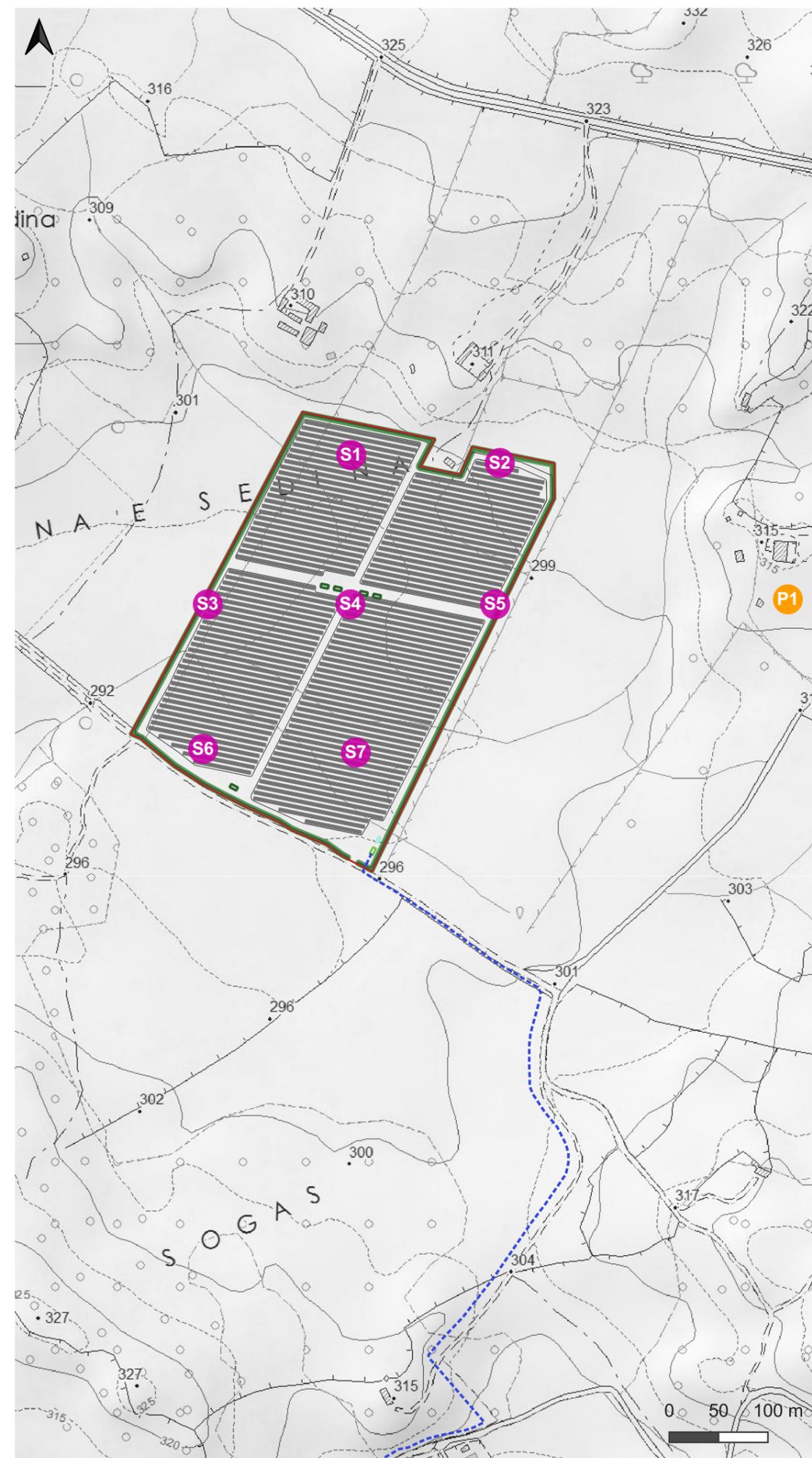
SCHELETRO TOPSOIL/SUBSOIL		
<i>Scheletro Top soil subsoil</i>	<input type="checkbox"/> <b>Z</b>	Assente
	<input type="checkbox"/> <b>1-5%</b>	Scarso
	<input type="checkbox"/> <b>6-15%</b>	Comune
	<input type="checkbox"/> <b>16-35%</b>	Abbondante
	<input type="checkbox"/> <b>36-60%</b>	Elevato
	<input type="checkbox"/> <b>&gt;60%</b>	Molto elevato

CARBONATI TOPSOIL/SUBSOIL		
<i>Carbonati Top soil subsoil</i>	<input type="checkbox"/> <b>Assenti</b>	Non calcareo
	<input type="checkbox"/> <b>tracce</b>	Debolmente calcareo
	<input type="checkbox"/> <b>3-10%</b>	Calcareo
	<input type="checkbox"/> <b>11-30%</b>	Fortemente calcareo
	<input type="checkbox"/> <b>&gt;30%</b>	Molto fortemente calcareo

---

**ALLEGATO 2**  
**Localizzazione dei punti di monitoraggio**

---



**FV Benetutti**

- Recinzione aree impianto FV
- Cavidotto interrato MT
- Cabine elettriche di trasformazione
- Cabine elettriche di parallelo
- Cabine di servizio e videosorveglianza
- Cabina Primaria di Bono (e stallo di consegna in cavo da realizzare)
- Stazione Utente Eman S.r.l.
- Cavo AT 150 kV di collegamento tra Stazione Utente e CP Bono
- Viabilità interna impianto
- Pannelli FV

**Punti di monitoraggio del piano di monitoraggio ambientale**

- Transetto di monitoraggio delle opere a verde di mitigazione
- Punto di monitoraggio per il suolo
- Punto di monitoraggio per il meteo-clima e/o qualità dell'aria e/o rumore
- Punto di monitoraggio per i campi elettromagnetici

		Punti di monitoraggio		
		P1-P2	S1-S20	E1
Suolo	AO		✓	
	CO		✓	
	PO esercizio		✓	
	PO dismissione		✓	
Meteo-clima	AO	✓		
	CO	✓		
	PO esercizio	✓		
Qualità dell'aria (PM <sub>10</sub> )	AO	✓		
	CO	✓		
	PO esercizio	✓		
Rumore	AO	✓		
	CO	✓		
	PO esercizio	✓		
Campi elettromagnetici	AO			✓
	CO			✓
	PO esercizio			✓