

Progettazione della Centrale Solare "Calanchi solari " da 19.987 kWp



Proponente: 
renewable energy

ConCom Solar Italia 02 S.r.l

Via Gerardo Dottori 85 CAP 06132 PERUGIA (PG)

Titolo: Studio di Impatto Ambientale Quadro Progettuale

Progettazione:


studio di architettura del paesaggio

 **AEDES GROUP**
ENGINEERING

 **MARE
RINNOVABILI**

N° Elaborato: 2

Cod: VR_01 - b

Tipo di progetto:

- ☐ RILIEVO
☐ PRELIMINARE
☒ DEFINITIVO
☐ ESECUTIVO

**Progetto dell'inserimento paesaggistico
e mitigazione**

Progettista:

Agr. Fabrizio Cembalo Sambiasi
Arch. Alessandro Visalli

Collaboratori:

Agr. Rosa Verde
Urb. Patrizia Ruggiero
Urb. Daniela Marrone

Progettazione elettrica e civile

Progettista:

Ing. Rolando Roberto
Ing. Marco Balzano

Collaboratori:

Ing. Simone Bonacini
Ing. Giselle Roberto

Consulenza geologia
Geol. Gaetano Ciccarelli

Consulenza archeologia
Archeol. Concetta Claudia Costa

Rev.	descrizione	data	formato	elaborato da	controllato da	approvato da
		Novembre 2021	A4	Alessandro Visalli	Rosa Verde	Fabrizio Cembalo Sambiasi

Sommario

2.1	Premesse.....	4
2.2	Contenuto del Quadro Progettuale.....	11
2.3	Localizzazione e descrizione generale	12
2.3.1	Analisi della viabilità	14
2.3.2	Lo stato dei suoli.....	15
2.4	Descrizione generale.....	18
2.4.1	Componente fotovoltaica	18
2.5	La regimazione delle acque	20
2.5.1	Regimazione superficiale.....	20
2.5.2	Impianto di irrigazione.....	22
2.6	Le opere elettromeccaniche	23
2.6.1	Generalità.....	23
2.6.2	Strutture di Sostegno ad inseguitore monoassiale.....	27
2.6.3	Moduli fotovoltaici	29
2.6.4	Sistema di conversione DC/AC (Inverter)	31
2.6.5	Sotto-cabine MT	34
2.6.6	Area di raccolta cabine MT.....	35
2.7	Il dispacciamento dell'energia prodotta.....	35
2.7.1	Elettrodotto	36
2.7.3	Descrizione del percorso e degli attraversamenti.....	37
2.7.4	Cavidotti interni	38
2.7.5	Sicurezza elettrica	40
2.7.6	Stazione di trasformazione AT/MT e di consegna finale.....	42
2.7.6.1	- Analisi del Preventivo di connessione	42
2.7.6.2	- Situazione della RTN.....	44
2.7.6.3	- Descrizione della soluzione di connessione.....	46
2.8	Politiche gestionali.....	60
2.8.1	Misure di sicurezza dei lavoratori	60
2.9	Alternative	61
2.9.1	Alternative tecnologiche	61
2.9.4	Alternative circa compensazioni e mitigazioni	62
2.10	Superfici e volumi di scavo	63
2.10.1	Quantità.....	63
2.10.2	Utilizzo in sito e come sottoprodotti	65
2.11	Altri materiali e risorse naturali impiegate	67
2.11.1	Stima materiali da utilizzare	67
2.13	Mitigazioni previste.....	69
2.13.1	Generalità.....	69
2.14	Descrizione degli effetti naturalistici	79
2.14.1	Generalità.....	79
2.14.2	Arbusti e corridoi ecologici	81
2.14.3	Prati.....	81
2.16	Misure di sicurezza e rischi in fase di manutenzione ed esercizio	85
2.16.1	Generalità.....	85
2.16.2	Fase di cantiere, il “Piano di Sicurezza e Coordinamento”.....	85
2.16.3	Fase di cantiere il “Piano Operativo per la Sicurezza”	89
2.16.4	Fase di esercizio: descrizione del “Fascicolo di manutenzione dell’opera”.....	90
2.16.5	Operazioni da effettuarsi prima dell’avvio dell’impianto fotovoltaico	91

2.16.6	Operazioni per la messa in funzione	91
2.16.7	Verifiche e manutenzioni in esercizio	92
2.16.8	Schede tecniche di intervento	93
2.16.9	Incidenti e procedure di emergenza	97
2.17	Campi elettromagnetici indotti da elettrodotti aerei, misure di sicurezza.....	101
2.17.1	Generalità.....	101
2.17.2	Norme e fasce di rispetto da elettrodotti	103
2.17.3	Impianto ed interferenze con le linee elettriche	107
2.17.4	Scelte progettuali e prescrizioni	107
2.18	Automazione operazioni	108
2.18.1	- Pulizia pannelli	108
2.18.2	Sfalcio prato	109
2.19	Descrizione del cantiere, rischi, mezzi ed attrezzature	110
2.19.1	Avvertenze e misure generali.....	110
2.19.2	Attrezzature di cantiere.....	111
2.19.3	Operazioni di cantiere	112
2.19.4	Fasi di sviluppo per sottocampi	116
2.20	Ripristino dello stato dei luoghi	120
2.20.1	Descrizione delle operazioni	120
2.20.2	Cronogramma delle opere di dismissione	121
2.20.3	Computo delle operazioni di dismissione	122
2.21	Stima dei rifiuti prodotti e materiali a recupero/riciclo	123
2.21.1	Rifiuti prodotti	123
2.21.2	Riciclo dei pannelli e degli altri materiali a fine vita	124
2.22	Manutenzione ordinaria degli impianti.....	127
2.22.1	Premessa	127
2.22.2	Lista delle operazioni di manutenzione.....	128
2.23	Investimento	132
2.23.1	Impianto elettrico ed opere connesse	132
2.23.2	Investimento mitigazioni e compensazioni	132
2.24	Bilanci energetici ed ambientali.....	133
2.24.1	Emissioni CO ₂ evitate e combustibili risparmiati	133
2.24.2	Territorio energy free.....	133
2.24.3	Vantaggi per il territorio e l'economia.....	134
2.25	Monitoraggi	135
2.25.1	Monitoraggi elettrici	135
2.25.2	Monitoraggio rumore ed elettromagnetismo.....	136
2.25.3	Monitoraggio ambiente naturale e biodiversità.....	137
2.26	Cronogramma generale.....	138
2.27	Indagini preliminari e Studio di Compatibilità Geomorfologica.....	139
2.28	Conclusioni del Quadro Progettuale	141
	Indice delle figure:.....	143

2 - Quadro Progettuale

2.1 Premesse

L'effetto fotovoltaico consiste nella conversione dell'energia solare in energia elettrica. Questo processo è reso possibile dalle proprietà fisiche di alcuni elementi definiti semiconduttori, come il silicio.

Nel 1839 il fisico francese Alexandre Edmund Becquerel (1820-1891) osservò che l'intensità della corrente tra due elettrodi di platino immersi in una soluzione conduttrice di nitrato di piombo (cella elettrolitica), a sua volta contenuta in un cilindro di vetro, aumentava se si esponeva la pila così composta alla luce del Sole. Studi successivi condotti intorno al 1876 da Smith, Adams e Day, portarono alla realizzazione della prima cella fotovoltaica costituita dalla giunzione del selenio (semiconduttore) con alcuni ossidi metallici. Nel 1954 negli USA studi presso i laboratori Bell portarono alla realizzazione delle prime celle fotovoltaiche commerciali in silicio monocristallino. In questo periodo la tecnologia fotovoltaica trovò applicazione in campo aerospaziale. Solo a partire dal 1970, con il manifestarsi delle crisi energetiche di portata mondiale, si iniziò a trasferire la tecnologia fotovoltaica anche nel settore delle costruzioni civili o degli impianti industriali.

L'elemento che sta alla base della tecnologia fotovoltaica è la cella che è costituita da un materiale semiconduttore, il silicio, di spessore estremamente ridotto (0.3 mm), che viene trattato mediante operazione di "drogaggio" che consiste nel trattare il silicio con atomi di fosforo e boro, al fine di ottenere correnti elettriche stabili all'interno della cella.

Per la realizzazione dei contatti elettrici metallici si procede nel seguente modo: allo strato di silicio vengono applicati mediante sistema serigrafico dei contatti elettrici metallici (in argento o alluminio) che sono costituiti da una superficie continua sul fronte posteriore ed una griglia sul lato anteriore della cella. La loro funzione è quella di captare il maggior flusso elettrico possibile e convogliarlo all'esterno. Quindi si realizza un rivestimento antiriflettente costituito dalla deposizione di uno strato sottile di ossido di titanio per minimizzare la componente di radiazione solare riflessa. Si procede infine alla testurizzazione: la superficie infatti non è piana, ma sagomata in minuscole piramidi al fine di aumentare la superficie utile per la captazione e favorire le riflessioni reciproche. Il parametro più importante della cella è il suo rendimento che rappresenta il rapporto tra la massima potenza $P_{max}[W_p]$ che si ottiene dalla cella e la potenza totale della radiazione

incidente sulla superficie frontale. Il livello del rendimento diminuisce all'aumentare della temperatura delle celle, poiché la temperatura ostacola il passaggio degli elettroni nel semiconduttore.

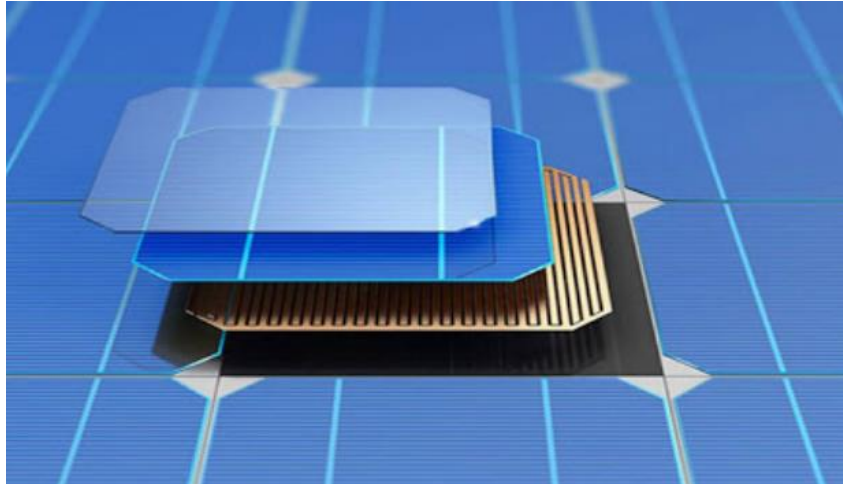


Figura 1- Cella fotovoltaica

Attualmente sul mercato le celle fotovoltaiche hanno diverse dimensioni a seconda della loro tipologia.

- *Celle a silicio monocristallino*: hanno un grado di maggior purezza del materiale e garantiscono le migliori prestazioni in termini di efficienza avendo il rendimento più alto (pari al 19%). Si presentano di colore blu scurissimo uniforme e hanno forma circolare o ottagonale, di dimensione dagli 8 ai 12 cm di diametro e 0.2 -0.3 mm di spessore.
- *Celle a silicio policristallino*: hanno una purezza minore condizione che comporta una minor efficienza ossia il loro rendimento si aggira intorno al 14%. Si presentano di un colore blu intenso cangiante dovuto alla loro struttura policristallina. Hanno forma quadrata o ottagonale e di spessore analogo al precedente tipo.
- *Silicio amorfo*: si tratta della deposizione di uno strato sottilissimo di silicio cristallino (1-2 micron) su superfici di altro materiale, ad esempio vetri o supporti plastici. In questo caso è improprio parlare di celle, in quanto possono essere ricoperte superfici anche consistenti in modo continuo. L'efficienza di questa tecnologia è sensibilmente più bassa, nell'ordine del 5-6.8% ed è soggetta a un decadimento consistente (-30%) delle proprie prestazioni nel primo mese di vita (effetto Stabler-Wronsky) che impone quindi un sovradimensionamento della superficie installata, in modo da consentire in fase di esercizio la produzione di energia elettrica preventivata in sede di progetto.

I moduli fotovoltaici sono costituiti da diversi strati sovrapposti:

1. lastra di vetro temprato di spessore variabile che ha una duplice funzione: di assicurare una buona trasmittanza termica ($> 90\%$) ed una resistenza meccanica, considerato il fatto che le celle fotovoltaiche sono molto fragili e si rompono facilmente;
2. primo foglio sigillante trasparente in EVA (acetato vinile etilenico) che ha la funzione di garantire la tenuta agli agenti esterni ed un buon isolamento dielettrico;
3. celle fotovoltaiche;
4. secondo foglio sigillante in EVA per l'isolamento posteriore;
5. Chiusura posteriore che può essere sia in vetro (si veda i moduli prodotti dalla Schuco International) con la funzione di favorire lo scambio termico e consentire una parziale trasparenza del modulo, o in Polivinilfluoruro (PVF) noto commercialmente come tedlar® che viene impiegato in fogli nell'assemblaggio dei moduli fotovoltaici per le sue particolari caratteristiche anti-umidità.

Il *sandwich* è posto in forno di laminazione in cui, tramite riscaldamento a circa 150° , si realizza la sigillatura dei componenti, l'EVA diviene trasparente e si eliminano dall'interno della stratificazione l'aria e il vapore contenuti tra gli interstizi in modo da evitare possibili processi di corrosione. Realizzato il laminato il modulo è completato da cornici di alluminio, anche se le recenti realizzazioni propendono per soluzioni prive di cornice, che sono più leggere e preferite in campo architettonico. Nella parte posteriore del modulo fotovoltaico è collegata la scatola di giunzione per i collegamenti elettrici necessari per l'installazione.

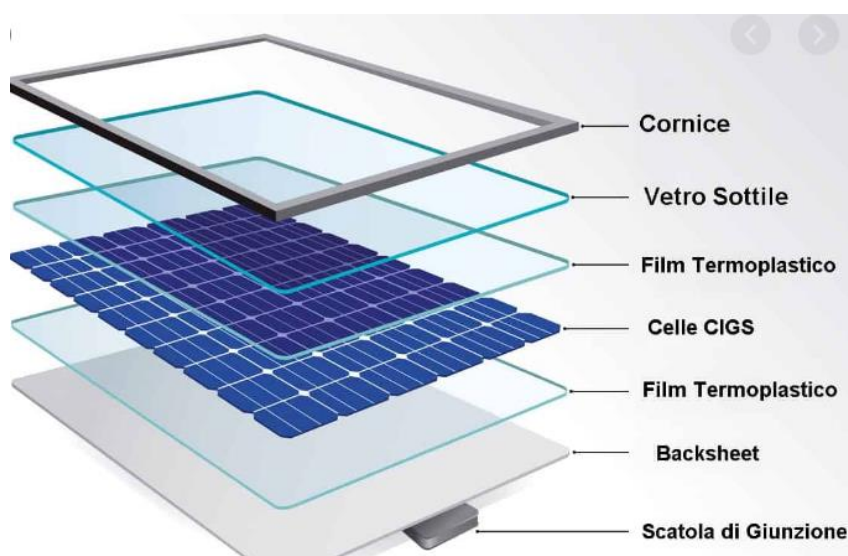


Figura 2 - Pannello fotovoltaico

Da ultimo bisogna considerare che le prestazioni di un generatore fotovoltaico dipendono dalle condizioni di insolazione locali quindi per la progettazione di un impianto fotovoltaico è necessario conoscere alcuni parametri che definiscono i percorsi che il Sole descrive nei diversi periodi dell'anno al fine di determinare la potenza di energia solare incidente su una superficie inclinata con un certo angolo, con un certo orientamento e in un determinato sito.

- Latitudine del sito Φ : è l'angolo formato dalla retta congiungente il sito con il centro della terra e dal piano equatoriale.
- Azimut solare α : è l'angolo formato dalla proiezione sul piano orizzontale della congiungente sole-terra nel sito di riferimento con il semiasse sud. $\alpha = 0$ quando le due rette coincidono; $\alpha > 0$ quando il sole è verso est; $\alpha < 0$ quando il sole è verso ovest.
- Altezza solare β : l'angolo di altezza solare o elevazione solare β è l'angolo formato dalla congiungente sole-terra nel sito di riferimento con il piano orizzontale. L'altezza solare a mezzogiorno al solstizio d'estate $\beta_{\max} = (90^\circ - \Phi) + 23,45^\circ$; l'altezza solare al solstizio d'inverno $\beta_{\min} = (90^\circ - \Phi) - 23,45^\circ$
- Azimut superficiale del piano γ : è l'angolo formato dalla proiezione sul piano orizzontale della normale alla superficie in oggetto con il semiasse sud.
- Inclinazione della superficie in oggetto Ψ : è l'angolo formato dalla superficie in oggetto con il piano orizzontale del luogo in cui ci si trova.

Glossario minimo:

- **Cella fotovoltaica:** elemento base del generatore fotovoltaico, è costituita da materiale semiconduttore opportunamente trattato mediante “drogaggio”, che converte la radiazione solare in elettricità.
- **Modulo fotovoltaico:** insieme di celle fotovoltaiche collegate tra loro in serie o in parallelo, così da ottenere valori di tensione e corrente adatti ai comuni impieghi. Nel modulo le celle sono protette dagli agenti atmosferici da un vetro sul lato frontale e da materiali isolanti e plastici sul lato posteriore.
- **Pannello fotovoltaico:** insieme di più moduli, collegati in serie o in parallelo, in una struttura rigida.
- **Cassetta di terminazione:** contenitore a tenuta stagna fissato sul retro di un modulo fotovoltaico contenente i morsetti dei cavi elettrici positivo e negativo.
- **Quadro di sezionamento:** Quadro elettrico contenente i moduli per il collegamento fisico

delle stringhe e delle linee di corrente alternata e continua e per la loro protezione con dispositivi di sicurezza idonei.

- **Stringa:** insieme di moduli o pannelli collegati elettricamente in serie fra loro per ottenere la tensione di lavoro del campo fotovoltaico.
- **Generatore fotovoltaico:** generatore elettrico costituito da uno o più moduli, pannelli, o stringhe fotovoltaiche.
- **Modulo bifacciale:** modulo fotovoltaico parzialmente trasparente che produce energia elettrica dall'irradiazione su entrambe le facce.
- **Trasparenza:** Caratteristica di un modulo FV che definisce la quantità di luce che esso lascia passare. Il fornitore dà la sua trasparenza con suo grado: se esso è uguale a 0%, il modulo è opaco. L'efficienza di un modulo semi-trasparente è sempre inferiore a quella di un modulo opaco con medesima tecnologia e superficie.
- **Potenza di picco:** è la potenza massima prodotta da un dispositivo fotovoltaico in condizioni standard di funzionamento (irraggiamento 1000 W/m^2 e temperatura 25°C).
- **Potenza nominale:** la potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) dell'impianto fotovoltaico è la potenza elettrica dell'impianto determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime, o di picco, o di targa) di ciascun modulo fotovoltaico facente parte del medesimo impianto, misurate alle condizioni standard (temperatura pari a 25°C e radiazione pari a 1.000 W/m^2).
- **Punto di connessione alla rete:** punto di confine tra la rete del distributore o del gestore e la rete o l'impianto del cliente.
- **Rete di Trasmissione Nazionale (RTN):** è l'insieme di linee di una rete usata per trasportare energia elettrica, generalmente in grande quantità, dai centri di produzione alle aree di distribuzione e consumo come individuata dal DM 25 giugno 1999 e dalle successive modifiche e integrazioni.
- **Corrente:** L'intensità di una quantità di carica che scorre attraverso un conduttore (per es. sotto forma di elettroni attraverso un filo di rame) viene chiamata corrente elettrica. L'unità di misura della corrente è l'ampere (abbr. A).
- **Corrente alternata (AC):** Corrente soggetta a continui cambi di polarità. Nella rete pubblica tedesca la corrente alternata ha una frequenza di 50 Hz (Hertz), ciò significa che essa assume 50 volte in un secondo valori positivi o negativi di una semionda (ideale) di forma sinusoidale. La corrente o la tensione alternata vengono prodotte da generatori rotanti o invertitori.
- **Corrente continua (DC):** Flusso di corrente privo di cambio di direzione, come quello generato per es. da batterie o pannelli fotovoltaici.

- **Corrente di corto circuito:** (Abbr. ICC) La corrente prodotta da una cella solare o da un pannello se entrambi i morsetti vengono collegati senza alcuna resistenza supplementare (corto circuito).
- **Grado di efficienza:** il grado di efficienza indica il rapporto fra due misure di potenza in un sistema (potenza in uscita ed in entrata). Il grado di efficienza è un valore temporaneo e dipende dalle condizioni di esercizio del sistema nel periodo di tempo considerato. Il grado di efficienza di una cella solare o di un pannello è definito dal rapporto fra la potenza elettrica prodotta e la potenza dell'irraggiamento. In ragione della dipendenza del grado di efficienza dalla superficie è necessario tenere conto di quale superficie viene considerata nel procedimento di calcolo, per es. la superficie complessiva del pannello o solo la superficie attiva delle celle all'interno di un pannello.
- **Inseguimento solare:** Con l'ausilio di un impianto ad inseguimento solare la superficie dei pannelli dell'impianto fotovoltaico viene ruotata nel corso della giornata e segue così la posizione del sole. Il bilancio energetico dell'impianto può essere in tal modo aumentato di circa il 30%.
- **Inverter:** Trasforma la corrente continua fornita dai pannelli in corrente alternata compatibile con la rete pubblica. Servendosi di una regolazione Maximum Power Point (MPP) l'inverter preleva la potenza dal generatore fotovoltaico al Maximum Power Point della linea caratteristica IU.
- **Radiazione solare:** energia elettromagnetica che viene emessa dal sole in seguito ai processi di fusione nucleare che in esso avvengono. La radiazione solare (o energia) al suolo viene misurata in kWh/m^2 .
- **Irraggiamento diffuso:** L'irraggiamento solare presente sulla superficie terrestre si divide in irraggiamento diretto ed irraggiamento diffuso. L'irraggiamento diffuso è l'irraggiamento che non giunge al punto di osservazione seguendo un percorso geometricamente diretto dal sole ma che per es. viene riflesso o scomposto da particelle presenti nell'atmosfera.
- **Irraggiamento diretto:** Irraggiamento solare che raggiunge la superficie terrestre in modo diretto. L'irraggiamento diretto si somma all'irraggiamento diffuso.
- **Irraggiamento globale:** Somma dell'irraggiamento diretto e di quello diffuso sul piano orizzontale. L'atmosfera terrestre riduce la potenza dell'irraggiamento solare extraterrestre (costante solare) a causa di assorbimento, riflessione e scomposizione, e quindi la radiazione sulla superficie terrestre alle nostre latitudini viene ridotta a ca. 1.000 W/m^2 (estate, cielo sereno, a mezzogiorno). La disponibilità di energia solare varia a seconda delle condizioni meteorologiche e delle leggi astronomiche (che determinano fra l'altro il corso delle stagioni). La somma media annuale dell'irraggiamento globale su di una superficie orizzontale per es.

nella regione di Hannover è pari a circa 1.000 kWh/(mq*a). Ciò corrisponde al contenuto energetico di circa 100 litri di gasolio o 100 metri cubi di metano.

- **Angolo azimutale:** L'angolo azimutale indica il grado di scostamento delle superfici dei pannelli termici o del pannello fotovoltaico dall'esatto orientamento verso sud.
- **Angolo di inclinazione:** Angolo fra il piano inclinato di ricezione e il piano orizzontale. A seconda del grado di latitudine del luogo di montaggio di un impianto solare vi sono differenti angoli di inclinazione ottimali.
- **Angolo di elevazione:** distanza angolare del sole rispetto al piano dell'orizzonte.
- **Angolo d'incidenza:** angolo fra un raggio incidente su una superficie e la sua normale (direzione perpendicolare alla superficie).
- **Assorbimento (Grado di):** Indica la quota di irraggiamento su una determinata superficie che viene trasformata in calore.
- **Balance of system (BOS)** – L'insieme delle apparecchiature elettriche altre che i moduli FV: cavi, interruttori, inverter, sistemi di controllo e di misura, batterie e strutture di fissaggio dei pannelli.
- **Energy Payback Time (EPBT)** – Tempo di ritorno energetico – Si tratta del tempo, misurato in anni, necessario ad un sistema fotovoltaico completo (moduli+cavi+apparecchi elettronici) per produrre l'energia spesa per la sua produzione.
- **Energy Return Factor (ERF)** – Fattore di ritorno energetico – Rapporto tra l'energia prodotta da un impianto fotovoltaico durante la sua vita e l'energia utilizzata per la sua produzione.
- **Mismatching:** fenomeno che provoca un rendimento medio dell'impianto fotovoltaico inferiore a quello medio dei singoli pannelli per il fatto che in una catena di pannelli collegati in serie, la produzione di ogni pannello si adegua a quella del pannello più debole.
- **Ombreggiamento:** ostacolo all'irraggiamento diretto che proietta un'ombra sulla totalità o su una parte di cella, modulo, stringa o impianto FV.
- **Performance Ratio (PR):** rapporto tra l'indice di produzione Y_f e l'indice di riferimento Y_r (l'energia teoricamente disponibile per kWp installato, [kWh/kWp]), sullo stesso periodo. Si misura in [%].
- **TEP (Tonnellata equivalente di petrolio):** unità di misura dell'energia adottata per misurare grandi quantità, ad esempio nei bilanci energetici e nelle valutazioni statistiche. Equivale all'energia sviluppata dalla combustione di una tonnellata di petrolio. Essendo il potere calorifico del petrolio grezzo pari a 41.860 kJ/kg, una tep equivale a 41.860·103 kJ.

2.2 *Contenuto del Quadro Progettuale*

Il Quadro Progettuale si suddivide in un inquadramento generale dell'areale di riferimento in cui si inserisce la superficie oggetto di studio e in una valutazione degli impatti ambientali presumibilmente susseguenti alla realizzazione dell'opera.

Esso è stato compilato ai sensi dall'art. 27 bis del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. (D. Lgs. 104/2017) e recepito nella DGR Basilicata n.132 del 27/02/2018.

Contiene, più in dettaglio:

- una descrizione del progetto con informazioni relative alle sue caratteristiche, alla sua localizzazione ed alle sue dimensioni;
- una descrizione delle misure previste per evitare, ridurre e possibilmente compensare gli impatti negativi rilevanti;
- una descrizione delle misure previste per il monitoraggio.
- una descrizione delle caratteristiche fisiche dell'insieme del progetto, compresi, ove pertinenti, i lavori di demolizione necessari, nonché delle esigenze di utilizzo del suolo durante le fasi di costruzione e di funzionamento;
- una descrizione delle principali caratteristiche della fase di funzionamento del progetto e, in particolare dell'eventuale processo produttivo, con l'indicazione, a titolo esemplificativo e non esaustivo, del fabbisogno e del consumo di energia, della natura e delle quantità dei materiali e delle risorse naturali impiegate (quali acqua, territorio, suolo e biodiversità);
- la descrizione della tecnica prescelta, con riferimento alle migliori tecniche disponibili a costi non eccessivi, e delle altre tecniche previste per prevenire le emissioni degli impianti e per ridurre l'utilizzo delle risorse naturali, confrontando le tecniche prescelte con le migliori tecniche disponibili.
- Una descrizione delle principali alternative ragionevoli del progetto (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, quelle relative alla concezione del progetto, alla tecnologia, all'ubicazione, alle dimensioni e alla portata) prese in esame dal proponente.

2.3 Localizzazione e descrizione generale

L'impianto è proposto nel comune di Craco, in Basilicata in Provincia di Matera. Si tratta di un territorio a forte vocazione agricola, ma decisamente marginale con scarsissime precipitazioni e notevole grado di isolamento.

Complessivamente **solo il 34% del terreno sarà interessato dalla proiezione zenitale dei pannelli** fotovoltaici (tipicamente a metà giornata). L'intera superficie sarà protetta da prato permanente.

L'impianto erogherà una potenza di picco di 19.987 kW.

La produzione complessiva annua è stimabile in:

- 27.651 GWh elettrici,

L'impianto è localizzato alle coordinate:

- 40°20'09.52" N,
- 16°27'34.71" E

Identificazione catastale area di impianto:

Proprietario	Quota %	Comune	Foglio	Particella	Porzioni	Qualità
Andrea Rigirone	100%	Craco	38	92	AA	Seminativo
					AB	Pascolo Arb.
Andrea Rigirone	100%	Craco	38	93	AA	Seminativo
					AB	Seminativo Arb
Andrea Rigirone	100%	Craco	38	94	AA	Seminativo
					AB	Seminativo Arb
Andrea Rigirone	100%	Craco	38	95	AA	Seminativo
					AB	Seminativo Arb
Andrea Rigirone	100%	Craco	41	155	AA	Seminativo Arb.
					AB	Pascolo
					AC	Pascolo Arb

SE Smistamento Terna:

L'area individuata è identificata al N.C.T. di **Craco (MT)** nel foglio di mappa 33 particelle **212, 164, 407, 408** come rappresentato nella tavola allegata.

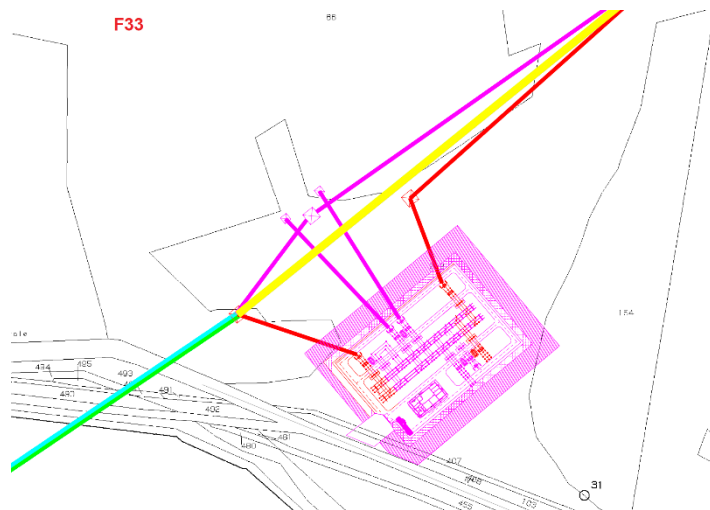


Figura 3 - Stazione Terna

Inquadramento su CTR
 Scala 1 : 5.000
 (Fonte: RSDI Regione Basilicata)

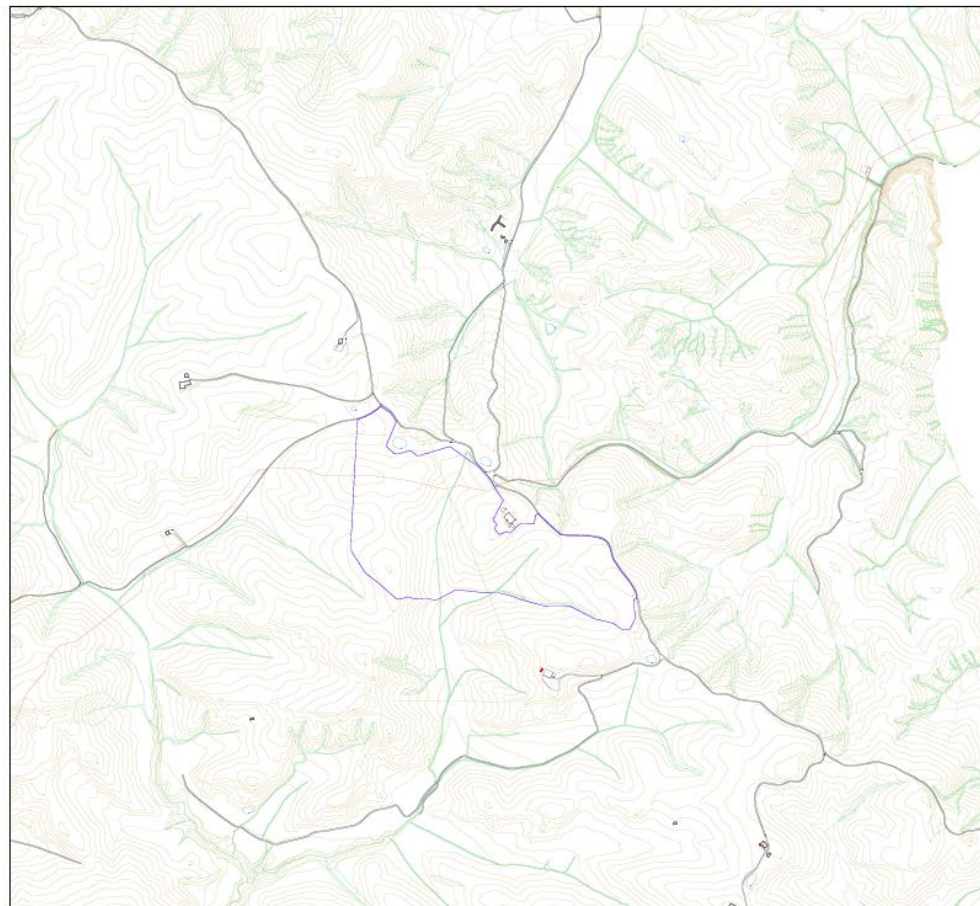


Figura 4 - Inquadramento territoriale

Come si vede dall'immagine seguente l'impianto si dispone con andamento Est-Ovest.

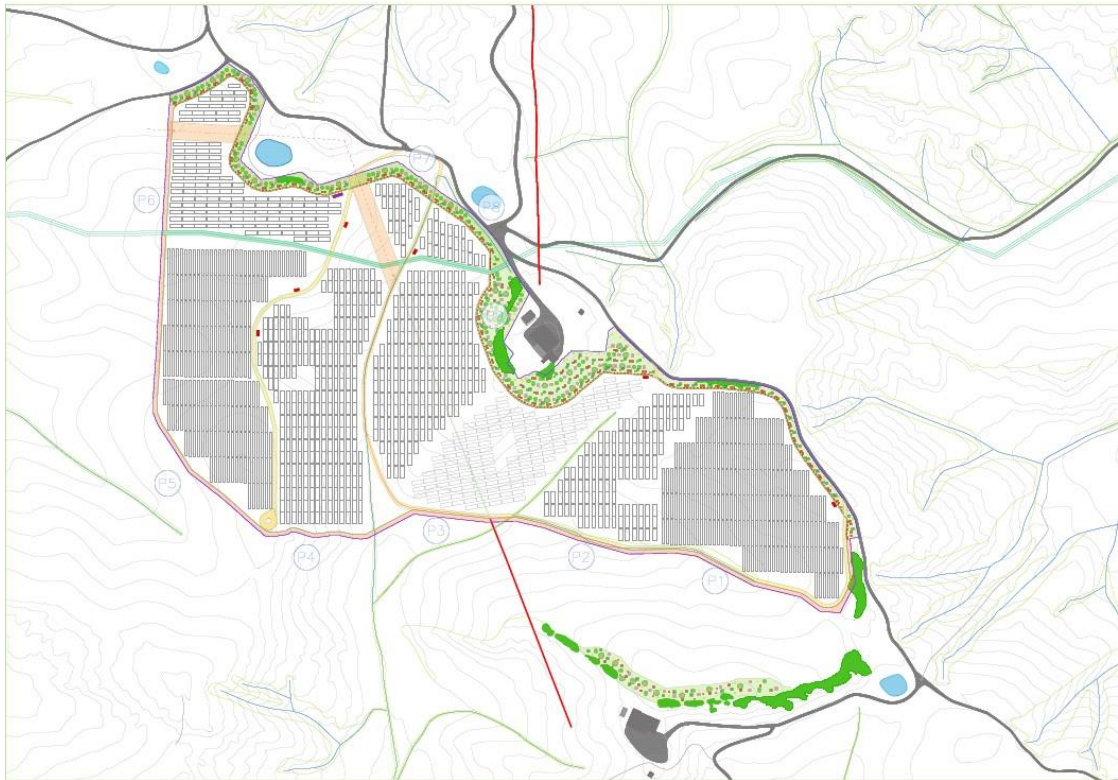


Figura 5 - Lay out su catastale,

2.3.1 Analisi della viabilità

La viabilità di accesso si avrà dalla SS 103, presso la località “Craco Peschiera”, che può essere raggiunta dalla SP 4, la SS 176 o la SS598.

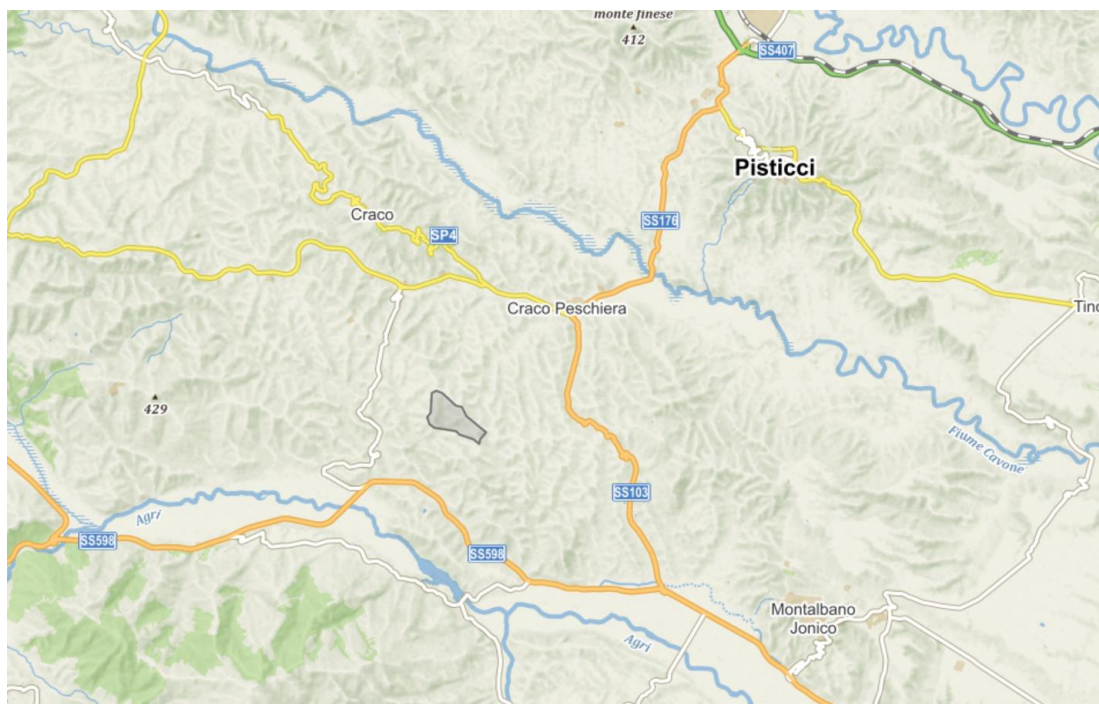


Figura 6- Viabilità accesso dalla scala vasta

Più in dettaglio, raggiunta la località Craco-Peschiera al sito si accede da una strada interpoderale che corre su terreni agricoli. La medesima strada sarà utilizzata per l'elettrodotto.

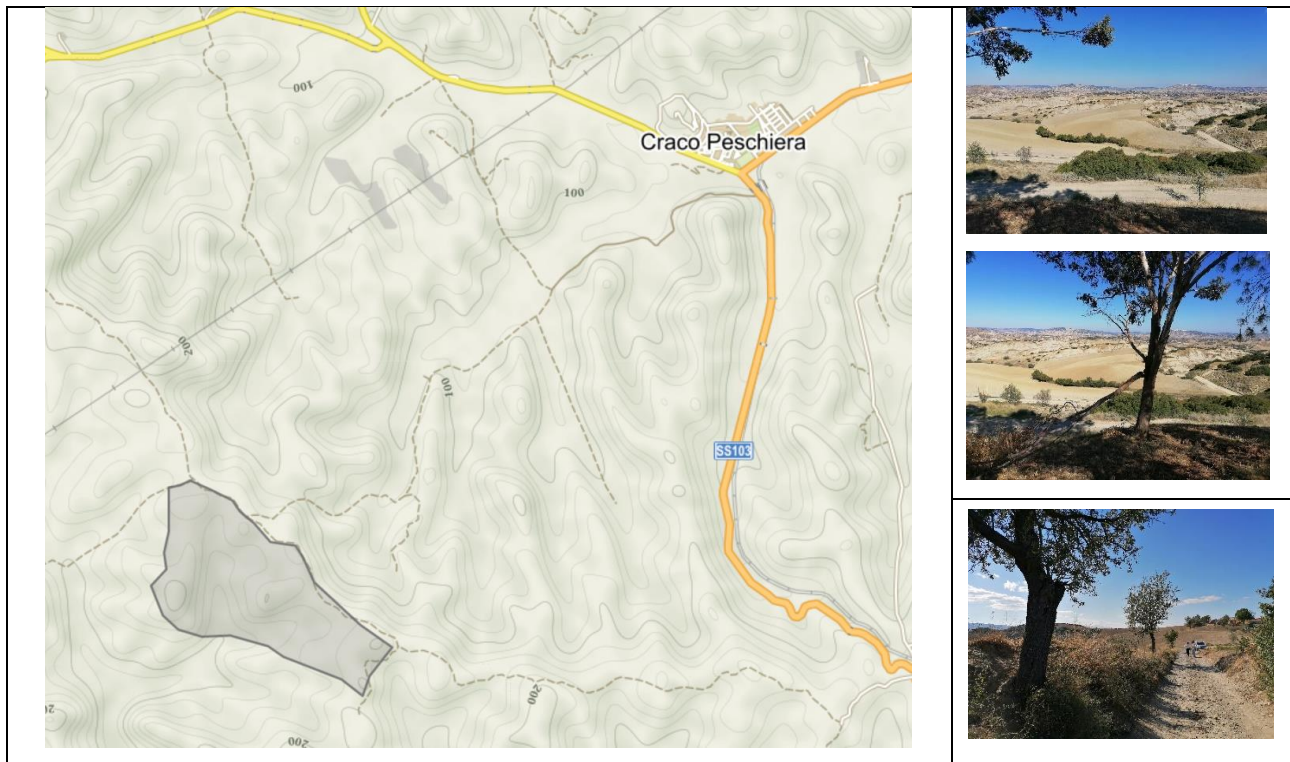


Figura 7 - Viabilità di accesso al lotto

2.3.2 Lo stato dei suoli

I suoli sono attualmente ad uso agricolo e in buono stato generale. Nel *Quadro Ambientale* è presente una caratterizzazione di maggiore dettaglio. Gli appezzamenti confinanti sono coltivati a

Il terreno non è servito da servizi idrici, al centro del lotto è presente una masseria di proprietà che non sarà coinvolta dal progetto e sul bordo della quale saranno realizzati delle alberature.



Figura 8- Veduta 1: spianata centrale e masseria



Figura 9- Veduta 2: campo lungo verso Nord



Figura 10 - Veduta 3: campo lungo verso Est



Figura 11 – Veduta 4: interno campo



Figura 12- Veduta 5: interno campo

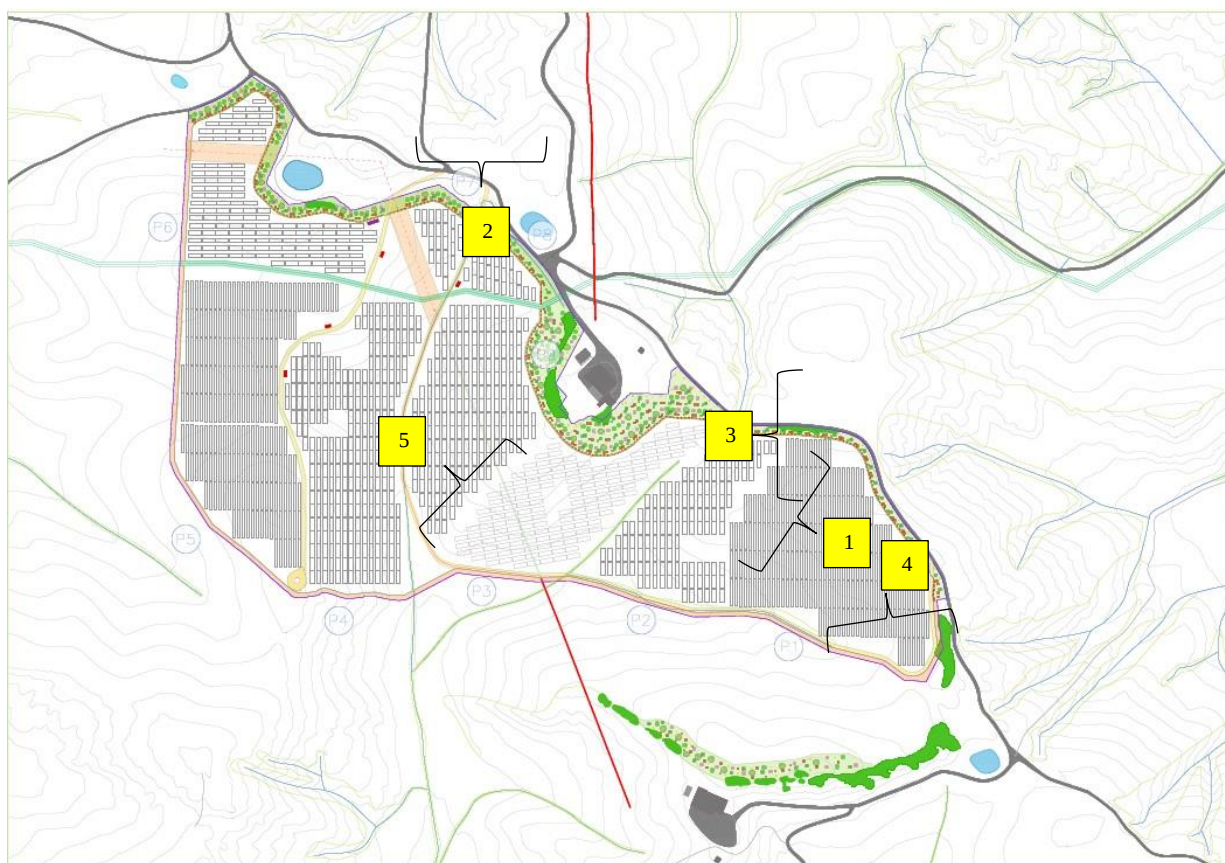


Figura 13- identificazione punti di veduta 1-5

2.4 Descrizione generale

2.4.1 Componente fotovoltaica

La disposizione dei pannelli è stata attuata secondo i criteri resi noti dalla autorità delle Regione Basilicata avendo cura che l'impegno di suolo rientri in parametri di sostenibilità.

Più precisamente:

		Mq	Percentuale di utilizzo del terreno
A	Superficie complessiva lotto	262.494	100 %
B	Superficie impegnata totale lorda (entro la recinzione)	227.212	87 % (di A)
	- di cui superficie netta radiante impegnata	89.266	34 % (di A)
C	Superficie mitigazione	28.137	11 % (di A)
E	Superficie naturalistica	1.668	1 % (di A)
F	Superficie viabilità interna	6.668	3% (di A)

Figura 14 - Tabella aree impegnate dall'impianto

Si tratta di una centrale a terra, collegata alla rete presso il preesistente impianto e posta in un'area agricola di 26 ha (pari al 0,3 % della superficie comunale di 7.700 ha).

Nella tabella sopra indicata sono riportati i dati di sintesi dell'uso del suolo: l'87% del suolo è incluso entro la recinzione dell'impianto; le aree esterne sono adibite alla mitigazione (11 %).

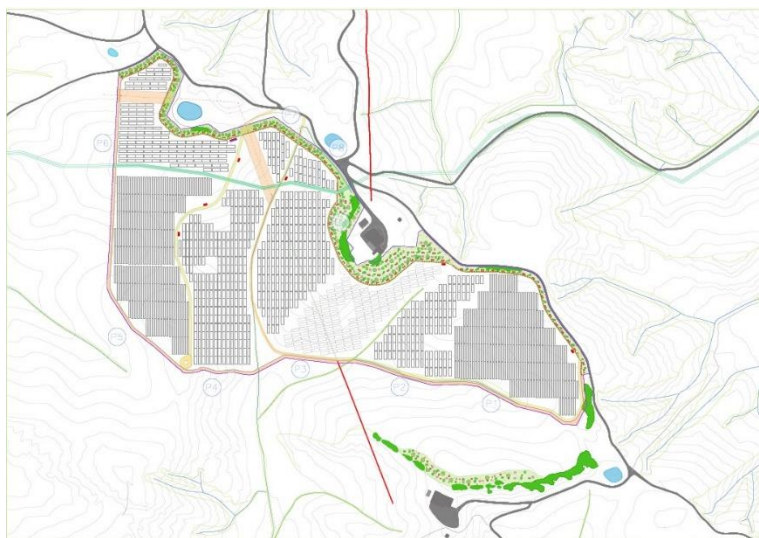


Figura 15- Veduta impianto

L'impianto erogherà una potenza di picco di 19.987 kW e sarà costituito da 32.765 moduli in silicio cristallino. Saranno installati 2 inverter di stringa di potenza 320 kW e 73 inverter di stringa di potenza nominale 225 kW. L'impianto sarà esercito in parallelo alla rete elettrica nazionale di TERNA, il collegamento sarà da effettuarsi in antenna in alta tensione (AT) a 150 kV con una potenza massima in immissione pari a 17.065 kW. L'intera produzione sarà immessa in rete e venduta secondo le modalità previste dal mercato libero dell'energia.

I moduli del generatore erogheranno corrente continua (DC) che, prima di essere immessa in rete, sarà trasformata in corrente alternata (AC) da gruppi di conversione DC/AC (inverter) ed infine elevata dalla bassa tensione (BT) alla media tensione (MT 30 kV) della rete di raccolta interna per il convogliamento alla stazione di trasformazione AT/MT (150/30 kV) per l'elevazione al livello di tensione della connessione alla rete nazionale.

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la centrale venga collegata in antenna a 150 kV con una nuova stazione (SE) di smistamento della RTN a 150 kV da inserire in entra-esce alle linee a 150 kV della RTN "Rotonda-SE Pisticci" e "CP Pisticci-SE Tursi", previa realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 150 kV tra la suddetta SE e la SE RTN di trasformazione 380/150 kV "Garaguso". La realizzazione della stazione di consegna (SSE Utente) è prevista nel comune di Craco (MT), come da indicazioni condivise con l'ufficio tecnico di Terna SpA.

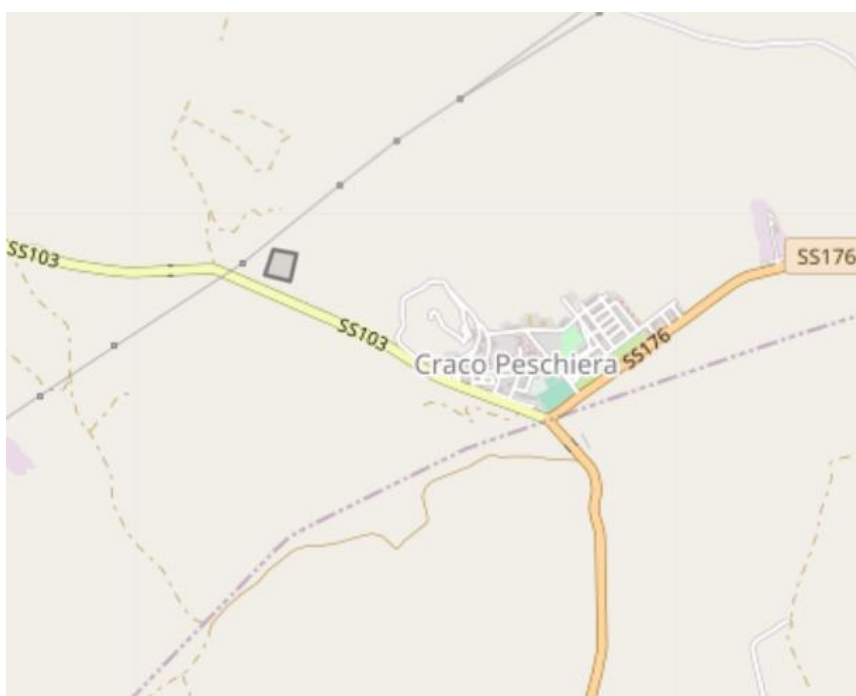


Figura 16- Ubicazione della nuova SE

2.5 *La regimazione delle acque*

2.5.1 – Regimazione superficiale

Il progetto prevede interventi di razionalizzazione del deflusso delle acque, senza alterare in alcun modo i normali scorrimenti, e solo qualora necessari a migliorare il naturale deflusso verso il corso d'acqua ai margini dell'intervento e l'uso per agricoltura del terreno. Tutte le linee di impluvio naturali sono state rispettate e utilizzate per creare il corretto drenaggio superficiale del suolo.

Sul terreno non sono presenti evidenti segni dello scorrere delle acque, ma solo punti di flesso del terreno lungo i quali si incanalano in occasione degli eventi metereologici. Sono presenti alcuni piccoli laghetti naturali.



Figura 17 - Particolare area con laghetto

Nella realizzazione dell'impianto nessun movimento di terra, volto a modificare o rettificare queste linee di impluvio o spartiacque naturali, sarà compiuto. La pendenza generale è stata valutata

pienamente compatibile con la tecnologia di installazione resa nota dal fornitore dei tracker e degli impianti fissi. Qualche lieve gobbosità, sia essa concava o convessa sarà riassorbita o con utilizzo di tracker da 25, anziché 50 moduli, o con la profondità di infissione dei pali. Nelle aree di maggiore pendenza sarà installato un impianto a moduli fissi.

Si procederà nel seguente modo:

- Lungo la direzione delle stringhe più problematiche sarà realizzata una battuta topografica per ottenere un profilo esecutivo dell'andamento del terreno;
- Di intesa con il fornitore dei pali battuti e con la squadra geologica sarà individuato il materiale (per profilo e lunghezza) idoneo al caso e definita la profondità differenziale di infissione per ottenere una trave orizzontale, sulla quale installare il tracker perfettamente a bolla;
- L'infissione procederà alle profondità previste e sarà verificata la bolla con la trave prima della prosecuzione del montaggio.

La linea di impluvio o spartiacque correrà in alcuni casi sotto le stringhe, avendo cura in sede di progettazione esecutiva a che il palo di infissione non capiti nell'arco di un metro da queste. Quando possibile sarà lasciata tra le file di pannelli. Le aree di compluvio saranno opportunamente drenate e, se possibile e necessario, lasciate libere dai pannelli in sede di progettazione esecutiva.

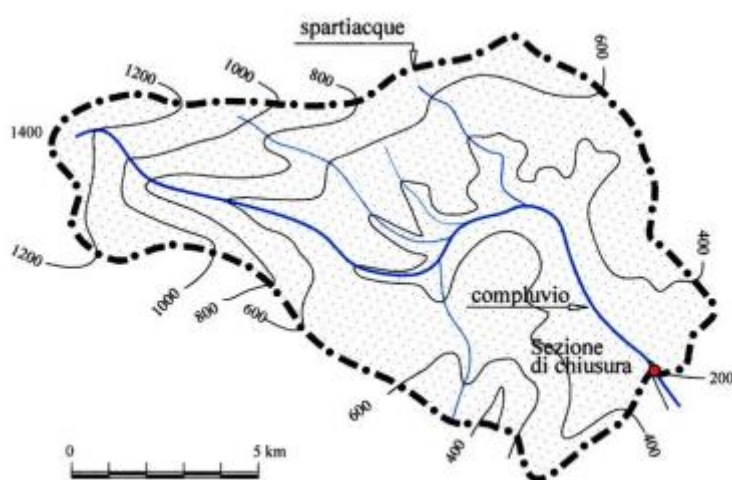


Figura 18 - Mappa bacino topografico

Per facilitare lo scorrimento delle acque saranno eventualmente, nelle zone di confluenza di flussi valutati significativi, realizzati interventi leggeri di sistemazione con pietrame e sottofondi, realizzando piccoli letti di scorrimento o aree di drenaggio.

2.5.2 – Impianto di irrigazione

Nei primi due anni la mitigazione richiede una costante e mirata fornitura di acqua e di fertilizzante.

L'impianto prevede le condotte principali di adduzione interrate ad una profondità compatibile con la canalizzazione elettrica (a profondità inferiore) e ali gocciolanti autocompensanti lungo le file dell'impianto per la distribuzione lungo le file. Le ali gocciolanti avranno una portata di 2 litri/h ed un interspazio di 50-60 cm.

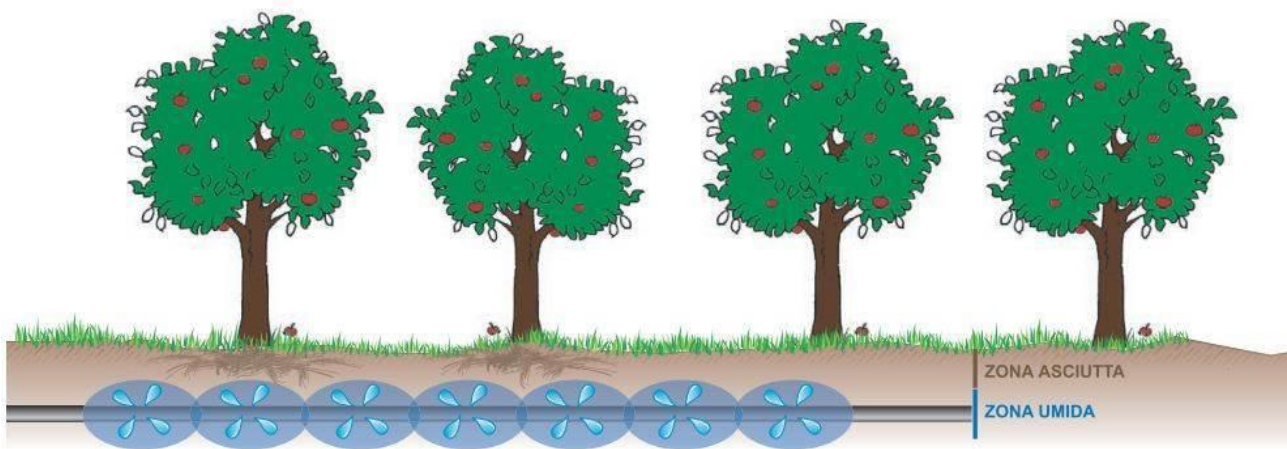


Figura 19- Schema subirrigazione

2.6 Le opere elettromeccaniche

2.6.1 Generalità

La centrale fotovoltaica “Calanchi solari” sviluppa una potenza nominale complessiva di 19.987 kWp. Ed è costituita da 32.765 moduli in silicio cristallino da 610 Wp. Saranno installati 2 inverter di stringa di potenza 320 kW e 73 inverter di stringa di potenza nominale 225 kW. L’impianto sarà esercito in parallelo alla rete elettrica nazionale di TERNA, il collegamento sarà da effettuarsi in antenna in alta tensione (AT) a 150 kV con una potenza massima in immissione pari a 17.065 kW. L’intera produzione sarà immessa in rete e venduta secondo le modalità previste dal mercato libero dell’energia.

Due sottosezioni dell’impianto saranno installate con sistemi a tracker, e le altre con modalità fisse.



Figura 20 - Inseguitore di tipo monassiale

Le strutture fisse hanno una disposizione “double portraits” (2p), gli inseguitori sono invece di tipo “mono portraits” (1p); entrambe montano pannelli fotovoltaici da 610 Wp e dimensioni 2.411 x 1.134 x 40 mm.

Le strutture fisse hanno pitch, inclinazione e azimut variabili, per adattarsi al meglio all’orografia del terreno, proiezione a terra di 4,59 m (inclinazione di 20°) o di 4,80 m (inclinazione di 10°), perciò le stringhe saranno poste a distanze variabili in proiezione zenitale.

I moduli del generatore erogheranno corrente continua (DC) che, prima di essere immessa in rete, sarà trasformata in corrente alternata (AC) da gruppi di conversione DC/AC (inverter) ed infine elevata dalla bassa tensione (BT) alla media tensione (MT 30 kV) della rete di raccolta interna per il

convogliamento alla stazione di trasformazione AT/MT (150/30 kV) per l'elevazione al livello di tensione della connessione alla rete nazionale.

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la centrale venga collegata in antenna a 150 kV con una nuova stazione (SE) di smistamento della RTN a 150 kV da inserire in entra-esce alle linee a 150 kV della RTN “Rotonda-SE Pisticci” e “CP Pisticci-SE Tursi”, previa realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 150 kV tra la suddetta SE e la SE RTN di trasformazione 380/150 kV “Garaguso”.



Figura 21 - Nuova SE Terna

La realizzazione della stazione di consegna (SSE Utente) è prevista nel comune di Craco (MT), come da indicazioni condivise con l'ufficio tecnico di Terna SpA.



Figura 22 - Area di impianto, elettrodotto e nuova SE Terna

Piastra	Tipologia struttura	Azimet	Tilt	n. strutture	n. moduli	Potenza DC (kWp)
1	TR_1p (25X610)	-	" +/-55°	205	5.125	3.126,25
2a	Fisso (24x610)	90°	10°	129	3.096	1.888,56
2b	Fisso (24x610)	"-10°	20°	149	3.576	2.181,36
3	Fisso (24x610)	90°	10°	197	4.728	2.884,08
4	Fisso (24x610)	0	20°	137	3.288	2.005,68
5	TR_1p (25X610)	-	" +/-55°	208	5.200	3.172,00
6a	Fisso (24x610)	"-90°	10°	275	6.600	4.026,00
6b	Fisso (24x610)	"-90°	10°	24	576	351,36
6c	Fisso (24x610)	90°	10°	24	576	351,36
TOTALE				1.348	32.765	19.987

Figura 23 - Suddivisione delle piastre dell'impianto

Piastra	Cabine	Cabina Raccolta	Potenza Cabina (MW)	n. Inverter	n. moduli
1	C1_4 MW	R1	4	12	5.125
2a	C2_6 MW		6	7	3.096
2b				8	3.576
3	C3_4 MW		4	11	4.728
4	C4_2,5 MW		2,5	8	3.288
5	C5_4 MW		4	12	5.200
6a	C6_6 MW		6	15	6.600
6b				1	576
6c				1	576
				TOTALE	75

Figura 24_ Suddivisione delle piastre e delle cabine

Il campo adopera un sistema di inseguitori monoassiali e di impianti fissi che portano il numero di ore equivalenti in un anno, ad un risultato pari a **1.385**.



Figura 25- schema inseguitori

Da questo dato è possibile stimare l'energia media prodotta ed immessa in rete dall'impianto:

$$\text{Energia} = 17.130 * 1.385 = 27.651.384 \text{ kWh/anno}$$

All'interno del campo saranno posizionate n° 6 Cabine di sottocampo per la conversione dell'energia da corrente continua a corrente alternata e per la trasformazione dell'energia da bassa a media tensione.

L'impianto è stato disposto con molta attenzione sul territorio in funzione di una analisi fotogrammetrica di dettaglio meglio descritta nella Relazione Tecnica.

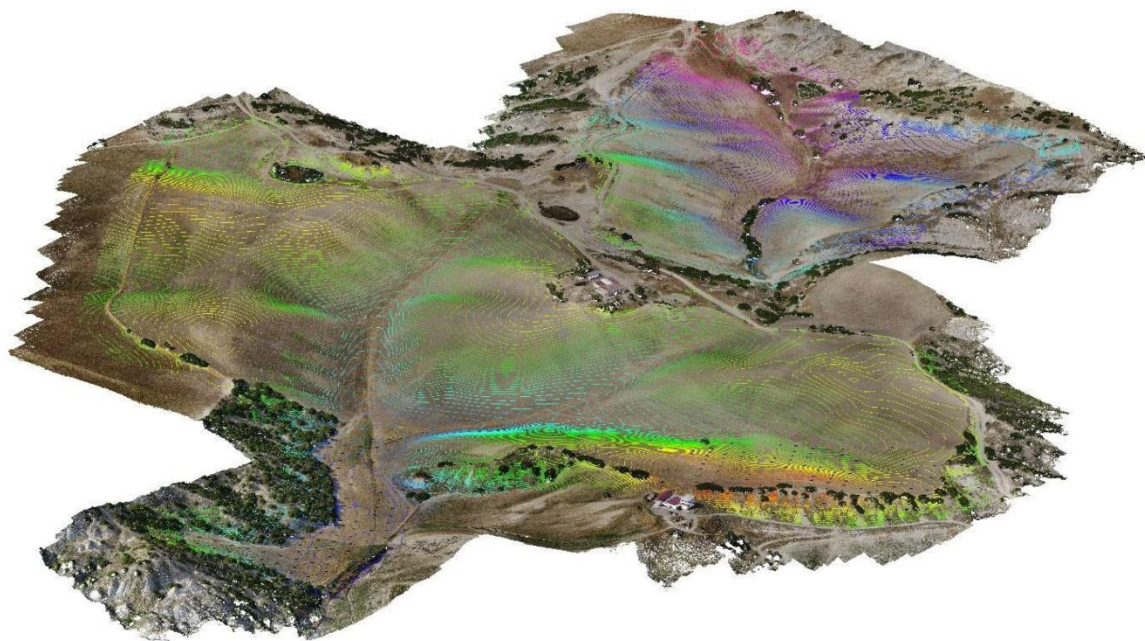


Figura 26 - Analisi fotogrammetrica

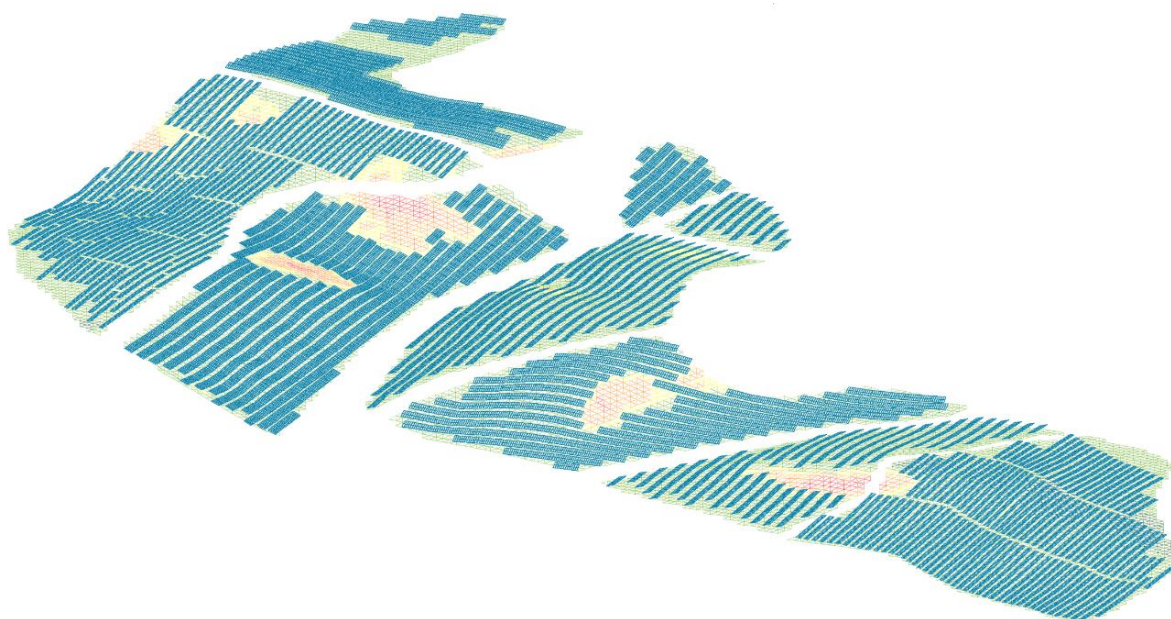


Figura 27 – simulazione orografica dell'impianto

In relazione alla morfologia del territorio si ritiene di dover suddividere l'impianto in n. 9 piastre come definito in Figura.

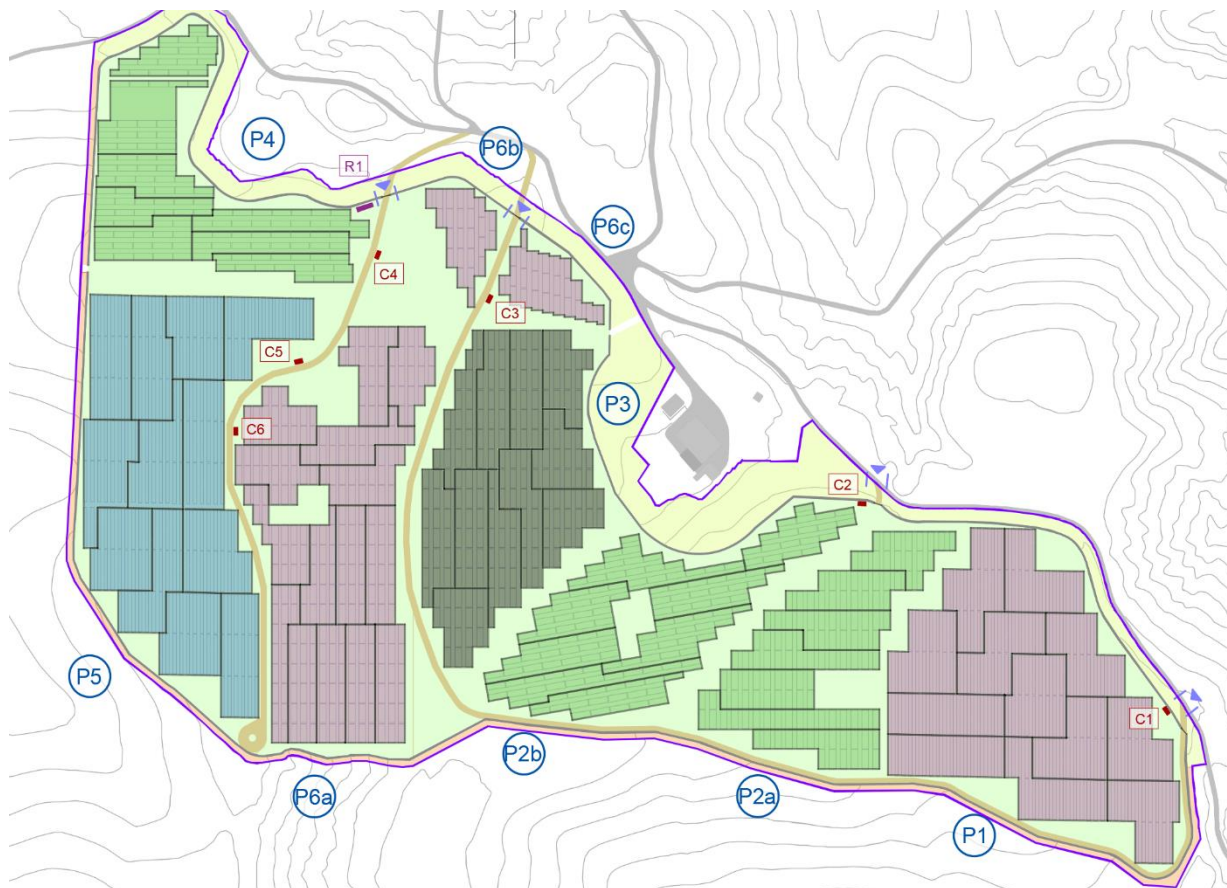


Figura 28 - Piastre di sottocampo

Tutti i quadri di stringa saranno connessi agli inverter attraverso un sistema di comunicazione dati per il costante monitoraggio dell'impianto. Gli inverter saranno dotati di una scheda di comunicazione con uscita GSM/GPRS per il monitoraggio remoto dell'impianto.

Di seguito sono esposti i motivi che hanno determinato le scelte progettuali dei principali componenti dell'impianto:

- Struttura di Sostegni ad inseguitore monoassiale
- Moduli fotovoltaici
- Sistema di conversione DC/AC (Inverter)
- Trasformatore Mt/Bt
- Quadri di Media tensione.

2.6.2 Strutture di Sostegno ad inseguitore monoassiale

I moduli fotovoltaici saranno assemblati in blocchi motorizzati. È stato scelto un sistema di inseguitore monoassiale che consente, attraverso apposito software, di orientare i moduli in direzione est-ovest secondo un'inclinazione che varia nelle 8.760 ore dell'anno.

Il sistema di fissaggio scelto è con pali di fondazione metallici direttamente infissi nel terreno (senza blocchi di fondazione). Questo sistema consente un completo ripristino del terreno nelle condizioni originarie quando i moduli verranno rimossi.

La struttura sarà posta ad altezza media di 1 metro per ridurre l'ombreggiamento tra i moduli ed i pannelli.



Figura 29- Tracker monoassiali (esempio)

Tutta l'elettronica di comando è a bordo macchina, posta in appositi quadri stagni. L'assieme è quindi contenuto negli ingombri e non richiede il posizionamento in quadro di ulteriori quadri, apparecchiature o cabinati di controllo. Lo stesso attuatore lineare atto alla traslazione del piano dei moduli è sostanzialmente integrato negli elementi della struttura di supporto. Si avranno indicativamente una potenza installata di circa 250 W per singolo attuatore lineare. Ogni inseguitore di lunghezza di circa 25 m avrà indicativamente n°2 attuatori, con un fattore di contemporaneità di esercizio pari a 0,5.

Le aree con pendenza superiore al 12% saranno interessate da strutture fisse.

Anche in tale caso le strutture di sostegno saranno realizzate tramite profili infissi nel terreno secondo il seguente schema.

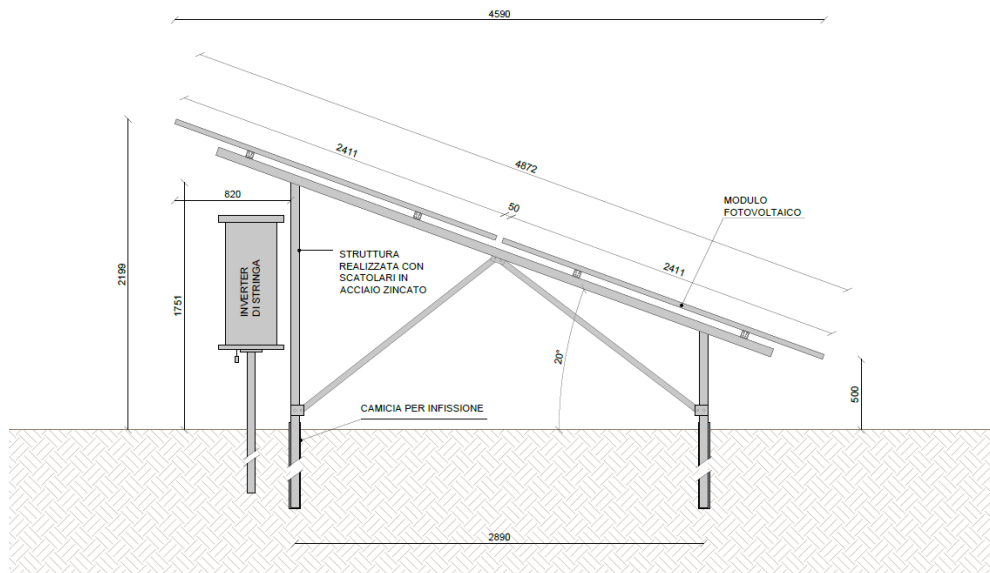


Figura 30 - Struttura fissa

2.6.3 Moduli fotovoltaici

I moduli utilizzati nella progettazione saranno in silicio e saranno costituiti da celle collegate in serie tra un vetro temperato ed alta trasmittanza e due strati di materiali polimerici (EVA) e di Tedlar, impermeabili agli agenti atmosferici e stabili alle radiazioni UV. La struttura del modulo fotovoltaico sarà completata da una cornice in alluminio anodizzato provvista di fori di fissaggio, dello spessore di 50 mm. Ciascun modulo sarà dotato, sul retro, di n° 1 scatola di giunzione a tenuta stagna IP68 contenente 3 diodi di bypass e tutti i terminali elettrici ed i relativi contatti per la realizzazione dei cablaggi. Le caratteristiche costruttive e funzionali dei pannelli dovranno essere rispondenti alle Normative CE, e i pannelli stessi sono qualificati secondo le specifiche IEC 61215 ed. 2, IEC 61730-1 e IEC 61730-2. Le specifiche tecniche e dimensionali dei singoli moduli dovranno essere documentate da attestati di prova conformi ai suddetti criteri.

È allegata una scheda tecnica di un pannello preso a base della progettazione. Il generatore fotovoltaico sarà realizzato con n. 183.130 moduli da 610 Wp cadauno marca Jinko Solar modello JKN610N.

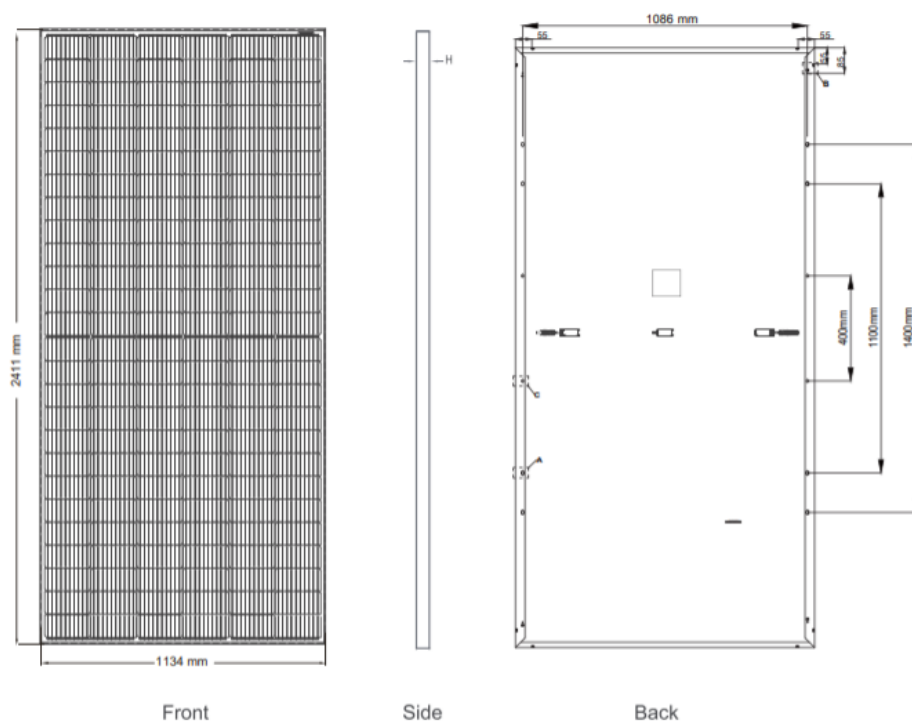


Figura 31- Pannello Jinko Solar modello JKM610N.

I dati caratteristici sono forniti dal produttore come evidenziato nella tabella di seguito allegata.

SPECIFICATIONS										
Module Type	JKM595N-78HL4 JKM595N-78HL4-V		JKM600N-78HL4 JKM600N-78HL4-V		JKM605N-78HL4 JKM605N-78HL4-V		JKM610N-78HL4 JKM610N-78HL4-V		JKM615N-78HL4 JKM615N-78HL4-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	595Wp	444Wp	600Wp	447Wp	605Wp	451Wp	610Wp	455Wp	615Wp	459Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	45.15V	41.85V	45.25V	41.97V	45.36V	42.08V	45.46V	42.19V	45.57V	42.30V
Maximum Power Current (Imp)	13.18A	10.60A	13.26A	10.66A	13.34A	10.72A	13.42A	10.78A	13.50A	10.84A
Open-circuit Voltage (Voc)	54.56V	51.50V	54.66V	51.59V	54.76V	51.69V	54.86V	51.78V	54.96V	51.88V
Short-circuit Current (Isc)	13.93A	11.25A	14.01A	11.32A	14.09A	11.38A	14.17A	11.44A	14.25A	11.51A
Module Efficiency STC (%)	21.29%		21.46%		21.64%		21.82%		22.00%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1000/1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	30A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.30%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

Figura 32 - Moduli fotovoltaici

I moduli saranno forniti con diodi di bypass integrati nella junction box posta nel dorso del modulo stesso.

Le caratteristiche meccaniche saranno le seguenti

Mechanical Characteristics	
Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	156 (2×78)
Dimensions	2465×1134×35mm (97.05×44.65×1.38 inch)
Weight	31.2 kg (68.78 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm ² (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

Figura 33 - Caratteristiche meccaniche

2.6.4 Sistema di conversione DC/AC (Inverter)

La produzione di energia elettrica in un campo fotovoltaico avviene in corrente continua (DC). Per effettuare l'immissione nella rete di distribuzione a 20 kV è necessario effettuare la conversione della corrente da continua ad alternata e quindi la trasformazione da bassa a media tensione.

Per ottimizzare l'efficienza della conversione si è scelto di utilizzare un sistema di conversione "distribuita" adoperando inverter che saranno installati direttamente sulle relative stringhe. Saranno impiegati 75 inverter.

Il vantaggio di questa soluzione è costituito dal fatto che, senza un trasformatore di bassa tensione, si può ottenere un grado di rendimento più elevato riducendo contemporaneamente i costi degli inverter.

Tra i prodotti commercialmente disponibili saranno impiegati inverter in grado di garantire:

- conformità alle normative europee di sicurezza;
- conformità al codice di rete;
- disponibilità di informazioni di allarme e di misura su display integrato;
- funzionamento automatico, semplicità d'uso e di installazione;
- sfruttamento ottimale del campo fotovoltaico con la funzione MPPT integrata;
- elevato rendimento globale;
- affidabilità e lunga durata del servizio;
- forma d'onda di uscita perfettamente sinusoidale;
- dispositivo di controllo dell'isolamento sul lato DC;
- possibilità di regolazione di potenza attiva e reattiva con controllo locale o remoto;
- possibilità di monitoraggio, di controllo a distanza e di collegamento a PC per la raccolta e l'analisi dei dati.

Ciascun gruppo di conversione sarà dotato di un dispositivo per il sezionamento, comando ed interruzione atto a svolgere funzione di dispositivo di generatore (DDG). Gli inverter saranno alloggiati presso stazioni di conversione appositamente predisposte. La taglia delle macchine è stata scelta come compromesso tra l'opportunità di ridurre l'impatto sulla produzione ed il costo di un eventuale fuori servizio (distribuendo la funzione di conversione) e la necessità di assicurare prestazioni e funzioni di controllo evolute tipiche (ancorché non più esclusive) delle macchine centralizzate. L'utilizzo di cosiddetti inverter "di stringa" da posizionarsi in capo consente inoltre di non dover realizzare ulteriori fabbricati cabina per alloggiare le apparecchiature.

La sintesi degli elementi sopra descritti ha condotto alla scelta di macchine prodotte dalla società SUNGROW modello SG350HX e SG250HX. Di seguito le caratteristiche elettriche principali.

Type designation	SG350HX
Input (DC)	
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	500 V / 550 V
Nominal PV input voltage	1080 V
MPP voltage range	500 V – 1500 V
MPP voltage range for nominal power	860 V – 1300 V
No. of independent MPP inputs	12 (optional: 14/16)
Max. number of input connector per MPPT	2
Max. PV input current	40 A * 12 (optional: 30 A * 14 / 30 A * 16)
Max. DC short-circuit current	60 A * 12 (optional: 60 A * 14 / 60 A * 16)
Output (AC)	
AC output power	352 kVA @ 30 °C / 320 kVA @ 40 °C
Max. AC output current	254 A
Nominal AC voltage	3 / PE, 800 V
AC voltage range	640 – 920V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
THD	< 3 % (at nominal power)
DC current injection	< 0.5 % I _n
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / connection phases	3 / 3
Efficiency	
Max. efficiency / European efficiency	99.01 % / 98.80 %

Figura 34 - Caratteristiche tecniche degli inverter SUNGROW modello SG350HX

Type designation	SG250HX
Input (DC)	
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	600 V / 600 V
Nominal PV input voltage	1160 V
MPP voltage range	600 V – 1500 V
MPP voltage range for nominal power	860 V – 1300 V
No. of independent MPP inputs	12
Max. number of input connectors per MPPT	2
Max. PV input current	26 A * 12
Max. DC short-circuit current	50 A * 12
Output (AC)	
AC output power	250 kVA @ 30 °C / 225 kVA @ 40 °C / 200 kVA @ 50 °C
Max. AC output current	180.5 A
Nominal AC voltage	3 / PE, 800 V
AC voltage range	680 – 880V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
THD	< 3 % (at nominal power)
DC current injection	< 0.5 % I _n
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / connection phases	3 / 3
Efficiency	
Max. efficiency	99.0 %

Figura 35 - Caratteristiche tecniche degli inverter SUNGROW modello SG250HX

Si noti che ogni singolo inverter avrà in condizioni di normale funzionamento una potenza di uscita pari a 320 kW e 225 kW a seconda del modello, erogata ad una tensione nominale in bassa tensione pari a 800V.

Il lato corrente continua avrà tensioni variabili in funzione delle temperature di esercizio, comunque nei limiti del funzionamento a MPPT e nel rispetto della tensione massima di ingresso del sistema.

Al fine di agevolare al massimo il cablaggio ottimizzando i tempi di posa, riducendo le possibilità di errore e al fine di agevolare le attività manutentive, la lunghezza delle stringhe è stata accuratamente valutata in concerto con le caratteristiche elettriche dei convertitori ed in funzione della dimensione degli inseguitori. Si adotteranno pertanto stringhe tutte uguali tra loro, con un numero di moduli pari a 25. Ogni stringa verrà connessa al singolo MPPT dell'inverter. Il numero di stringhe per macchina è variabile, in funzione delle singole piastre.

L'elevato numero di "MPPT" (maximum power point tracker) unito all'elevato valore di tensione ammessa sul lato corrente continua consente infatti di ottimizzare il numero di stringhe in ingresso alla singola macchina evitando l'installazione di ulteriori quadri in campo. Tale scelta determinerà pertanto un minor impatto visivo dell'installazione oltre che un minor dispendio di risorse sia in fase installativa che in fase manutentiva.

Ogni inverter avrà a bordo tutto quanto necessario per il corretto funzionamento e monitoraggio, con particolare riferimento a:

- controllo di correnti disperse;
- verifica dell'isolamento del campo fotovoltaico da terra;
- sezionamento lato corrente continua;
- protezione da sovratensioni;
- monitoraggio integrato di stringa e funzionalità anti PID (fenomeno di degrado dei moduli fotovoltaici).

Il corretto accoppiamento inverter e numero di moduli, visibile negli allegati di calcolo, garantirà elevate efficienze di conversione. Di seguito si riportano le curve di efficienza fornite dal costruttore.

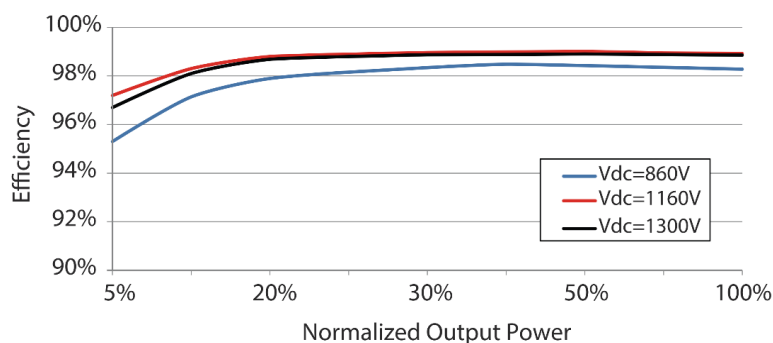


Figura 36 - Efficienza inverter

Gli inverter, come riscontrabili negli elaborati progettuali, verranno installati in campo, in prossimità del campo fotovoltaico. In generale saranno ancorati a profili metallici, adeguatamente dimensionati, ed infissi nel terreno. Sarà inoltre prevista una lamiera di copertura atta a proteggere i dispositivi dalle intemperie. Le macchine saranno in ogni caso compatibili con l'installazione in ambiente esterno.

2.6.5 Sotto-cabine MT

Le varie piastre sono dotate di cabine di trasformazione MT/BT atte ad elevare gli 800 V AC nominali in uscita dagli inverter alla media tensione a 30kV utilizzata per distribuire l'energia prodotta all'interno del lotto fino alla consegna in alta tensione.

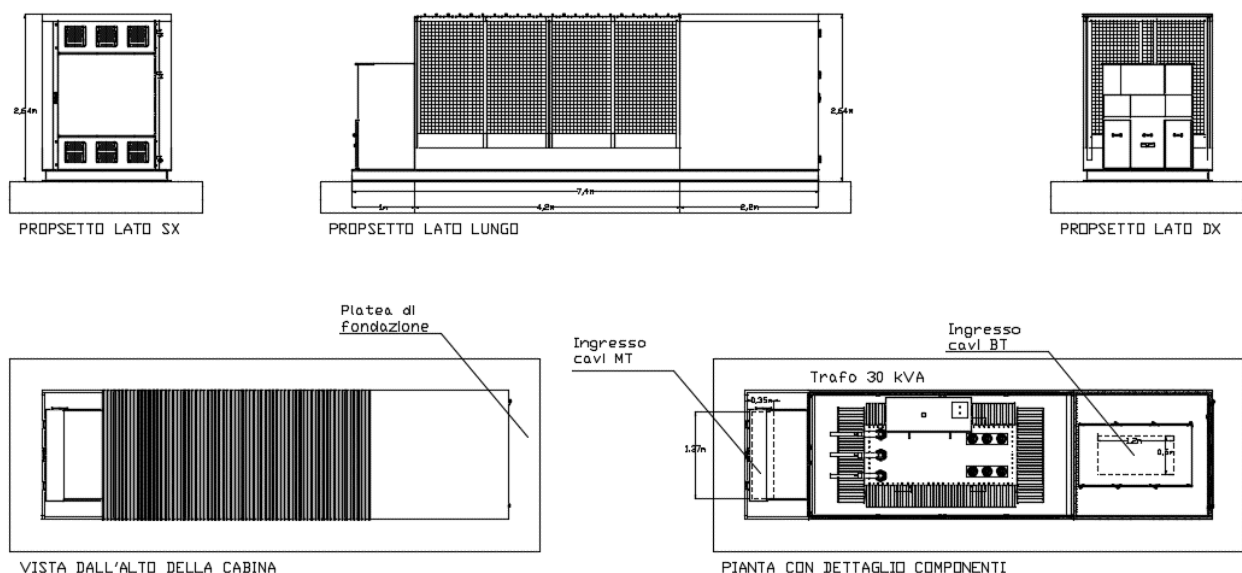


Figura 37 – Cabina tipo MT/BT

Ogni sotto cabina sarà dotata di adeguato trasformatore MT/BT e di interruttori BT atti a proteggere le linee in partenza per ogni inverter. I fabbricati saranno realizzati con soluzioni standard prefabbricate dotate di quando necessario per ottenere posa ed un esercizio a regola d'arte.

In ogni cabina dovrà essere alloggiato un trasformatore dedicato ai servizi ausiliari a 400V trifase e 230V monofase. In particolare, tali macchine dovranno alimentare i sistemi di raffreddamento di cabina, le alimentazioni ausiliare delle apparecchiature di verifica e monitoraggio e gli attuatori dei sistemi di inseguimento monoassiale in campo.

2.6.6 Area di raccolta cabine MT

L'energia prodotta dalle stazioni di conversione e trasformazione sarà immessa sulla rete di raccolta MT dell'impianto, esercita a 30 kV secondo una configurazione radiale su più linee. Ogni cabina MT/BT interna al campo avrà adeguato interruttore MT ubicato nella cabina di raccolta, quale interruttore di protezione linea. Sarà pertanto sempre possibile lavorare in sicurezza nella singola sottocabina operando sugli interruttori di manovra previsti. Alla medesima cabina di raccolta verranno convogliati tutte le cabine presenti.

Sarà inoltre possibile togliere alimentazione all'intero campo fotovoltaico agendo sull'interruttore generale in media tensione unico per tutto l'impianto.

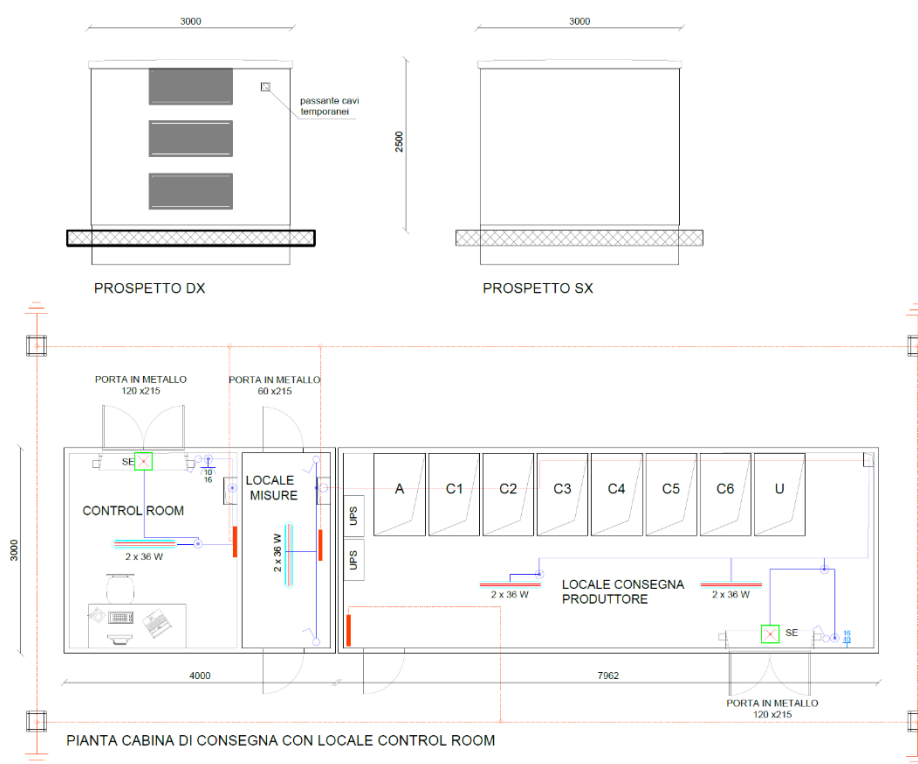


Figura 38- Cabina di raccolta e control room

Dalla cabina R1 di raccolta partirà la linea dorsale in media tensione di lunghezza pari a circa **6.000 m** diretta verso la nuova SE.

2.7 Il dispacciamento dell'energia prodotta

Per potere immettere in rete una potenza elettrica superiore a 1 MW si rende necessario effettuare una connessione con linea elettrica di sezione adeguata alla potenza massima erogata dall'impianto. Seguendo i criteri per la realizzazione di impianti fotovoltaici della Regione Basilicata si prevede di

realizzare un elettrodotto in MT interamente interrato della lunghezza di 6 km.

Detto elettrodotto corre sul medesimo percorso dell'impianto eolico da 10 aerogeneratori da 35 MW complessivi, nei comuni di Craco e Stigliano¹, già autorizzato dalla regione Basilicata in data 6 luglio 2012, istanza n. 315, e con Determinazione del Dirigente del Dipartimento Ambiente e d Energia n° 23AF.2016/D00070 del 08/09/2016, e poi rimodulato nel 2020 per adeguarlo alle prescrizioni ricevute.

L'elettrodotto in questione è il seguente:

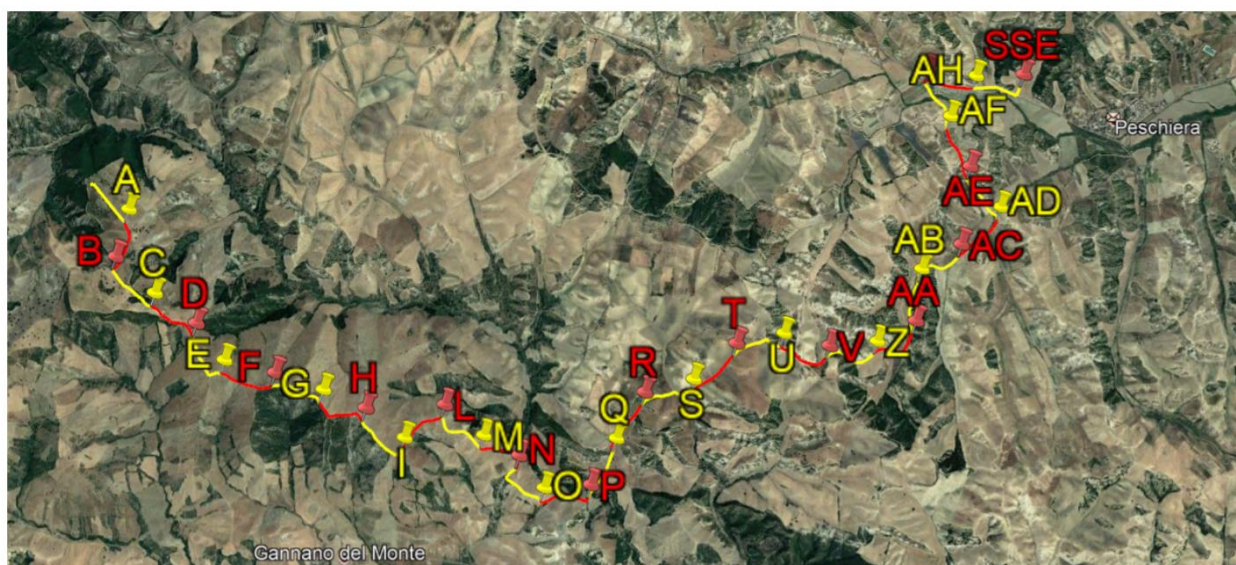


Figura 39 - Mappa allegato al Piano delle terre e rocce di scavo (sovrapposizione da "U" a "AD")

Il progetto originariamente autorizzato prevedeva diverso punto di connessione, la variante presentata al MiTe nel 2016 dalla società Sarve S.r.l., codice procedura 4283 avviato il 21 settembre 2018 e allo stato conclusa con esito positivo prevede invece la connessione presso la SE nel comune di Craco, località "Peschiera".

2.7.1 Elettrodotto

L'elettrodotto in MT proposto, quindi, percorre ca 12 km, su strade vicinali nel comune di Craco e, per un breve tratto, di Montalbano Jonico.

L'allegato "Piano particellare" dettaglia i diversi tratti e l'identificazione catastale del percorso. Sarà richiesta la servitù di elettrodotto e tutte quelle coerenti e connesse.

¹ - <https://va.minambiente.it/it-IT/Oggetti/Info/7049>

La sezione dei conduttori da utilizzarsi è calcolata cautelativamente sulla massima potenza di esercizio pari a 17.720 kW. Considerando una tensione nominale di 30kV e un $\cos\phi = 0,9$, si calcola una corrente di impiego di circa 380 A.

Si prevede di applicare i seguenti coefficienti correttivi, tenuto conto della presenza di guaina in EPR:

- k_{temp} : 0,96
- k_{res} : 0,95 (tenuto conto di una resistività pari a 1 k*m/W)
- k_{posa} : 0,96 (tenuto conto di una posa a profondità pari a 1,2 m)
- Da cui si deriva la portata del cavo $I = I_n * k_{temp} * k_{res} * k_{posa} = 385$ A
- Dove I_n è la portata di 418 A indicata in tabella per il cavo da 240 mmq
- Si prevede pertanto di utilizzare n°1 cavi da 240mmq per fase in formazione 3x1x240.

ARG7H1RNRX - 18/30 kV

U₀/U: 18/30 kV

U max: 36 kV

Caratteristiche tecniche

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø circoscritto indicativo	Peso indicativo cavo	Portata di corrente A	
						in aria	interrato ^(*)
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	A	A
3 x 1 x 50	8,2	8,0	2,1	77,7	4810	174	168
3 x 1 x 70	9,8	8,0	2,2	82,2	5400	218	207
3 x 1 x 95	11,45	8,0	2,2	85,4	5895	266	247
3 x 1 x 120	12,9	8,0	2,3	91,2	6755	309	281
3 x 1 x 150	14,2	8,0	2,4	94,0	7235	352	318
3 x 1 x 185	16,0	8,0	2,4	98,3	7910	406	361
3 x 1 x 240	18,4	8,0	2,5	103,9	8980	483	418

(*) I valori di portata si riferiscono alle seguenti condizioni:
 - Resistività termica del terreno: 1 K-m/W
 - Temperatura ambiente 20°C
 - profondità di posa: 0,8 m

Figura 40- Caratteristiche tecniche elettrodotto R1-SE consegna alla SE

2.7.3- Descrizione del percorso e degli attraversamenti

Il cavidotto MT che porta alla sottostazione utente MT/AT ha origine dalla cabina di raccolta della centrale e procede per circa 5 km su strada sterrata interpoderale.

Solo gli ultimi 1.250 metri sono percorsi su strada pubblica. Precisamente:

- 1- Metri 190 su SS 103 in direzione Craco Peschiera
- 2- Metri 1.60 su SS 103 oltre Craco Peschiera in direzione Craco.

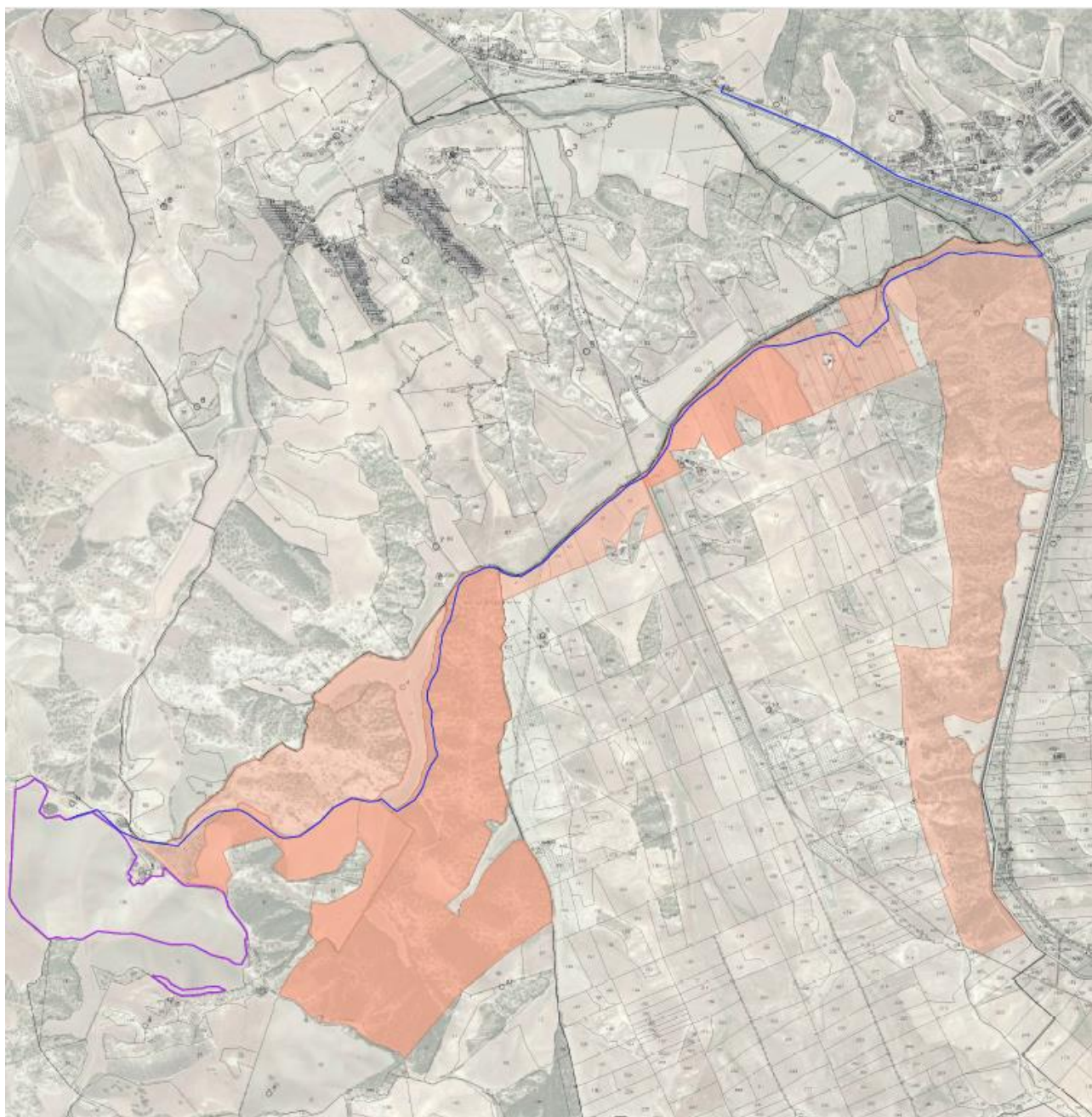


Figura 41- Tracciato del cavidotto MT esterno verso la nuova SE

2.7.4- Cavidotti interni

I cavi di connessione all'interno del campo fotovoltaico saranno ubicati in cavidotti in polietilene in posa interrata, a doppio strato con esterno corrugato, con resistenza agli agenti chimici idonei alla posa in qualsiasi tipo di terreno ed elevata resistenza allo schiacciamento e agli urti. Inoltre, sia per evitare diminuzioni della portata che per favorire la sfilabilità dei cavi, si è scelto che il diametro interno dei tubi protettivi di forma circolare sia pari almeno a 1,3 volte il diametro dei cerchi

circoscritto al fascio di cavi che essi sono destinati a contenere, con un minimo di 10 mm.

Lo scavo nel terreno sarà realizzato in modo tale da permettere la posa dei cavidotti ad una profondità $\geq$ di 600mm dalla superficie di calpestio, sia il fondo dello scavo che il suo riempimento sarà realizzato con materiale di riporto in modo da costituire un supporto continuo e piano al cavidotto.

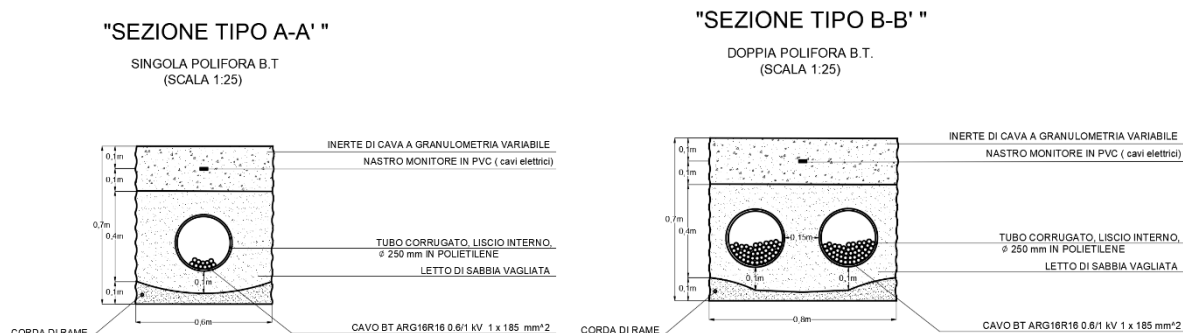


Figura 42- Cavidotti BT interni

Il tracciato della linea in cavo è stato scelto con criterio di minima distanza e tale da rispettare le distanze di rispetto e di sicurezza prescritte dalle normative vigenti, riassunte nei sottoparagrafi seguenti. Il tracciato è stato individuato per essere il più breve possibile, seguendo il percorso delle strade pubbliche comunali, quanto più possibile rettilineo e parallelo al ciglio stradale.

In ogni caso sarà rispettato il raggio di curvatura minimo del conduttore.

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame (o alluminio) con le seguenti prescrizioni:

- tipo FG16, ARG7 (o ARG16) se in esterno o in cavidotti su percorsi interrati;
- tipo FS17 se all'interno di cavidotti interni a cabine.

Si utilizzano le seguenti sezioni minime dei conduttori:

- 0,75 mmq conduttori di circuiti ausiliari e/o di segnalazione;
- 1,5 mmq per punti luce e prese 10°;
- 2,5 mmq per prese da 16A e utenze FM.

Per i conduttori neutri e di protezione si utilizzano sezioni uguali al conduttore di fase, e solo per sezioni dei conduttori di fase uguale o maggiore di 25 mmq si utilizzano conduttori di neutro e di protezione di sezione metà del conduttore di fase. Per i conduttori di terra si utilizzano sezioni minime di 16mmq se isolati, e posati in tubo.

Per l'alimentazione di utilizzatori di grossa potenza e per una flessibilità di utilizzo e facilità di manutenzione sono impiegati condotti sbarre costruiti in accordo con la Norma CEI 17-13/2.

2.7.5 Sicurezza elettrica

Misure di protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti è effettuata tramite barriere od involucri chiusi sui conduttori e comunque su tutte le parti attive, onde evitare il contatto accidentale con parti in tensione.

Misure di protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti è realizzata mediante interruzione automatica dell'alimentazione. Tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione saranno collegate allo stesso impianto di terra.

Viene essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_A \times I_a \leq 50$$

dove:

- R_A è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;
- I_a è la corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione, in ampere.

Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, I_a è la corrente nominale differenziale I_{dn} .

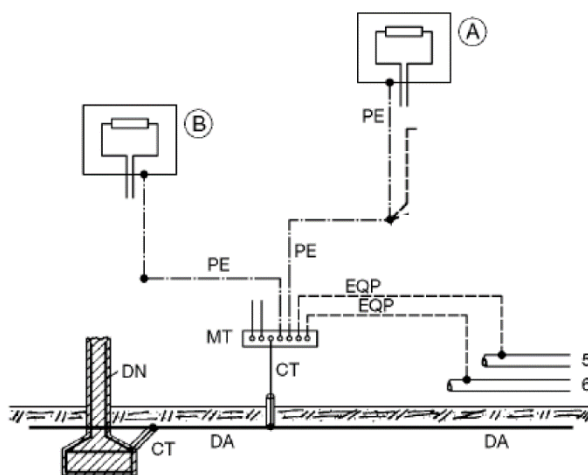
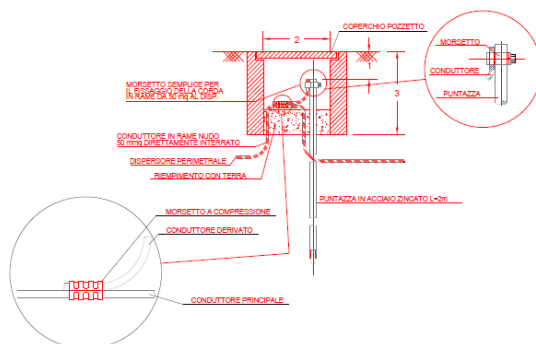
Per ragioni di selettività, si utilizzeranno dispositivi di protezione a corrente differenziale del tipo S (selettivi) in serie con dispositivi di protezione a corrente differenziale di tipo generale (istantanei). Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.

Impianto di terra

L'impianto di terra soddisferà le seguenti prescrizioni:

- avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- essere in grado di sopportare le più elevate correnti di guasto;
- evitare danni a componenti elettrici o a beni;

- Le sezioni dei conduttori di protezione saranno pari alle sezioni dei conduttori di fase; per sezioni superiori a 16 mm² la sezione è pari alla metà del conduttore di fase con un minimo di 16 mm² e comunque in grado di soddisfare le condizioni stabilite dalle norme CEI 64.8.



MT = Collettore (o nodo) principale di terra

PE = Conduttore di protezione
A, B = Masse
2, 3, 4, 5, 6 = Masse estranee

Protezione delle condutture

Tutte le linee risultano protette dagli effetti dei cortocircuiti o sovraccarichi con idoneo interruttore magnetotermico. Nella verifica delle protezioni si tiene conto delle sezioni minime componenti la linea, se queste non dispongono di autonomo organo di protezione.

2.7.6 Stazione di trasformazione AT/MT e di consegna finale

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la centrale venga collegata in antenna a 150 kV con una nuova stazione (SE) di smistamento della RTN a 150 kV da inserire in entra-esce alle linee a 150 kV della RTN “*Rotonda-SE Pisticci*” e “*CP Pisticci-SE Tursi*”, previa realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 150 kV tra la suddetta SE e la SE RTN di trasformazione 380/150 kV “*Garaguso*”. La realizzazione della stazione di consegna (SSE Utente) è prevista nel comune di Craco (MT), come da indicazioni condivise con l’ufficio tecnico di Terna SpA.



Figura 44 - Nuova SE e ubicazione della stazione di elevazione AT/MT

2.7.6.1 – Analisi del Preventivo di connessione.

Per considerare correttamente la connessione occorre tenere presente quanto segue:

- 1- Come risulta dal sito Terna² la regione Basilicata è una “*regione critica AT*” con riferimento alla connessione alla rete di trasmissione. *Non è tuttavia critica la linea da 150 kV “Rotonda – SE Pisticci”*, sulla quale l’impianto sarà connesso. Sono critiche in regione Basilicata solo le linee da 380 kV “Laino-Monte Corvino”, “Brindisi-Matera”, “Matera-Castellaneta”, “Matera-Bisaccia”³. Oltre che le linee da 220 kV “Laino-Tusciiano” (che corre molto lontana dal sito, tra la provincia di Salerno e quella di Cosenza);
- 2- Ai sensi del Codice di rete⁴ Terna deve connettere gli impianti a condizioni “*trasparenti e non discriminatorie*”. La sezione 1 A detta le condizioni della connessione alla RTN tenendo conto di soluzioni che “non degradino le prestazioni e l’affidabilità della RTN”, non compromettano “la sicurezza del Sistema elettrico nazionale”, non rechino danno agli altri utenti connessi alla RTN. L’utente ha obbligo di “rispettare eventuali limitazioni di esercizio dovute a vincoli di rete” (cfr. 1 A.3.2);
- 3- Gli interventi indicati in STMG sono necessari al fine del soddisfacimento della richiesta di connessione (cfr. 1 A. 5.2.1, p.,18), ma, precisazione importante, al fine di soddisfare la presente condizione: “Il Gestore elabora la STMG tenendo conto delle esigenze di sviluppo razionale delle reti elettriche, delle esigenze di salvaguardia della continuità del servizio e, nel contempo, *in modo tale da non prevedere limitazioni permanenti della potenza di connessione nelle prevedibili condizioni di funzionamento del SEN*”;
- 4- il gestore ha comunque “facoltà di realizzare soluzioni per la connessione diverse dalle soluzioni tecniche minime per la connessione ferme restando le disposizioni relative alla determinazione delle condizioni economiche per la connessione. In tal caso eventuali costi ulteriori a quelli corrispondenti alla soluzione tecnica minima per la connessione sono a carico del Gestore” (cfr. 1 A.5.2.3);
- 5- in sede di ottenimento della STMD (esecutivo della connessione) il gestore può nuovamente elencare gli interventi sulle reti esistenti necessari al fine del soddisfacimento della richiesta di connessione (cfr 1 A.5.8.4, a) e b);
- 6- in sede di entrata in esercizio il gestore può comunicare “eventuali altri obblighi” affinché la connessione venga attivata (cfr. 1 A.5.10), tra questi la provvisoria limitazione della potenza in immissione:

² - <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/rete/connessione-rete/aree-linee-critiche>

³ -

https://download.terna.it/terna/Elenco_Aree%20e%20Linee%20critiche_2020_2%20pubblicazione_v03_8d865ee57abe74c.pdf

⁴ - <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/codici-rete/codice-rete-italiano>

- 7- Al primo parallelo con la rete e l'attivazione della connessione il soggetto richiedente acquista il diritto ad immettere energia nella RTN nei limiti della potenza di connessione e delle altre regole del codice di rete (cfr. 1 A.5.10.2.3).

2.7.6.2 – Situazione della RTN

Come visto la regione Basilicata è in area critica, ma non lo sono le linee relative al progetto.

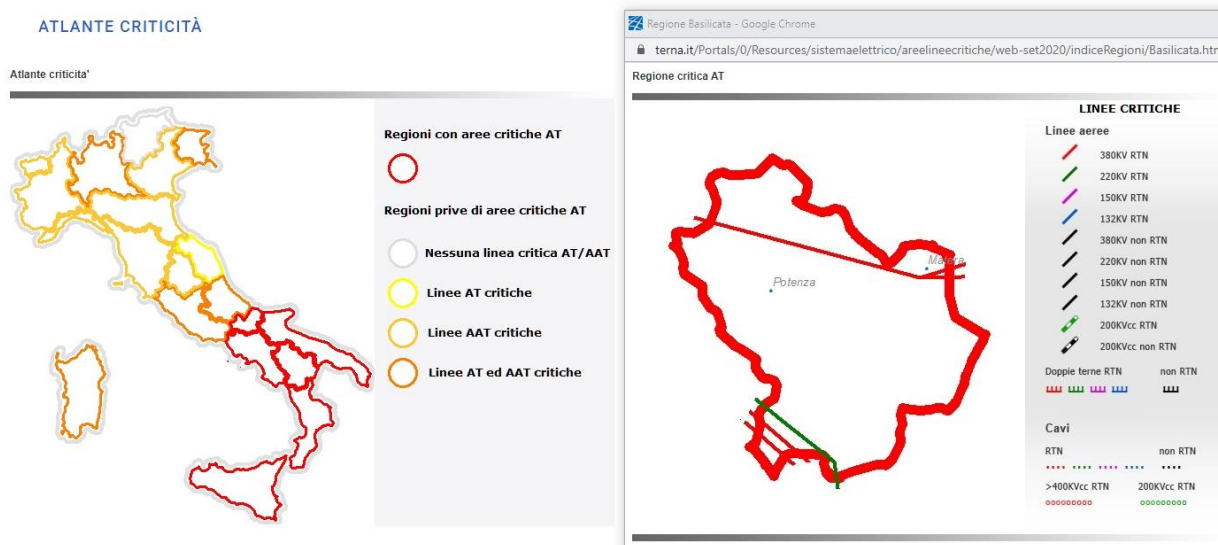


Figura 45 - Aree critiche Basilicata, interrogazione 22 novembre 2021

In caso sia in area critica si applicherebbe quanto previsto dalla Delibera ARERA ARG/elt 226/12⁵ (quella ARG/elt 328/12 si riferisce ad altri casi).

In buona sostanza con detta delibera, qualora l'impianto ricada in area critica (cosa non applicata allo stato, in quanto l'impianto è in area critica ma non su linea critica, come visto), si stabilisce che in prossimità della conclusione del procedimento di autorizzazione la Terna S.p.a. ha facoltà di emettere un nuovo preventivo di connessione che aggiorni le condizioni di connessione e prenotazione di rete alle mutate condizioni della rete.

Si allega, per maggiore comprensione della situazione della rete, uno schema della rete di distribuzione italiana.

⁵ - <https://www.arera.it/docs/12/226-12.htm> e <https://www.arera.it/allegati/docs/12/226-12ti.pdf>

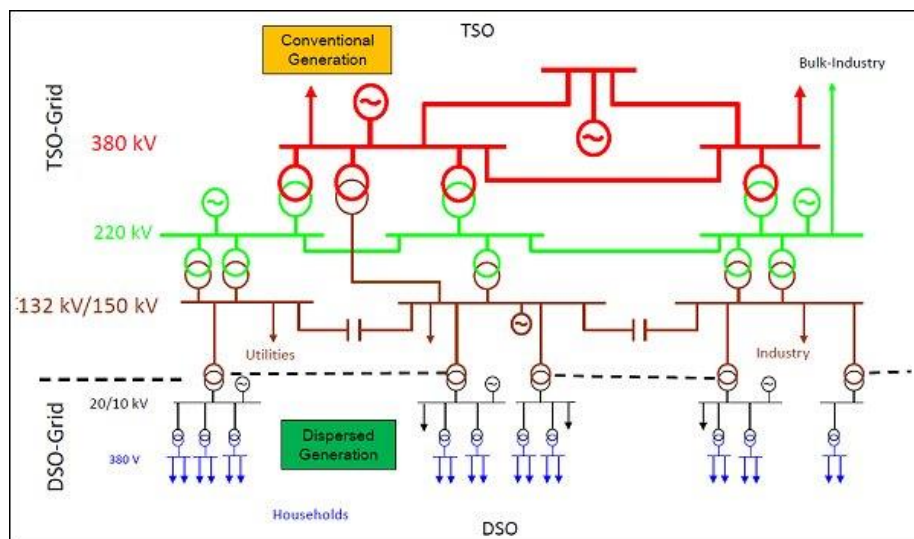


Figura 46- Schema rete di distribuzione, Italia

Come risulta dall'analisi dei documenti di programmazione di Terna più recenti, la stazione 380/159 “Garaguso” (con 22 stalli) è già entrata in esercizio (precisamente a dicembre 2020)⁶. Anche i relativi raccordi a 150 kV sono presenti nel Piano di Sviluppo 2020 e 2021.

CON ATN 380/150 kV						
Raccordi a 150 kV alla SE Garaguso	Fase 1	Fase 1	2022	2025	2027	
						In data 14/02/2008 è stato emanato

Figura 47 - Estratto Avanzamento Centro-Sud

Parimenti è stata potenziata la Stazione 220/150 kV di Pisticci (aggiunti 6 stalli).

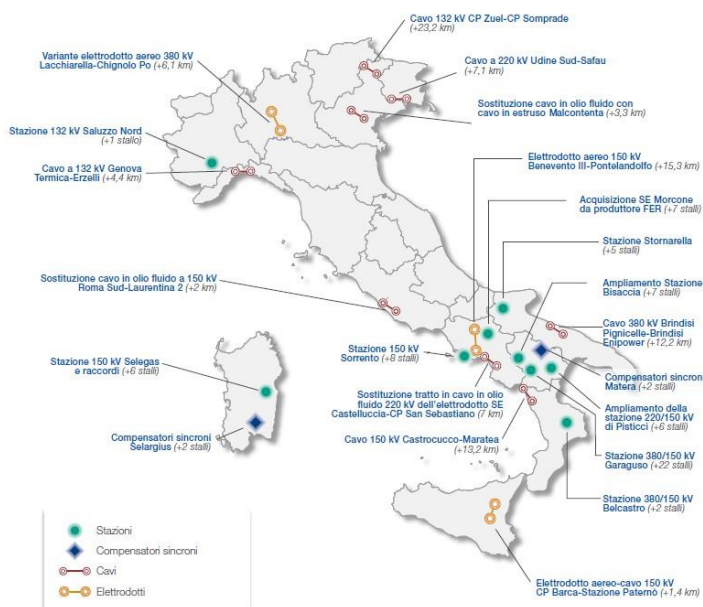


Figura 48- Aggiornamento interventi sulla rete Terna, dicembre 2020

⁶ - <https://www.terna.it/media/comunicati-stampa/dettaglio/Terna--entra-in-esercizio-la-nuova-stazione-elettrica-di-Garaguso>

La SE in esci-entra a 150 kV presso la quale l'impianto sarà connesso (nel comune di Craco) da informazioni assunte per le vie brevi risulta **già in costruzione dall'autunno del 2020**. La sottostazione è prevista nel progetto eolico citato in precedenza nei comuni di Craco e Stigliano.

Resta da considerare, tra i tempi previsti in STMG e sopra citati, la realizzazione della linea elettrica a 150 kV tra detta SE e la Stazione "Garaguso", in esercizio. Questa linea non risulta allo stato in costruzione e non presente nei piani di sviluppo Terna⁷. Piani di sviluppo in ogni caso in fase di revisione e potenziamento (per effetto dei nuovi finanziamenti europei e relative priorità⁸).

2.7.6.3 – Descrizione della soluzione di connessione

La stazione elettrica utente sarà dotata di un trasformatore di potenza con relativi edifici tecnici adibiti al controllo e alla misura dell'energia prodotta ed immessa in rete.

La rete di raccolta sarà così realizzata:

- nella cabina di raccolta R1 confluiranno 6 cabine inverter/trasformatore MT/BT.
- La stazione avrà un'estensione di circa 2.060 mq e l'ubicazione è prevista su un terreno classificato, urbanisticamente dal vigente strumento urbanistico del Comune di Craco (MT), come area "Agricola".
- La sezione in alta tensione a 150 kV sarà composta da 4 stalli di trasformazione (uno per ciascun produttore) MONTANTE TR e da una terna di sbarre per eseguire il parallelo elettrico.
- Infine, a valle del parallelo sarà realizzato uno stallone con protezioni e linea di partenza linea in cavo, con apparati di misura e protezione (TV e TA) MONTANTE LINEA. Il sezionatore generale, la protezione di linea, organi di misura gestione e controllo saranno in comunicazione.
- All'interno dell'area recintata della sottostazione elettrica sarà ubicato un fabbricato suddiviso in vari locali che a seconda dell'utilizzo ospiteranno i quadri MT, gli impianti BT e di controllo, gli apparecchi di misura, il magazzino, i servizi igienici, ecc
- La connessione tra la sottostazione utente e la stazione Terna avverrà mediante raccordo in cavo 150 kV interrato.
- Il cavidotto AT interrato avrà le seguenti caratteristiche generali:

⁷ - <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/rete/piano-sviluppo-rete> in particolare https://download.terna.it/terna/Allegato%20Connessioni%20alla%20RTN_8d7db215636bdb6.pdf

⁸ - https://download.terna.it/terna/2021-2025%20Industrial%20Plan%20Presentation_USO%20ESTERNO_FINAL_8d88c79183bbeab.pdf

- Tensione nominale d'isolamento (U_o/U) kV 87/150
- Tensione massima permanente di esercizio (U_m) kV 170
- Norme di rispondenza IEC 60840
- Sezione 1.200 mm² (per potenze fino a 300 MW)
- Conduttore: rame
- Isolante: XLPE
- Schermo in alluminio
- Guaina: PE

Si rinvia alla Relazione Tecnica Generale ed alla “*Relazione tecnica generale AT*” per i maggiori dettagli.

2.8 Producibilità

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

$$\text{Totale perdite [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching.
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.
- f Perdite negli inverter.
- g Perdite nei circuiti in alternata.

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati “UNI 10349:2016” relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale. Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a **1.00**.

Per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono stimati i valori medi mensili di albedo, considerando anche i valori presenti nella norma UNI/TR 11328-1:

Valori di albedo medio mensile

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

L'albedo medio annuo è pari a **0.20**

E' estremamente importante ottimizzare il layout degli inseguitori in modo tale da minimizzare le perdite dovute a reciproco ombreggiamento soprattutto nelle ore in cui il sole risulta basso sull'orizzonte. Il problema della perdita per ombreggiamento reciproco parziale è particolarmente importante perché numerose stringhe possono perdere contemporaneamente di producibilità. Per ovviare a questo problema molti produttori hanno adottato una strategia di ottimizzazione definita backtracking. Non appena i tracker cominciano a proiettare ombra sulle file adiacenti, l'angolo d'inseguimento non seguirà più il percorso solare permettendo di minimizzare le perdite.

Per una data posizione del sole, l'orientamento del tracker deve essere determinato utilizzando il passo e la larghezza dei tracker.

Per la simulazione di producibilità è stato utilizzato il software di calcolo "PVSyst V.7.2.6".

Per semplicità si riporta la simulazione di un singolo campo composto da 205 stringhe da 25 moduli in serie, 12 inverter SG250 con potenza $P_{ac} = 225$ kW, sistema ad inseguimento monoassiale N/S del tipo monoportrait con pitch 5,0 m ed un campo tipo da 129 stringhe da 24 moduli in serie, inverter SG 250 con potenza $P_{ac} = 225$ kW, sistema fisso inclinazione 10° ed azimut 90° , pitch 8,0 m.

Piastra	Tipologia struttura	Azimut	Tilt	Prod. Spec media(kWh/kWp/y)	Prod. 1°Anno (kWh)
1	TR_1p (25X610)	-	" $\pm 55^\circ$ "	1.578	4.933.222,5
2a	Fisso (24x610)	90°	10°	1.253	2.366.365,7
2b	Fisso (24x610)	" -10° "	20°	1.390	3.032.090,4
3	Fisso (24x610)	90°	10°	1.252	3.610.868,2
4	Fisso (24x610)	0	20°	1.391	2.789.900,9
5	TR_1p (25X610)	-	" $\pm 55^\circ$ "	1.578	5.005.416,0
6a	Fisso (24x610)	" -90° "	10°	1.251	5.036.526,0
6b	Fisso (24x610)	" -90° "	10°	1.248	438.497,3
6c	Fisso (24x610)	90°	10°	1.248	438.497,3
TOTALE					27.651.384,2

Figura 49- Dati di producibilità

Tenute in conto le specifiche perdite dovute allo sporcamento, decadimento annuo producibilità moduli, perdita LID, perdita per mismatching e temperatura si stima una producibilità specifica di **1.385,5 kWh/kWp/a**.



PVsyst V7.2.8

VC0, Simulation date:
11/11/21 22:14
with v7.2.8

Project: Craco

Variant: Inseguitore 1P 25 moduli Pitch 5,0 m

Aedes Group Engineering (Italy)

Project summary

Geographical Site

Craco-Sant'Angelo
Italia

Situation

Latitude 40.38 °N
Longitude 16.44 °E
Altitude 333 m
Time zone UTC+1

Project settings

Albedo 0.20

Meteo data

Craco-Sant'Angelo
Meteonorm 8.0, Sat=100% - Sintetico

System summary

Grid-Connected System

Simulation for year no 10

Trackers single array, with backtracking

PV Field Orientation

Tracking plane, horizontal N-S axis
Axis azimuth 0 °

Near Shadings

Linear shadings

User's needs

Unlimited load (grid)

System information

PV Array

Nb. of modules 5125 units
Pnom total 3126 kWp

Inverters

Nb. of units 12 units
Pnom total 2700 kWac
Pnom ratio 1.158

Results summary

Produced Energy 4932 MWh/year Specific production 1578 kWh/kWp/year Perf. Ratio PR 82.48 %

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	5
Main results	6
Loss diagram	7
Special graphs	8

Figura 50 - Simulazione producibilità, sommario

**PVsyst V7.2.8**

VC0, Simulation date:
11/11/21 22:14
with v7.2.8

Project: Craco

Variant: Inseguitore 1P 25 moduli Pitch 5,0 m

Aedes Group Engineering (Italy)

General parameters

Grid-Connected System		Trackers single array, with backtracking	
PV Field Orientation		Backtracking strategy	
Orientation		Models used	
Tracking plane, horizontal N-S axis		Transposition	Perez
Axis azimuth	0 °	Diffuse	Perez, Meteonom
		Circumsolar	separate
		Sizes	
		Nb. of trackers	205 units
		Single array	
		Backtracking limit angle	
		Tracker Spacing	5.00 m
		Collector width	2.41 m
		Ground Cov. Ratio (GCR)	48.2 %
		Phi min / max.	-/+ 55.0 °
		Phi limits	+/- 61.0 °
Horizon		User's needs	
Free Horizon		Near Shadings	Unlimited load (grid)
		Linear shadings	

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Jinkosolar	Manufacturer	Sungrow
Model	JKM610N-78HL4-V	Model	SG250HX
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	610 Wp	Unit Nom. Power	225 kWac
Number of PV modules	5125 units	Number of inverters	12 units
Nominal (STC)	3126 kWp	Total power	2700 kWac
Modules	205 Strings x 25 In series	Operating voltage	600-1500 V
At operating cond. (50°C)		Max. power (=>30°C)	250 kWac
Pmpp	2892 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.16
U mpp	1041 V		
I mpp	2778 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	3126 kWp	Total power	2700 kWac
Total	5125 modules	Nb. of inverters	12 units
Module area	14326 m²	Pnom ratio	1.16
Cell area	13200 m²		

Array losses

Array Soiling Losses		Thermal Loss factor		DC wiring losses	
Loss Fraction	2.0 %	Module temperature according to irradiance		Global array res.	6.1 mΩ
		Uc (const)	29.0 W/m²K	Loss Fraction	1.5 % at STC
		Uv (wind)	0.0 W/m²K/m/s		
LID - Light Induced Degradation		Module Quality Loss		Module mismatch losses	
Loss Fraction	2.0 %	Loss Fraction	-0.8 %	Loss Fraction	2.0 % at MPP
Strings Mismatch loss		Module average degradation			
Loss Fraction	0.1 %	Year no	10		
		Loss factor	0.4 %/year		
		Mismatch due to degradation			
		Imp RMS dispersion	0.4 %/year		
		Vmp RMS dispersion	0.4 %/year		

Figura 51 - simulazione producibilità, dati



PVsyst V7.2.8

VC0, Simulation date:
11/11/21 22:14
with v7.2.8

Project: Craco

Variant: Inseguitore 1P 25 moduli Pitch 5,0 m

Aedes Group Engineering (Italy)

Main results

System Production

Produced Energy

4932 MWh/year

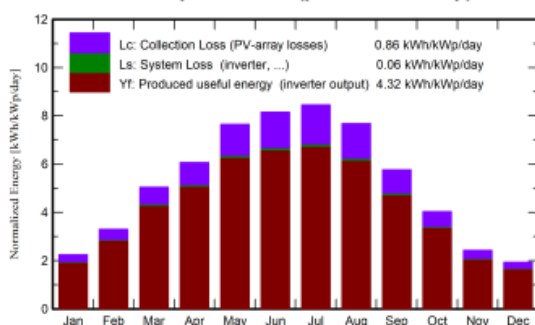
Specific production

1578 kWh/kWp/year

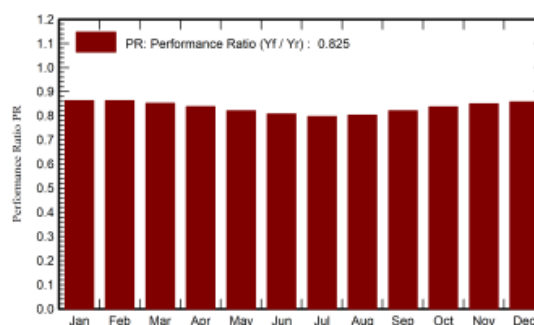
Performance Ratio PR

82.48 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	ratio
January	54.3	27.41	6.58	69.5	66.2	190.2	187.4	0.862
February	71.2	33.70	7.05	92.3	88.2	252.3	248.9	0.862
March	122.0	53.14	9.66	156.2	149.7	421.7	416.0	0.852
April	146.9	68.19	12.59	181.8	174.2	483.2	476.7	0.839
May	186.7	74.50	17.21	237.2	227.7	617.2	608.5	0.821
June	194.4	81.00	22.09	244.5	234.8	626.8	618.1	0.808
July	204.6	72.16	25.46	262.3	252.1	663.0	653.5	0.797
August	185.3	70.67	25.21	238.0	228.9	605.8	597.1	0.802
September	134.6	54.98	19.90	173.0	165.9	450.4	444.2	0.821
October	98.9	46.37	16.08	125.0	119.5	331.6	327.1	0.837
November	59.7	35.49	11.74	72.8	69.2	196.4	193.6	0.850
December	47.6	27.11	8.06	60.0	57.0	163.3	160.8	0.858
Year	1506.2	644.70	15.19	1912.7	1833.3	5001.7	4931.8	0.825

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation

DiffHor Horizontal diffuse irradiation

T_Amb Ambient Temperature

GlobInc Global incident in coll. plane

GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray Effective energy at the output of the array

E_Grid Energy injected into grid

PR Performance Ratio

Figura 52- Simulazione producibilità, modello



PVsyst V7.2.8

VC0, Simulation date:
11/11/21 22:14
with v7.2.8

Project: Craco

Variant: Inseguitore 1P 25 moduli Pitch 5,0 m

Aedes Group Engineering (Italy)

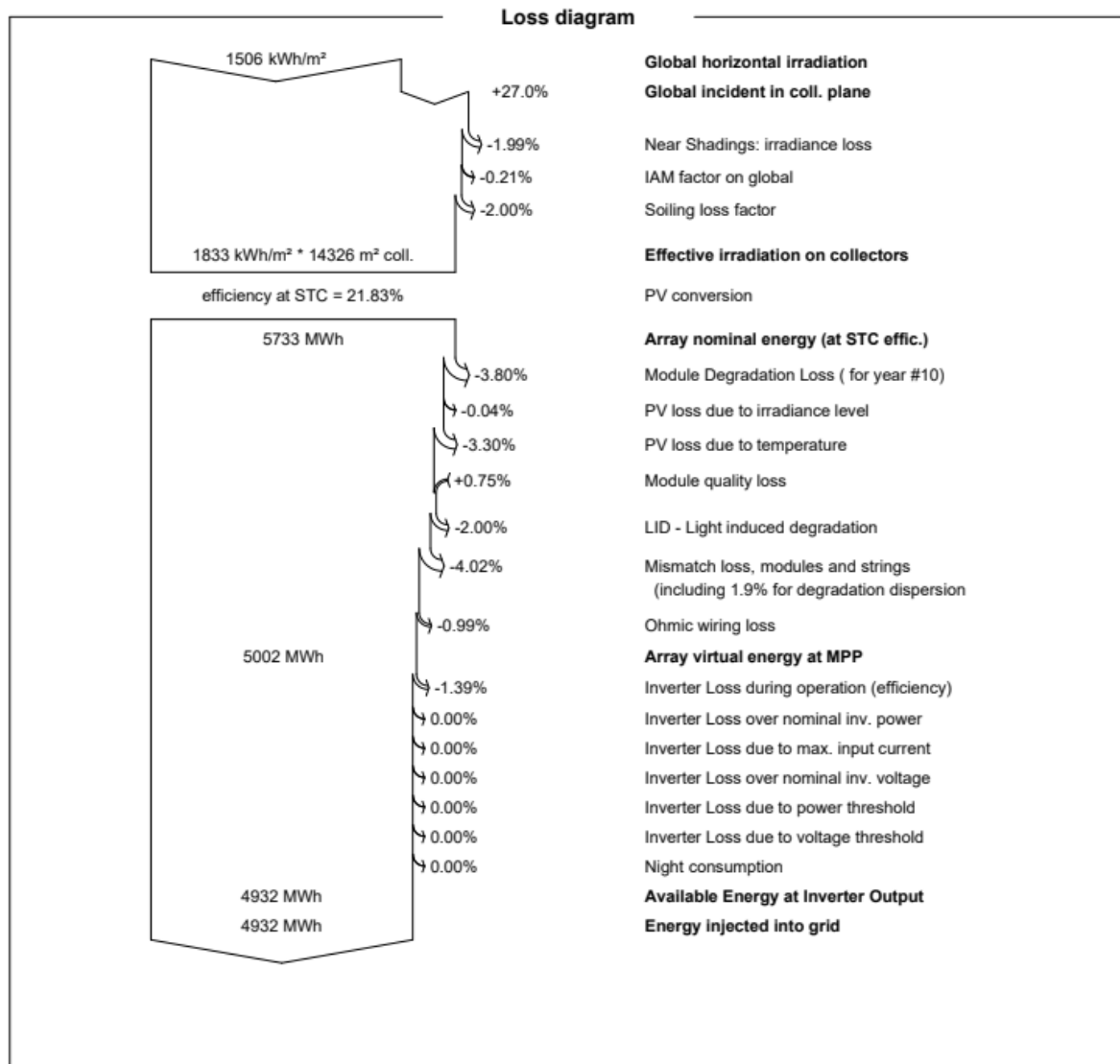


Figura 53 - Simulazione producibilità, diagrammi



PVsyst V7.2.8

VC0, Simulation date:
11/11/21 22:14
with v7.2.8

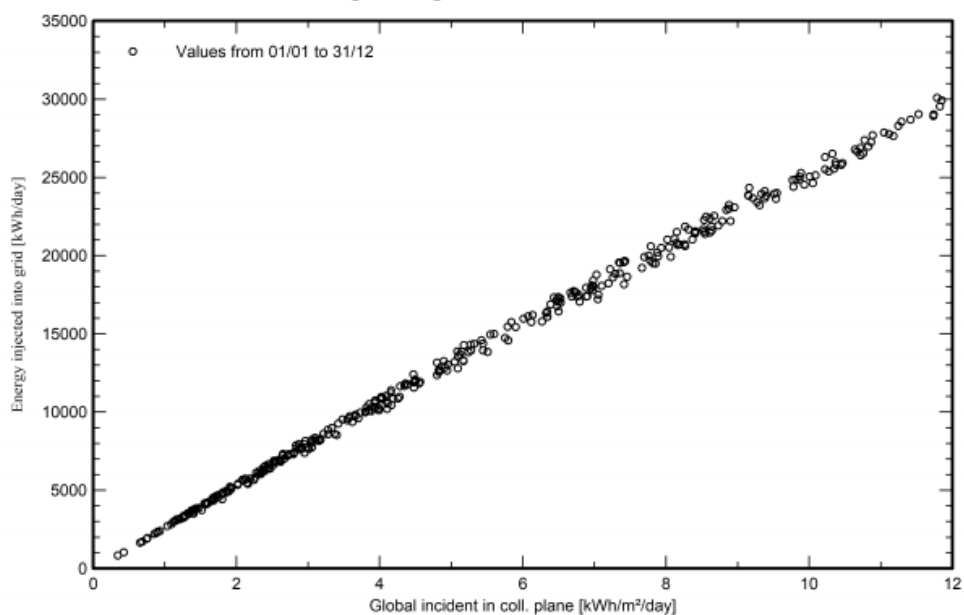
Project: Craco

Variant: Inseguitore 1P 25 moduli Pitch 5,0 m

Aedes Group Engineering (Italy)

Special graphs

Diagramma giornaliero entrata/uscita



Distribuzione potenza in uscita sistema

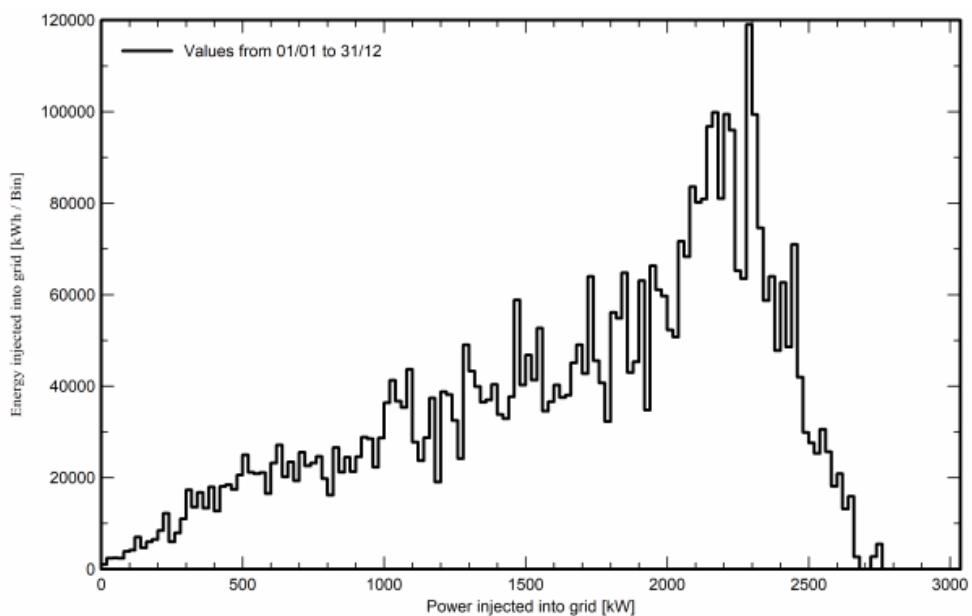


Figura 54 - Simulazione producibilità, perdite

Piastra P2a. strutture fisse, azimuth 90°, tilt 10°, pitch 8,0 m



PVsyst V7.2.8

VC2, Simulation date:
11/11/21 22:31
with v7.2.8

Project: Craco

Variant: Fisso azimuth 90/tilt10_24 moduli_pitch 8,0 m

Aedes Group Engineering (Italy)

Project summary

Geographical Site

Craco-Sant'Angelo

Italia

Situation

Latitude 40.38 °N

Longitude 16.44 °E

Altitude 333 m

Time zone UTC+1

Project settings

Albedo 0.20

Meteo data

Craco-Sant'Angelo

Meteonorm 8.0, Sat=100% - Sintetico

System summary

Grid-Connected System

Simulation for year no 10

Sheds, single array

PV Field Orientation

Fixed plane

Tilt/Azimuth 10 / 90 °

Near Shadings

Linear shadings

User's needs

Unlimited load (grid)

System information

PV Array

Nb. of modules

3096 units

Pnom total

1889 kWp

Inverters

Nb. of units

7 units

Pnom total

1575 kWac

Pnom ratio

1.199

Results summary

Produced Energy

2365 MWh/year

Specific production

1253 kWh/kWp/year

Perf. Ratio PR

83.78 %

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	5
Main results	6
Loss diagram	7
Special graphs	8

Figura 55 – impianto fisso, simulazione producibilità,



PVsyst V7.2.8

VC2, Simulation date:
11/11/21 22:31
with v7.2.8

Project: Craco

Variant: Fisso azimut 90/tilt10_24 moduli_pitch 8,0 m

Aedes Group Engineering (Italy)

General parameters

Grid-Connected System		Sheds, single array	
PV Field Orientation		Sheds configuration	
Orientation		Nb. of sheds	129 units
Fixed plane		Single array	
Tilt/Azimuth	10 / 90 °	Sizes	
		Sheds spacing	8.00 m
		Collector width	4.95 m
		Ground Cov. Ratio (GCR)	61.9 %
		Top inactive band	0.02 m
		Bottom inactive band	0.02 m
		Shading limit angle	
		Limit profile angle	15.5 °
Horizon		User's needs	
Free Horizon		Unlimited load (grid)	

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Jinkosolar	Manufacturer	Sungrow
Model	JKM610N-78HL4-V	Model	SG250HX
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	610 Wp	Unit Nom. Power	225 kWac
Number of PV modules	3096 units	Number of inverters	7 units
Nominal (STC)	1889 kWp	Total power	1575 kWac
Modules	129 Strings x 24 In series	Operating voltage	600-1500 V
At operating cond. (50°C)		Max. power (=>30°C)	250 kWac
Pmpp	1747 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.20
U mpp	999 V		
I mpp	1748 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	1889 kWp	Total power	1575 kWac
Total	3096 modules	Nb. of inverters	7 units
Module area	8654 m²	Pnom ratio	1.20
Cell area	7974 m²		

Array losses

Array Soiling Losses		Thermal Loss factor		DC wiring losses	
Loss Fraction	2.0 %	Module temperature according to irradiance		Global array res.	9.3 mΩ
		Uc (const)	29.0 W/m²K	Loss Fraction	1.5 % at STC
		Uv (wind)	0.0 W/m²K/m/s		
LID - Light Induced Degradation		Module Quality Loss		Module mismatch losses	
Loss Fraction	2.0 %	Loss Fraction	-0.8 %	Loss Fraction	2.0 % at MPP
Strings Mismatch loss		Module average degradation			
Loss Fraction	0.1 %	Year no	10		
		Loss factor	0.4 %/year		
		Mismatch due to degradation			
		Imp RMS dispersion	0.4 %/year		
		Vmp RMS dispersion	0.4 %/year		

Figura 56 - Impianto fisso, sommario



PVsyst V7.2.8

VC2, Simulation date:
11/11/21 22:31
with v7.2.8

Project: Craco

Variant: Fisso azimut 90/tilt10_24 moduli_pitch 8,0 m

Aedes Group Engineering (Italy)

Main results

System Production

Produced Energy

2365 MWh/year

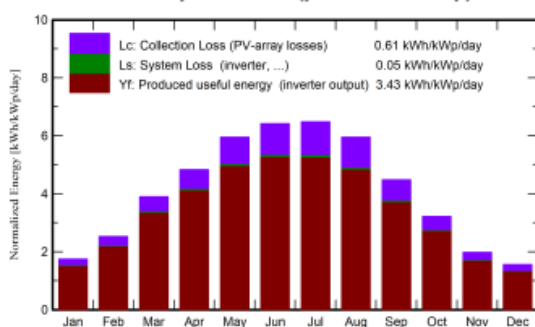
Specific production

1253 kWh/kWp/year

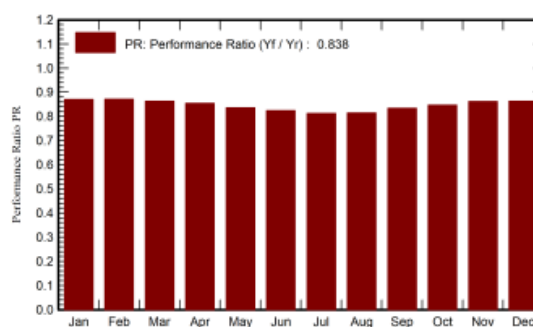
Performance Ratio PR

83.78 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	ratio
January	54.3	27.41	6.58	54.1	52.0	90.5	88.9	0.870
February	71.2	33.70	7.05	70.7	68.1	118.0	116.2	0.871
March	122.0	53.14	9.66	120.7	116.7	199.7	196.9	0.863
April	146.9	68.19	12.59	145.0	140.5	237.2	233.8	0.854
May	186.7	74.50	17.21	184.5	178.8	295.6	291.2	0.836
June	194.4	81.00	22.09	192.5	186.8	303.9	299.5	0.824
July	204.6	72.16	25.46	201.1	195.1	313.1	308.4	0.812
August	185.3	70.67	25.21	184.6	179.0	288.5	284.2	0.815
September	134.6	54.98	19.90	134.3	130.0	214.6	211.5	0.834
October	98.9	46.37	16.08	99.8	96.3	162.1	159.7	0.847
November	59.7	35.49	11.74	59.5	57.3	98.3	96.7	0.861
December	47.6	27.11	8.06	48.2	46.1	79.8	78.4	0.862
Year	1506.2	644.70	15.19	1495.0	1446.6	2401.3	2365.5	0.838

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation

DiffHor Horizontal diffuse irradiation

T_Amb Ambient Temperature

GlobInc Global incident in coll. plane

GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray Effective energy at the output of the array

E_Grid Energy injected into grid

PR Performance Ratio

Figura 57 - Impianto fisso, dati



PVsyst V7.2.8
VC2, Simulation date:
11/11/21 22:31
with v7.2.8

Project: Craco

Variant: Fisso azimut 90/tilt10_24 moduli_pitch 8,0 m

Aedes Group Engineering (Italy)

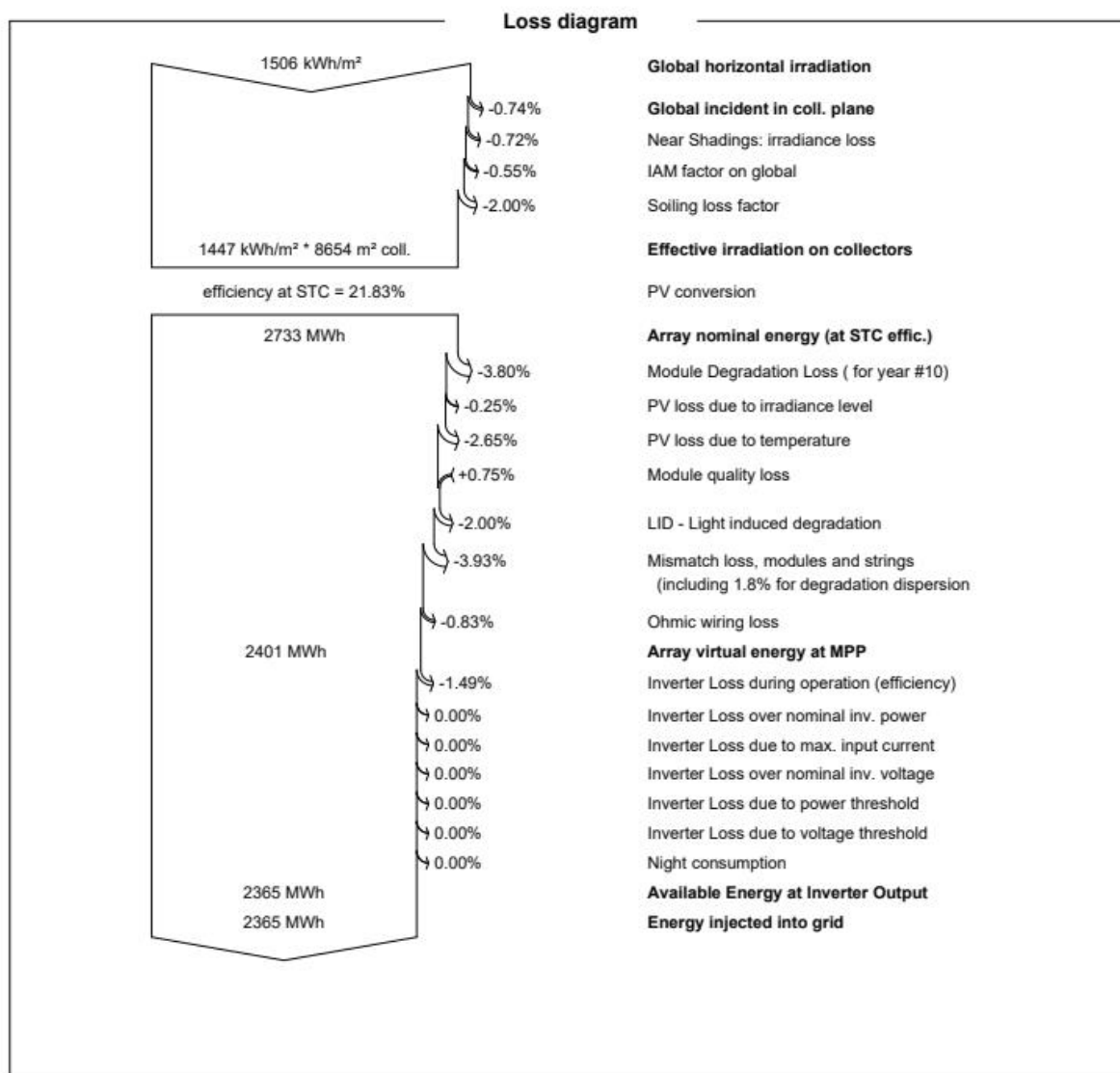


Figura 58 - Impianto fisso, modello



PVsyst V7.2.8

VC2, Simulation date:
11/11/21 22:31
with v7.2.8

Project: Craco

Variant: Fisso azimut 90/tilt10_24 moduli_pitch 8,0 m

Aedes Group Engineering (Italy)

Special graphs

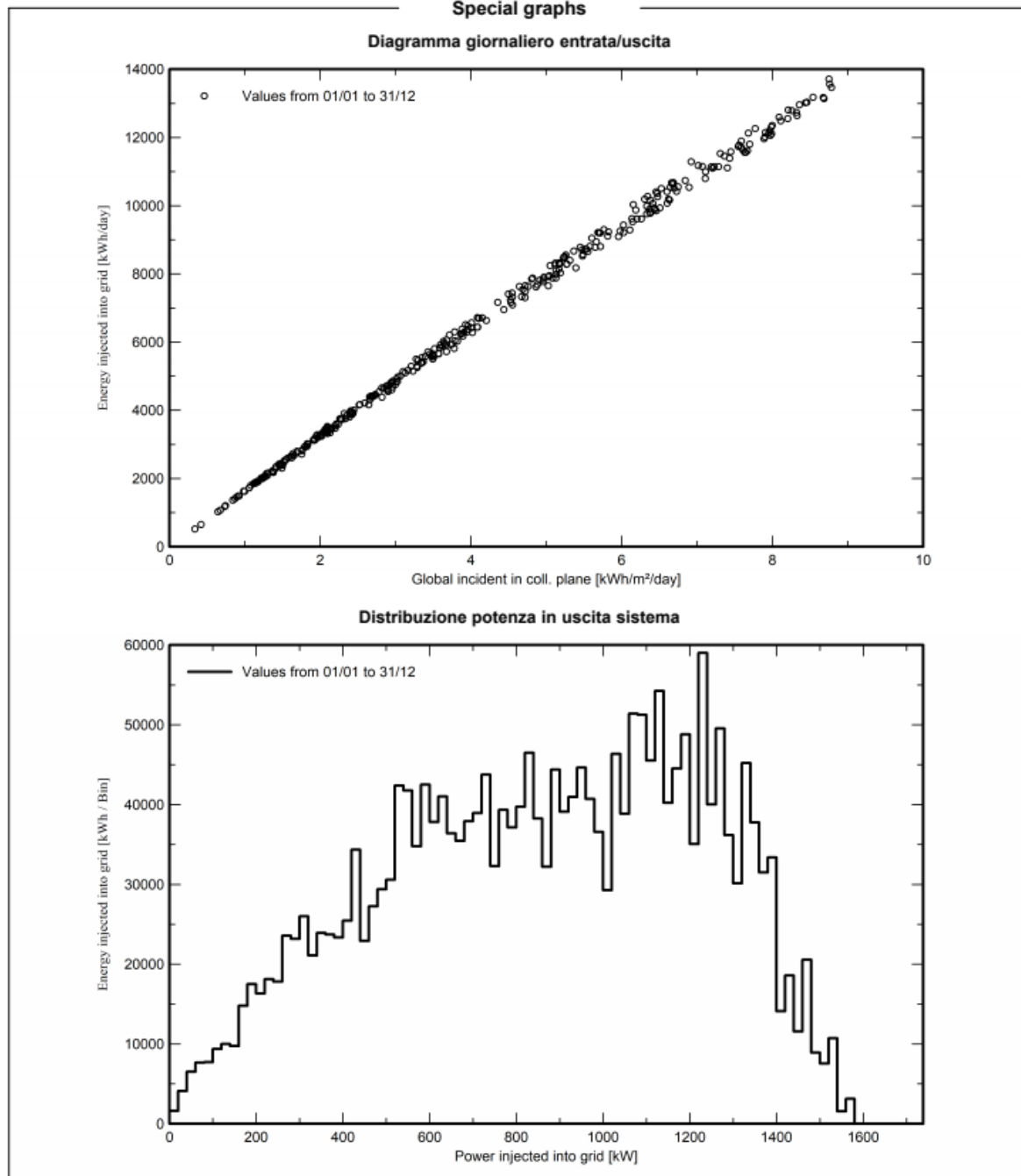


Figura 59 - Impianto fisso,

2.8 Politiche gestionali

2.8.1 Misure di sicurezza dei lavoratori

Il progetto rispetterà tutte le norme di sicurezza dei lavoratori e si doterà di certificazione di sicurezza. Ogni area in tensione sarà dotata di opportuna segnaletica delle situazioni di pericolo.

Al fine di evitare rischi nell'installazione e nella manutenzione dell'impianto fotovoltaico dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- a) Installare e manipolare l'attrezzatura soltanto da personale qualificato;
- b) Non installare il modulo in un punto se non debitamente fissato. Un'eventuale caduta potrebbe rompere il vetro;
- c) Utilizzare il modulo soltanto per l'uso cui è destinato. Non smontare il modulo né rimuovere qualsivoglia parte, etichetta o pezzo installato dal produttore;
- d) Non concentrare la luce solare o altre fonti di luce artificiale sul modulo;
- e) Un modulo fotovoltaico genera elettricità quando è esposto alla luce solare o ad altre fonti di luce. Coprirne completamente la superficie con un materiale opaco durante le operazioni d'installazione, smontaggio e manipolazione;
- f) Utilizzare strumenti appositamente rivestiti con materiale isolante quando si opera sul modulo;
- g) Lavorare sempre a condizioni non umide, sia per quanto riguarda il modulo che gli strumenti;
- h) Non installare il modulo laddove vi siano gas o vapori infiammabili;
- i) Evitare scariche elettriche nelle operazioni di installazione, cablaggio, messa in funzione o manutenzione dei moduli;
- j) Non toccare i morsetti mentre il modulo è esposto alla luce del sole; Il monitoraggio dell'isolamento dell'impianto fotovoltaico lato CC è realizzato mediante apposita apparecchiatura, facente parte degli inverter di conversione, a due soglie d'intervento:
 - ❖ Al superamento della prima soglia di allarme dell'isolamento verrà segnalato mediante invio automatico di sms/email a persona incaricata dal committente.
 - ❖ Superata la seconda soglia di allarme dovrà essere attivata una segnalazione acustica prevista nel quadro allarmi ed una esterna in posizione da definire con il committente. All'attivazione della segnalazione di allarme dovuta ad una diminuzione di isolamento, dovrà essere proibito l'accesso del personale al campo fotovoltaico. Si ricorda che eventuali operazioni di controllo, manutenzione e riparazione nell'impianto fotovoltaico dovranno essere eseguite durante le ore prive di irraggiamento solare (ore notturne) o in altro modo mediante coperture dei pannelli solari con appositi teli.

- k) Tutti i quadri di bassa tensione dovranno essere provvisti di cartello di sicurezza che avvisa del pericolo della doppia alimentazione del circuito elettrico di un impianto fotovoltaico collegato alla rete del distributore.

2.9 *Alternative*

2.9.1 Alternative tecnologiche

La principale alternativa valutata è relativa all'impiego di strutture fisse o ad inseguimento. Dopo attenta valutazione tale alternativa è stata ridotta ai due casi sottoesposti.

Occorre considerare che la producibilità di un impianto fotovoltaico (kwh/anno), dipende da numerosi fattori legati alla scelta del sito (latitudine, ombreggiamenti, etc), alle scelte progettuali (tipologia di pannelli, tipologia di inverter, disposizione dei pannelli, etc), alle perdite dei materiali impiegati (cavi, inverter, trasformatori, etc.).

Possiamo sintetizzare alcuni parametri essenziali che incidono sulla producibilità del sito:

- ❖ Irradiazione solare annua
- ❖ Irradiazione globale effettiva
- ❖ energia prodotta dai pannelli fotovoltaici
- ❖ perdite nell'impianto
- ❖ energia immessa in rete.

Dal punto di vista energetico, il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

A questo scopo assume grande importanza il posizionamento dei moduli nei sostegni.

In relazione alle tipologie di sostegni utilizzati distinguiamo due tipologie di impianti:

- ❖ impianti fissi
- ❖ impianti ad inseguitore solare

Prendendo come riferimento l'irradiazione solare annua (norme UNI 8477), il calcolo dell'irradiazione globale effettiva è stato effettuato utilizzando il modello matematico messo a disposizione dalla Commissione Europea realizzato dal JRC di Ispra nelle due ipotesi (impianto fisso, impianto ad inseguitore monoassiale).

In entrambe le ipotesi le perdite complessive dell'impianto sono state considerate pari al 22 % dell'energia captata dai moduli.

Calcolo della producibilità dell'impianto con un sistema di sostegni fissi. In questa ipotesi i moduli sono posizionati su sostegni fissi orientati a Sud ed inclinati di 30° dalla superficie del terreno.

Pertanto, adoperando un sistema di “sostegni fissi” il numero di ore equivalenti in un anno (ovvero il n° di ore in cui un impianto produce alla sua potenza di picco), è risultato pari a 1.210.

Da questo dato è possibile stimare l'energia media prodotta dall'impianto:

$$\text{Energia} = 17.130 * 1.250 = 21.412.500 \text{ kWh/anno}$$

Calcolo della producibilità dell'impianto con un sistema di sostegni ad inseguitori monoassiali

In questa ipotesi i moduli sono inseriti in un sistema di sostegni con inseguitori monoassiali a doppio pannello per consentire una maggiore distanza tra i filari e poter inserire la doppia siepe ulivicola.

I dati di producibilità dell'impianto sono rappresentati nella Relazione Tecnica.

Pertanto, adoperando un sistema di “sostegni ad inseguitore” il numero di ore equivalenti in un anno, è risultato pari a 1.550.

Da questo dato è possibile stimare l'energia media prodotta dall'impianto nel primo anno:

$$\text{Energia} = 17.130 * 1.385 = 27.651.380 \text{ kWh/anno}$$

Quindi si può affermare che l'inseguitore monoassiale:

- Consente di aumentare la producibilità fino al 30% rispetto al sistema fisso;
- Consente di limitare l'ombreggiamento tra le file dei moduli;
- Consente un uso più efficiente del terreno limitando la distanza tra le file dei moduli;
- Consente l'assetto ulivicolo con doppia siepe.

Ogni qual volta è stato possibile, dunque, sono stati usati sistemi ad inseguimento monoassiale.

2.9.4 Alternative circa compensazioni e mitigazioni

Individuato il sito, ed avuta conferma della connessione da Terna per la Stmg, si è proceduto all'impostazione dell'impianto dal punto di vista elettrico e delle mitigazioni. In sostanza si è proceduto in questo modo:

- 1- In primo luogo, è stata realizzata una ricostruzione dettagliata delle curve di livello, con distinzione di 1 metro, al fine di assicurarsi della fattibilità dell'installazione degli inseguitori (che, come noto, sono sensibili alle pendenze) e, d'intesa con il produttore è stata stabilita la compatibilità fino al 9-12%;

- 2- In secondo luogo, con sopralluoghi mirati e rilevazioni di tipo agronomico e naturalistico, condotte dai nostri esperti, è stato definito in alcuni punti critici il tipo di trattamento da realizzare, e in alcuni lotti piccoli, si è valutato se utilizzarli o meno per l'impianto;
- 3- Questa fase ha visto una notevole riduzione di superficie rispetto a quella opzionata, circa del 40% rispetto a quella inizialmente programmata, per compattare l'impianto, evitare le aree più problematiche e fare spazio ad alcune aree di mitigazione;



Figura 60- Particolare fascia di interposizione e continuità ecologica

2.10 Superfici e volumi di scavo

Per questa parte della relazione si veda anche l'elaborato “**Piano di utilizzo in sito di terre e rocce di scavo**” nel quale è riportata la norma e le procedure di campionamento ante l'apertura del cantiere e relativi parametri analitici.

2.10.1 Quantità

Per stimare il volume di scavo occorre partire dalle superfici e dai relativi spessori. Il principale intervento sul terreno sarà relativo alla viabilità di impianto. Essa sarà realizzata con pietrisco e ghiaia e avrà le seguenti caratteristiche:

- Larghezza media, 3,5 mt
- Profondità media, 0,3 mt,

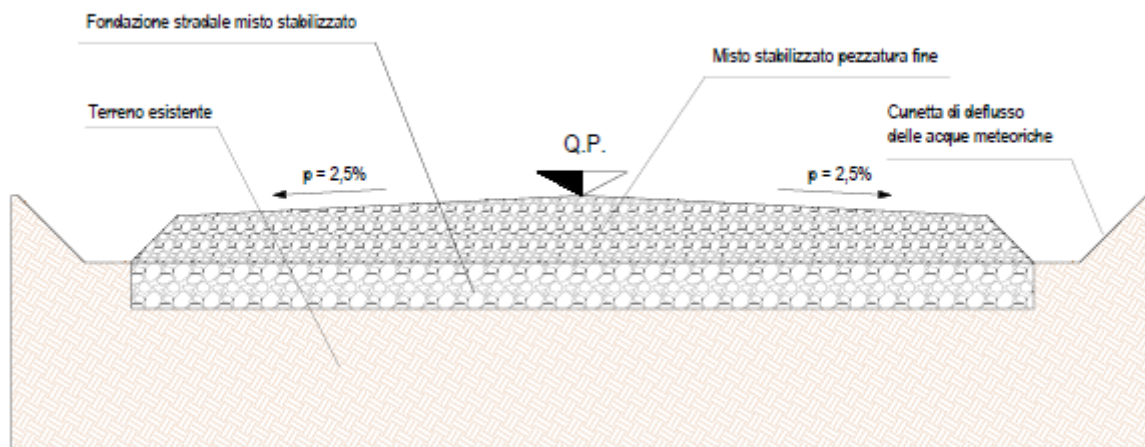


Figura 61- Sezione-tipo strade interne in misto stabilizzato

Si stima la quantità di misto stabilizzato da utilizzare in 1.781 mc. La quantità di terra rimossa e movimentata può essere stimata in 2/3 della cifra sopra indicata, e quindi pari a 1.425 mc.

L'alloggiamento dei cavidotti BT e MT comporterà la rimozione di circa 3.900 m. Circa il 80% del terreno escavato per i cavidotti BT e MT sarà riutilizzato per il riempimento dello scavo.

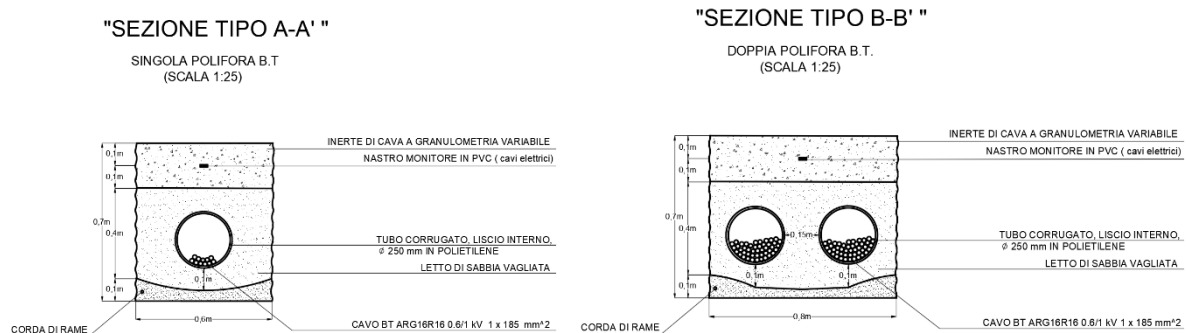


Figura 62 - Sezione tipo di elettrodotto BT

Il cavidotto MT esterno si sviluppa per circa 6.000 m con un volume di scavo di circa 4.680 m³. Di questo, circa il 75% sarà direttamente riutilizzato in situ per ricolmare la fossa di scavo.

Le 6 cabine e la cabina di raccolta finale comporteranno lo scavo di una vasca di fondazione da 14 x 4 x 0,4 mt, avente quindi un volume di ca 124 mc.



Figura 63 - Cabina tipo

I pali di illuminazione sono circa 55, i relativi plinti possono comportare la rimozione di circa 0,5 mc. Quindi 28 mc.

In definitiva il terreno da movimentare è stimabile in:

	mc	quantità riusata	quantità residua
strade interne	1.781	80%	356
cavidotti BT	2.604	80%	521
cavidotti MT est.	4.680	75%	1.170
cabine	124	20%	99
pali illuminazione	28	0%	28
	9.217		2.174

2.10.2 Utilizzo in sito e come sottoprodotti

La fascia di mitigazione dell'impianto occupa una superficie di 28.000 mq, mentre la parte naturalistica ne occupa 1.600 mq.

Su tali aree saranno ripartite i 2.174 mc residuanti dalle attività di scavo. In definitiva per uno spessore medio di 7,3 cm. Precisamente saranno utilizzati solo dove serve, in aree limitate, per creare un lieve effetto gobba sulla mitigazione, graduato dall'esterno verso l'interno, in modo da schermare ulteriormente il campo e per l'area naturalistica a fini di modellazione minore.

Non si prevede di dover gestire terre e rocce fuori del cantiere. Qualora la cosa si renda necessaria si richiederà la qualifica di “sottoprodotto”, previa caratterizzazione in situ dei cumuli di terra e variante del Piano di Utilizzo presente nel progetto.

Per l'indicazione delle modalità di caratterizzazione (oltre 65 punti di prelievo previsti) si rimanda al Piano di Utilizzo.

2.11 Altri materiali e risorse naturali impiegate

2.11.1 Stima materiali da utilizzare

La realizzazione della recinzione comporterà l'impiego di circa 2.560 mq di rete metallica con relativi pali di legno.

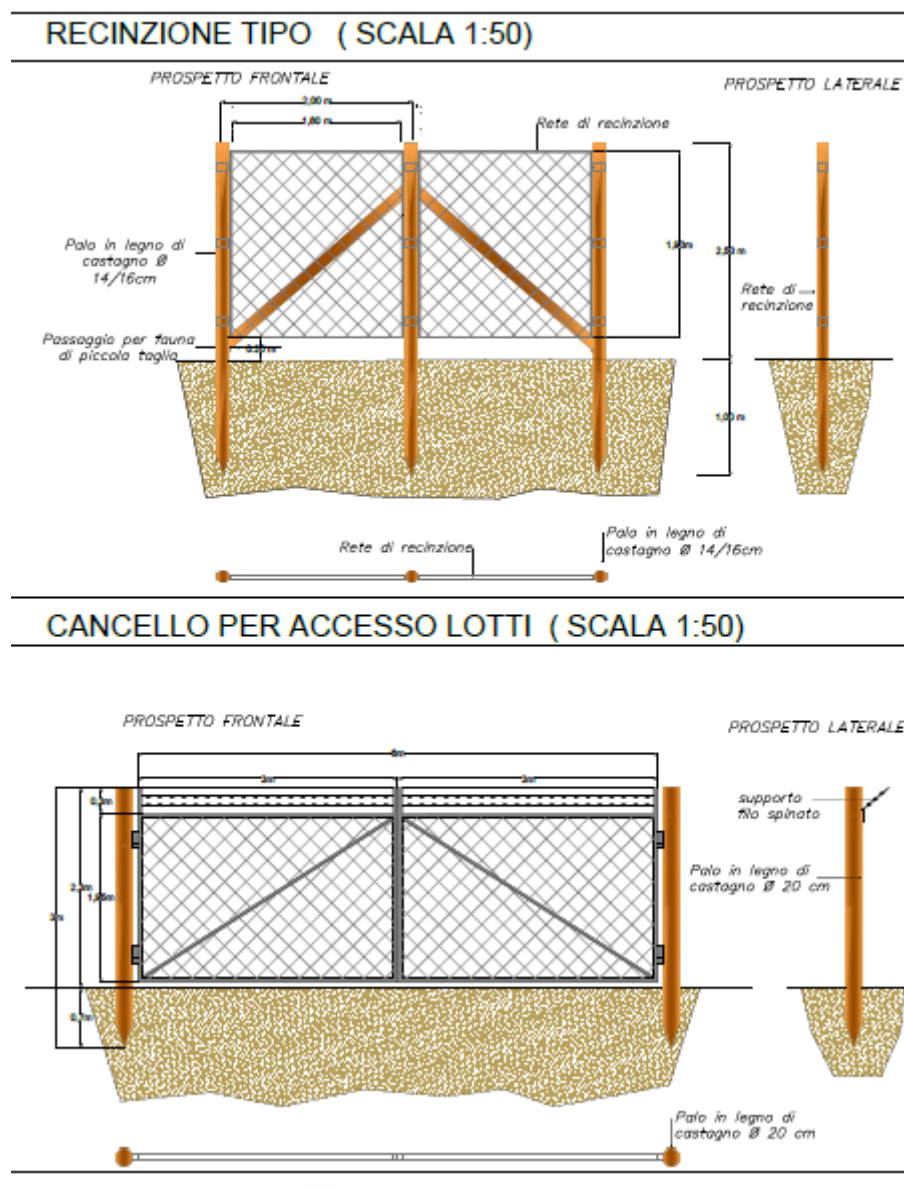


Figura 64 - Recinzione, particolare

L'impianto di illuminazione e videosorveglianza prevede l'installazione di 50 pali in acciaio zincato, ognuno corredato di plinto di fondazione, fascio a luce LED con puntatore e termocamera e videocamera, relativi cablaggi.

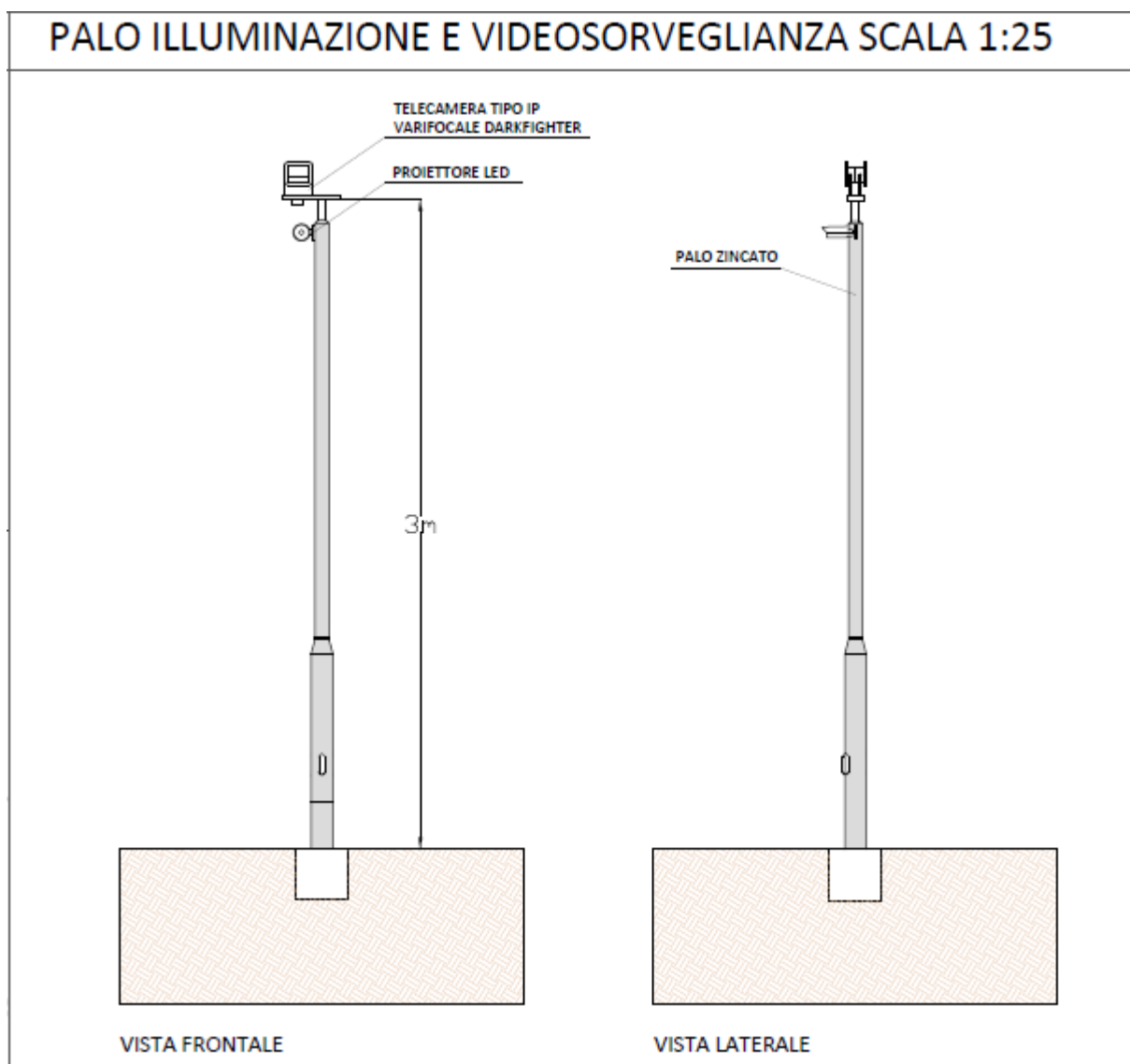


Figura 65- Particolare palo di illuminazione e videosorveglianza

Le altre risorse e materiali impiegati comprendono i moduli fotovoltaici, l'acciaio per i tracker e la relativa carpenteria, le strutture prefabbricate delle cabine con i relativi cavidotti, i materiali per i plinti di fondazione dei pali di illuminazione (calcestruzzo, sabbia, inerti e acqua, ferri di armatura). Tali materiali saranno forniti direttamente dalla ditta installatrice e sono stimati nella tabella seguente.

È opportuno precisare che, delle risorse naturali impiegate, la parte riferita all'occupazione o sottrazione di suolo è in gran parte teorica: il terreno sottostante i pannelli infatti rimane libero e allo stato naturale, così come il soprasuolo dei cavidotti.

In definitiva, solo la parte di suolo interessata dalle viabilità di impianto e dalle cabine risulta, a

progetto realizzato, modificata rispetto allo stato naturale ante operam. Questo terreno ammonta a poco più di 1.200 mq (circa il 5% della superficie).

	Quantità	U.m.	Stima materiali (ton)										
			legno	pietrisco	alluminio	rame	fibra	ferro	elettronica	vetro	silicio	plastiche	CLS
Recinzione	2.596	m	52										
Misto granulare	2.000	mc		3.000									
Cavo MT alluminio (est)	18.000	m			301							1	
Cavo MT alluminio (int)	4.962	m			43							0	
Cavo BT alluminio	39.834	m			175							3	
Cavo solare	85.484	m				6						6	
Corda rame	194	m				0							
Messa terra PE rame	4.337	m				1							
Cavi in fibra ottica	2.596	m					0					0	
Struttura tracker da 25	413	cad.						240					
Struttura fissa da 24	935	cad.						542					
Inverter	75	cad.						1	2				
Moduli	32.765	cad.			66	46				491	33	92	
Acciaio in barre	1.493	m						2					
Cabine	7	cad.							11				154
Totale			52	3.000	585	53	0	785	12	491	33	102	154

Durante la fase di funzionamento dell'impianto è previsto l'utilizzo di limitate risorse e materiali.

Considerato che le operazioni di manutenzione e riparazione impiegheranno materiali elettrici e di carpenteria forniti direttamente dalle ditte appaltatrici, l'unica risorsa consumata durante l'esercizio dell'impianto è costituita dall'acqua demineralizzata usata per il lavaggio dei pannelli.

2.13 Mitigazioni previste

2.13.1 Generalità

La sistemazione ambientale delle aree di margine si è basata su un'accurata indagine vegetazionale e climatica del luogo, finalizzata alla realizzazione di fasce perimetrali della larghezza media di dieci metri lungo la viabilità principale e quella interpoderale. Verso il confine Nord è stata disposta una fascia continua di arbusti ed alberi che ha lo scopo di schermare verso il campo lungo il colmo dell'impianto.



La vegetazione autoctona introdotta è distribuita in maniera tale da creare un sistema diffuso con struttura variabile in cui sono riprodotti gli ambienti della macchia bassa tipica dell'area, a bassa manutenzione nei primi anni di impianto e a bassissima manutenzione a maturità, ottenuto attraverso l'inserimento di piante autoctone, appartenenti alla vegetazione potenziale dell'area fitoclimatica.

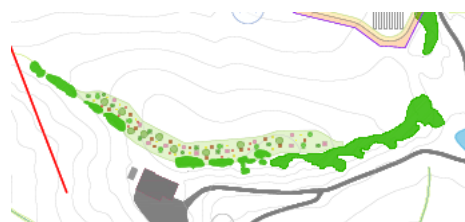
Al fine di ottimizzare il raggiungimento dell'obiettivo è prevista l'esclusiva utilizzazione di specie vegetali autoctone che concorrono al mantenimento degli equilibri dell'ecosistema, oltre ad offrire maggiori garanzie di attecchimento e mantenimento della copertura vegetale.



La necessità di minima interferenza dell'elemento vegetale con il campo fotovoltaico ha portato alla scelta di specie sempreverdi e decidue a chioma espansa. Il portamento, le dimensioni e l'habitus vegetativo delle diverse specie arboree ed arbustive saranno tali da garantire un effetto coprente continuo nel tempo e nello spazio. I cromatismi dei fiori e del fogliame doneranno un piacevole effetto scenografico. La presenza di bacche, oltre ad offrire delle macchie di colore molto decorative in autunno, fornirà al contempo una fonte supplementare di cibo per la fauna del luogo.



Il secondo luogo, è stata determinata dalla loro velocità di accrescimento delle piante e dal loro ombreggiamento sui pannelli. La velocità di accrescimento di una pianta dipende da molti fattori spesso imponderabili quali variazione delle situazioni climatiche, delle condizioni del suolo, l'adeguatezza della manutenzione e la competizione tra specie.



Perciò la scelta delle piante, per quanto fatta in linea con la vegetazione potenziale e reale del luogo, si è indirizzata verso quelle specie che sulla base di dati bibliografici, garantiscono un lento accrescimento e la loro disposizione è stata fatta in modo da far sì che nell'arco di vita del campo fotovoltaico non superino i 10 metri nella porzione più prossima al campo.



Figura 66- vegetazione di bordo da rafforzare

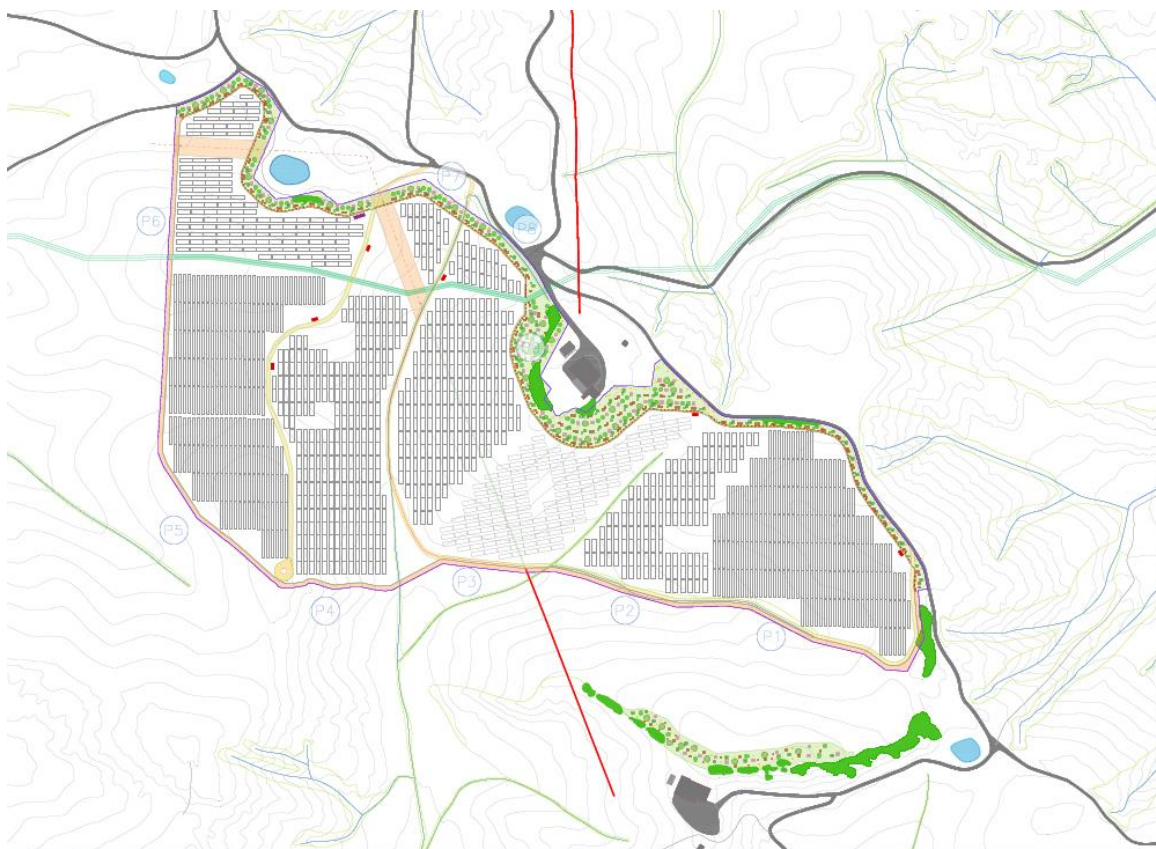


Figura 67 - Stralcio del progetto del verde suddiviso in aree funzionali

Il progetto del verde mira alla creazione di sistemi agroforestali con microhabitat diversificati, tanto sul piano microambientale che sul piano delle comunità vegetali, che supportano una particolare diversità specifica sia di erbivori che di predatori. In tal senso i sistemi agroforestali, da realizzare, costituiscono dal punto di vista ecologico e paesaggistico dei veri e propri corridoi, intesi come “ecosistemi (o meglio ecotopi) di forma lineare con caratteri propri che differiscono dalle condizioni circostanti” (Franco, 2000). Le caratteristiche dei corridoi, in particolare dei corridoi vegetati, variano in funzione della struttura interna ed esterna, e sono influenzate da una serie di attributi:

- la larghezza (parametro della struttura orizzontale), che nei corridoi ingloba l’effetto gradiente tra i due margini del sistema, le cui caratteristiche ambientali generalmente differiscono tra loro e confinano con abitata diversi;
- la porzione centrale, che può possedere peculiarità ecologiche proprie o contenere ecosistemi diversi (corsi d’acqua, strade, muretti, ecc.);
- la composizione e la struttura verticale.

In quest’ottica si pongono i sistemi agroforestali intesi come “soprassuoli arboreo/arbustivi a sviluppo per lo più lineare gestiti con tecniche forestali ed integrati nel ciclo produttivo agro-silvo-pastorale”

(Franco, 2000). Tale definizione comprende un'ampia varietà di sistemi antropici o seminaturali, potendo indicare tanto le siepi spinose adoperate per separare le greggi che le grandi fasce boscate riparali.

I sistemi agroforestali sono presenti nei paesaggi rurali europei già dall'epoca pre-romana, e si sono modificati in forma, struttura ed estensione al passo con le trasformazioni socioeconomiche del paesaggio, con le tecniche agronomiche e sulla base delle diverse condizioni pedo-ambientali. Le modificazioni nell'uso del paesaggio rurale in generale, e di questi sistemi in particolare, sono avvenute piuttosto lentamente sino a circa un secolo fa, con un tasso di cambiamento decisamente più rapido a seguito dell'avvento dell'agricoltura industriale e dell'avvento dei paesaggi di tipo agro industriale ad energia solare e combustibile.



Figura 68 - esempio di vegetazione arbustiva nell'area

Al fine di assicurare la continuità ecologica, il progetto ambisce a costruire un sistema strutturato attraverso:

- la conservazione e integrazione degli aspetti di naturalità residui,
- la loro messa a sistema lungo dei corridoi ecologici di connessione.

Nel dettaglio, la sistemazione ambientale si è basata su un'indagine vegetazionale e climatica del luogo, finalizzata alla realizzazione di fasce perimetrali di larghezza variabile lungo la viabilità principale e quella interpoderale e alla costruzione di macchie vegetali lineari interne al campo.

La vegetazione autoctona introdotta è distribuita in maniera tale da creare un sistema diffuso con struttura variabile in cui sono riprodotti gli ambienti della macchia bassa e della boscaglia, a bassa manutenzione nei primi anni di impianto e a bassissima manutenzione a maturità, ottenuto attraverso l'inserimento di piante autoctone, appartenenti alla vegetazione potenziale dell'area fitoclimatica.



Figura 69 - Veduta del territorio

Si prevede pertanto una copertura del terreno perimetrale, costituita da un mantello arbustivo ed arboreo, tale da riprodurre una condizione naturale ed evoluta della macchia-bosco mediterranea. Lo scopo di questa fascia vegetale oltre a mitigare l'impatto del campo fotovoltaico è quello di connettere le aree naturali presenti nei dintorni, sviluppando rapporti dinamici tra le aree boschive preesistenti e i cespugli di crinale.

Al fine di ottimizzare il raggiungimento dell'obiettivo è prevista l'esclusiva utilizzazione di specie vegetali autoctone che concorrono al mantenimento degli equilibri dell'ecosistema, oltre ad offrire maggiori garanzie di attecchimento e mantenimento della copertura vegetale.

La necessità di minima interferenza dell'elemento vegetale con il campo fotovoltaico ha portato alla scelta di specie sempreverdi e decidue a chioma espansa. Il portamento, le dimensioni e l'habitus

vegetativo delle diverse specie arboree ed arbustive saranno tali da garantire un effetto coprente continuo nel tempo e nello spazio. I cromatismi dei fiori e del fogliame doneranno un piacevole effetto scenografico. La presenza di bacche, oltre ad offrire delle macchie di colore molto decorative in autunno, fornirà al contempo una fonte supplementare di cibo per la fauna del luogo.



Figura 70 - Render sistemazione di bordo

La collocazione delle piante è stata guidata innanzitutto dal rispetto delle distanze dai fabbricati e dalle strade pubbliche come da Codice Civile e da D.Lgs. 285/1992 (“Codice della Strada”), oltre che dalle reti elettriche come DPCM 8 luglio 2003 o da altre reti.

In secondo luogo, è stata determinata dalla velocità di accrescimento delle piante e dal loro ombreggiamento sui pannelli. La velocità di accrescimento di una pianta dipende da molti fattori spesso imponderabili quali variazione delle situazioni climatiche, delle condizioni del suolo, l’adeguatezza della manutenzione e la competizione tra specie. Perciò la scelta delle piante, per quanto fatta in linea con la vegetazione potenziale e reale del luogo, si è indirizzata verso quelle specie che sulla base di dati bibliografici, garantiscono un lento accrescimento e la loro disposizione è stata

fatta in modo da far sì che nell'arco di vita del campo fotovoltaico non superino i 10 metri nella porzione più prossima al campo.

Nel dettaglio, la vegetazione arborea sarà costituita da alberi appartenenti alla vegetazione potenziale e reale dell'area, sia a carattere forestale che fruttifera, osservata sul posto durante i sopralluoghi. Si è scelto, allo scopo, di utilizzare alberi sia sempreverdi che decidui che hanno portamenti e dimensioni diversi tra loro ma accomunati dall'elevata rusticità e resistenza all'aridità, quali *Quercus coccifera*, *Cercis siliquastrum*, *Ceratonia siliqua*, *Malus sylvestris*:

- *Quercus coccifera*, (quercia spinosa) è un albero sempreverde appartenente alla famiglia delle *Fagaceae*. La quercia spinosa tende a sviluppare una chioma fino ad una altezza di 2-5 metri (portamento arbustivo), fino a 8 metri (portamento arboreo). Le foglie sono persistenti per più anni, coriacee, brevemente picciolate, glabre su ambo le pagine e con pochi peli sparsi lungo le nervature principali; la lamina fogliare è piccola, generalmente lunga 2-3 cm, ellittica o ovata-oblunga, con margine dentato-spinoso nelle forme giovanili, intero nell'habitus adulto. I frutti sono ghiande solitarie o appaiate che maturano in due anni. La cupola è emisferica completamente avvolgente, con squame inizialmente conniventi, poi visivamente patenti. La Quercia spinosa è una specie molto rustica e lenta che si adatta a substrati sassosi, zone assolate con clima caldo-arido, e a condizioni limite di siccità. Predilige ambienti luminosi e terreni calcari.
- *Cercis siliquastrum* (albero di giuda) è una fanerofita arborea. E' un albero caducifoglio di altezza fino a 10 m, con fusto per lo più irregolare e contorto dalla corteccia bruno-rossastra scura, da giovane liscia, poi con fini screpolature. Le foglie sono alterne cuoriformi-orbicolari o reniformi (diam. 5-10 cm), semplici, glabre ed intere, glauche nella pagina inferiore, verdi più scure superiormente, con picciolo di 2-6 cm e con nervature palmate. La fioritura è primaverile con fiori ermafroditi, appena prima della fogliazione, peduncolati, raccolti in fascetti densi inseriti direttamente sul fusto e sui rami vecchi (caulifloria). I frutti sono legumi glabri, lineari, compressi, bruno-rossastri, lunghi fino a 10 cm, contenenti 10-14 semi ovali, duri, bruno-nerastri. L'albero di Giuda cresce selvatico nei boschi termofili di latifoglie. Vive spesso in associazione con la roverella, la quercia e l'orniello. Lo ritroviamo inoltre nelle boscaglie ben esposte al sole e nella macchia mediterranea. Vegeta ad altitudini comprese tra il livello del mare e gli 800 m, prediligendo i suoli di natura calcarea
- *Ceratonia siliqua* (carrubo) è un albero robusto, alto 7-10 m, dal portamento espanso tabulare. Tronco più o meno difforme, con corteccia liscia, bruno-rossa. Foglie alterne, persistenti,

composte da 2-5 paia di segmenti ovali, rotonde o smarginate all'apice. I fiori, in prevalenza unisessuali, tendono a ripartirsi su piante separate in base al sesso, determinando nella specie un comportamento essenzialmente dioico. Molto piccoli e di colore verde-rossastro (privi di corolla, calice con 5 sepali presto caduchi), sono riuniti in grappoli cilindrici eretti, quelli maschili con 5 stami, quelli femminili con uno stimma sessile. L'habitat di questa specie, lucivaga e termofila, benché poco legata alla natura del substrato, è quello dei terreni calcarei litoranei e stazioni asciutte; macchie, garighe, specialmente vicino alle coste ma si può trovare sino a 600 m s.l.m..

- *Malus sylvestris* (melo selvatico) è una pianta della famiglia delle Rosaceae, è una pianta che cresce prevalentemente in forma di arbusto o alberello, ma che in condizioni ottimali può anche superare i dieci metri di altezza. La corteccia è grigiastra, le foglie sono ovali, lunghe 3-4 cm, con il bordo seghettato, di colore verde pallido, ricoperte di peluria biancastra sulla faccia inferiore; i fiori hanno una corolla con 5 petali bianche con sfumature rosa. Il frutto è simile a quello del melo domestico ma più piccolo, duro e asprigno. Giunge a maturazione tra luglio e ottobre. Il melo selvatico cresce ai margini dei boschi di latifoglie, soprattutto di querce.

Per quanto riguarda la vegetazione arbustiva di progetto, si prevede una densità di impianto abbastanza fitta in prossimità della recinzione e lungo gli impluvi mentre diviene più rada lungo il confine con la strada interpoderale, che rappresenta la via di collegamento per le masserie situate sul crinale della collina.

Gli arbusti, che a maturità saranno alti circa 2-3 metri, formeranno insieme agli alberi e alle specie erbacee spontanee, delle macchie riproducti nell'insieme la distribuzione random dei sistemi naturali. Le specie scelte sono sia sempreverdi che caducifoglie: *Arbutus unedo*, *Spartium junceum*; *Pistacia lentiscus*:

- *Arbutus unedo* (corbezzolo): è un albero da frutto appartenente alla famiglia delle *Ericaceae* e al genere *Arbutus*; è un arbusto molto rustico, resistente alla siccità, al freddo ed ai parassiti. Uno stesso arbusto ospita contemporaneamente fiori e frutti maturi, per il particolare ciclo di maturazione; questo insieme al fatto di essere un sempreverde lo rende particolarmente ornamentale (visti i tre colori del corbezzolo: verde per le foglie, bianco per i fiori e rosso per i frutti; colori presenti sulla bandiera italiana, il corbezzolo è un simbolo patrio italiano). Il corbezzolo è longevo e può diventare plurisecolare, con crescita rapida, è una specie

mediterranea che meglio si adatta agli incendi, in quanto reagisce vigorosamente al passaggio del fuoco emettendo nuovi polloni. Si presenta come un cespuglio o un piccolo albero, che può raggiungere i 10 metri, è una pianta latifoglia e sempreverde, inoltre è molto ramificato con rami giovani di colore rossastro. Le foglie hanno le caratteristiche delle piante sclerofille. I fiori sono riuniti in pannocchie pendule che ne contengono tra 15 e 20; i fiori sono ricchi di nettare gradito dalle api. Se il clima lo permette, la fioritura di corbezzolo dura fino a novembre. Il miele di corbezzolo risulta pregiato per il suo sapore particolare, amarognolo e aromatico; è un prodotto prezioso, perché la sua produzione dipende dalle temperature miti autunnali. I frutti maturano in modo scalare nell'ottobre-novembre dell'anno successivo la fioritura; sono eduli, dolci e molto apprezzati.

- *Spartium junceum* (ginestra): è una pianta della famiglia delle Fabaceae, tipica degli ambienti della gariga e di macchia mediterranea, nota anche come ginestra di Spagna o ginestra comune. È una pianta a portamento arbustivo perenne, con lunghi fusti di colore verde cilindrici compressibili ma resistenti, eretti ramosissimi e sono detti vermene. Le foglie sono lanceolate, i fiori sono portati in racemi terminali di colore giallo vivo. L'impollinazione è entomogama. I frutti sono dei legumi con semi che vengono lasciati cadere per gravità a poca distanza dalla pianta madre.
- *Pistacia lentiscus* (lentisco): è una pianta per climi miti a portamento cespuglioso arrotondato e a fogliame persistente, composto da piccole foglioline ovali, di colore verde medio poi rosse d'inverno, lucide e coriacee. Raggiunge un'altezza e un diametro che vanno da 3 a 4 m. L'arbusto presenta una fioritura senza interesse, in maggio - giugno, con piccoli fiori bruno verdastro con stami rossi, raggruppati a piccoli mazzi. Mostra poi abbondanza di piccoli frutti rotondi, rosso intenso, quasi neri a maturità.

Inoltre, l'intera superficie di progetto sarà seminata con prato rustico polifita, costituito da un miscuglio di sementi di specie idonee al suolo arido e argilloso dell'area.

Premesso che la presenza dei pannelli fotovoltaici crea delle condizioni favorevoli quali un minor irraggiamento solare diretto al suolo, la formazione di una maggior umidità al di sotto dei pannelli, ombreggiamento e nascondigli a piccoli animali, la copertura vegetale porta molteplici vantaggi quali:

- il suolo ricoperto da una vegetazione avrà un'evapotraspirazione (ET) inferiore ad un suolo nudo;
- i prati trattengono le particelle terrose e modificheranno i flussi idrici superficiali esercitando una protezione del suolo dall'erosione;
- ci sarà la stabilizzazione delle polveri perché i prati impediranno il sollevamento delle particelle di suolo sotto l'azione del vento;

- la presenza di vegetazione contribuisce al miglioramento della fertilità del terreno, soprattutto attraverso l'incremento della sostanza organica proveniente del turnover delle radici e degli altri tessuti della pianta;
- si creerà un corridoio ecologico che consentirà agli animali presenti nelle aree circostanti di effettuare un passaggio tra habitat diversi;
- la presenza di fiori e frutti fornirà nutrienti per numerose specie, dai microrganismi presenti nel suolo, agli insetti, ai piccoli erbivori ed insettivori. L'aumento di queste specie aumenterà la disponibilità di nutrimento dei carnivori;
- la presenza dei prati, arbusti e alberi consentirà un maggior cattura del carbonio atmosferico, che verrà trasformato in carbonio organico da immagazzinare nel terreno;
- i terreni che avrebbero potuto assumere forme vegetazionali infestanti verranno, invece utilizzati per uno scopo ambientale e di agricoltura votata all'apicoltura;
- le piante forniranno materiale per la costruzione di tane a numerose specie;
- i prati contribuiranno al mantenimento dei suoli, alla riduzione ed eliminazione di pesticidi e fertilizzanti, al miglioramento della qualità delle acque; aumenteranno la quantità di materia organica nel terreno e lo renderanno più fertile per la pratica agricola, una volta che l'impianto sarà arrivato a fine vita e dismesso.



Figura 71- Progetto del verde

Nella tabella seguente sono riportate le quantità della vegetazione di progetto che andranno a costituire le fasce di mitigazione esterne e le connessioni ecologiche interne al campo.

Piante	Superficie/Lunghezza	N. di piante totali
Alberi		353
<i>Ceratonia siliqua</i>		36
<i>Cercis siliquastrum</i>		68
<i>Malus sylvestris</i>		85
<i>Quercus coccifera</i>		94
<i>Quercus ilex</i>		70
Arbusti		1.868
<i>Arbutus unedo</i>		186
<i>Pistacia lentiscus</i>		1.199
<i>Spartium junceum</i>		483
Prato		
Intera area di progetto (escluso le	256.105 mq	

Figura 72 - Progetto del verde _ Quantità

2.14 Descrizione degli effetti naturalistici

2.14.1 Generalità

Un recente studio di Rolf Peschel, Tim Peschel, Martine Marchand e Jörg Hauke, dell'associazione tedesca Neue Energiewirtschaft (BNE)⁹, condotto su ben 75 impianti esistenti in 9 diversi stati federali tedeschi, ha dimostrato un impatto positivo sulla biodiversità degli stessi con un aumento nelle aree occupate da animali e piante, in particolare negli spazi tra le file dei moduli. Lo studio ha analizzato le caratteristiche della vegetazione e la colonizzazione da parte di diversi gruppi animali dei parchi fotovoltaici, alcuni dei quali sono stati descritti dettagliatamente. Vengono inoltre presentati anche i risultati di studi analoghi effettuati nel Regno Unito.

Dopo aver valutato i documenti disponibili, sono emersi i seguenti risultati:

- una delle ragioni principali della colonizzazione da parte di diverse specie animali dei siti degli impianti fotovoltaici a terra, con l'utilizzo permanente di un'area estesa, è la manutenzione del prato negli spazi tra le file dei moduli, condizione che si contrappone fortemente allo stato dei terreni utilizzati in agricoltura intensiva o per la produzione di energia da biomassa;

⁹ "Solarparks - Gewinne für die Biodiversität", Bne https://www.bne-online.de/fileadmin/bne/Dokumente/20191119_bne_Studie_Solarparks_Gewinne_fuer_die_Biodiversitaet_online.pdf

- viene anche rilevato come la possibile presenza di farfalle, cavallette e uccelli riproduttori, aumenta in generale la biodiversità nell'area interessata e nel paesaggio circostante;
- si registra un maggiore effetto vantaggioso quanto più è ampia la distanza tra i moduli. Lo studio ha dimostrato infatti che spazi ampi e soleggiati favoriscono maggiormente l'aumento delle specie e delle densità individuali, in particolare la colonizzazione di insetti, rettili e uccelli riproduttori;
- qualche differenza si registra anche con riferimento alla dimensione delle piastre fotovoltaiche. Gli impianti più piccoli fungono da “biotopi di pietra”, capaci di preservare e ripristinare i corridoi di habitat per piccola fauna. Mentre gli impianti fotovoltaici di grandi dimensioni possono costituire habitat sufficientemente ampi per la conservazione e lo sviluppo di popolazioni di diverse specie animali, come lucertole e uccelli riproduttori.



Abbildung 3-9: Darstellung der Revierzentren und / oder Brutplätze der nachgewiesenen Brutvogelarten in dem Untersuchungsraum im Untersuchungszeitraum 2017 (Quelle: 2017, © 2009 GeoBasis-DE/BKG, © 2018 Google)

Figura 73- identificazione delle aree di monitoraggio della piccola fauna

In ragione di quanto detto e per potenziare intenzionalmente questo effetto, le piante considerate saranno caratterizzate da portamento e presenza di fioriture e bacche utili ad offrire rifugio e cibo alla fauna del luogo. La funzione ecologica del progetto si arricchisce oltremodo con la realizzazione di veri e propri spazi naturali, senza alcuna funzione produttiva diretta, per la formazione di ecotopi che costituiranno il tessuto connettivo rurale, forestale e lineare lungo i corsi d'acqua.

Si sottolinea da subito che la presenza di un vasto impianto areale, di regola non frequentato da uomini, se non in alcune piccole aree, e recintato per circa trenta anni, è di per sé occasione per ottenere tale ripopolamento e colonizzazione.

2.14.2 Arbusti e corridoi ecologici

- ***Cornus sanguinea*** (Sanguinella) è una specie botanica della famiglia delle *Cornaceae*, che cresce spesso ai margini di foreste o presso corsi d'acqua. È un arbusto che può crescere fino a 5 metri. Le foglie sono ovali e possono raggiungere i 10 cm di lunghezza. I fiori sono ermafroditi (monoici) e autoimpollinanti, sono bianchi e profumati e vengono impollinati da diversi apoidei. Questa pianta è mellifera e viene bottinata dalle api che ne raccolgono il nettare. I frutti sono drupe che a maturazione diventano nere; non sono commestibili ma sono molto graditi dagli uccelli e da alcuni mammiferi.
- ***Crataegus monogyna* o *oxyacantha*** è un arbusto o un albero piccolo molto ramificato, contorto e spinoso, appartenente alla famiglia delle *Rosaceae* e al genere dei *Crataegus*. Il biancospino è una caducifolia e latifolia, che può raggiungere altezze comprese tra 50 centimetri ed i 6 metri. Il fusto è ricoperto da una corteccia compatta di colore grigio, i rami giovani sono dotati di spine. Questa specie è longeva e può diventare pluricentenaria, ma ha una crescita lenta. Le foglie sono lunghe da 2 a 6 centimetri, dotate di picciolo, di forma romboidale ed incise profondamente. È caratterizzato da un'abbondante e splendida fioritura nel mese di maggio. È caratterizzato da un'abbondante e splendida fioritura nel mese di maggio, composta di fiori bianchi e profumati riuniti in piatti corimbi. Seguono numerosi frutti sferici o ovoidali rosso scuro, lucenti, molto apprezzati dall'avifauna. È una specie diffusa in tutta l'Italia, dalle zone pianeggianti fino a 1.500 m di quota; è comune tra le specie arbustive del sottobosco, ai margini dei boschi o nei pascoli arborati, riuscendo a colonizzare i pendii erbosi. Il biancospino si adatta facilmente a tutti i tipi di terreno, è una pianta che ama le alte temperature ma tollera bene il freddo invernale. Sopporta la siccità come l'eccessiva umidità.

2.14.3 Prati

Premesso che la presenza dei pannelli fotovoltaici crea delle condizioni favorevoli quali un minor irraggiamento solare diretto al suolo, la formazione di una maggior umidità al di sotto dei pannelli, ombreggiamento e nascondigli a piccoli animali, la realizzazione di prati melliferi apporterà ulteriori benefici, primo fra tutti: la protezione del suolo. La protezione del suolo risulta così importante che

la Commissione Europea già nel 2006 ha pubblicato la “*Comunicazione 231 dal titolo Strategia tematica per la protezione del suolo*”.

Per tale motivo l'intera superficie sarà inerbita con prato polifita che contribuirà a migliorare le condizioni ambientali dell'opera. Infatti, tra i vantaggi di avere un suolo inerbito si ricorda che:

- ✓ Il suolo ricoperto da una vegetazione avrà un'evapotraspirazione (ET) inferiore ad un suolo nudo;
- ✓ I prati trattengono le particelle terrose e modificheranno i flussi idrici superficiali esercitando una protezione del suolo dall'erosione;
- ✓ Ci sarà la stabilizzazione delle polveri perché i prati impediranno il sollevamento delle particelle di suolo sotto l'azione del vento;
- ✓ I prati contribuiscono al miglioramento della fertilità del terreno, soprattutto attraverso l'incremento della sostanza organica proveniente dal turnover delle radici e degli altri tessuti della pianta;
- ✓ La presenza dei prati consentirà una maggior cattura del carbonio atmosferico, che verrà trasformato in carbonio organico da immagazzinare nel terreno;
- ✓ L'area dotata di prati creerà un gigantesco corridoio ecologico che consentirà agli animali presenti nelle aree circostanti di effettuare un passaggio tra habitat diversi;
- ✓ La presenza di prati fioriti fornirà nutrienti per numerose specie, dai microrganismi presenti nel suolo, agli insetti, ai piccoli erbivori ed insettivori. D'altronde l'aumento di queste specie aumenterà la disponibilità di nutrimento dei carnivori;
- ✓ I prati forniranno materiale per la costruzione di tane a numerose specie.

I prati, quindi, contribuiranno al mantenimento dei suoli, alla riduzione ed eliminazione di pesticidi e fertilizzanti, al miglioramento della qualità delle acque; aumenteranno la quantità di materia organica nel terreno e lo renderanno più fertile per la pratica agricola, una volta che l'impianto sarà arrivato a fine vita e dismesso.



Figura 74 - Una lepre in un prato fiorito naturale

I prati verranno collocati con una rotazione poliennale che consentirà un'alta biodiversità.

Per un equilibrio ecologico, sugli appezzamenti coltivati sarà garantito un avvicendamento colturale con specie “miglioratrici” in grado di potenziare la fertilità del terreno. A rotazione, i terreni verranno messi a maggese ed in questo caso saranno effettuate esclusivamente le seguenti lavorazioni:

- a. Sovescio anche con specie biocide;
- b. Colture senza raccolto ma utili per la fauna
- c. Lavorazioni di affinamento su terreni lavorati allo scopo di favorire il loro inerbimento spontaneo o artificiale per evitare fenomeni di erosione superficiale.

2.14.4 Monitoraggio faunistico

Allo scopo di garantire la conservazione e il rafforzamento della biodiversità con andamento annuale sarà condotta una campagna di monitoraggio della presenza di specie (rilievi faunistici) nidificanti su alberi e cespugli, della entomofauna e della erpetofauna. I rilievi fitosociologici sia con riferimento alla componente floristica, sia faunistica tenderà a mettere in evidenza i rapporti quali-quantitativi con cui le piante occupano lo spazio, sia geografico sia ecologico, in equilibrio dinamico con i fattori ambientali, abiotici e biotici che lo caratterizzano.

Lo scopo sarà di individuare, all'interno delle fisionomie vegetazionali ambiti omogenei nei quali sviluppare con la cadenza indicata, ed a cura di personale abilitato preferibilmente di livello universitario, rilievi fitosociologici in accordo con il “*Manuale per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario in Italia*” dell'ISPRA. Di regola si tratterà di individuare un numero adeguato di plot da 10 x 10 mt all'interno dei quali effettuare dei censimenti delle specie per stabilire i relativi rapporti di abbondanza.

Le aree di insediamento naturalistico, estranee a qualunque uso produttivo, saranno realizzate su circa 11 ettari.



2.16 Misure di sicurezza e rischi in fase di manutenzione ed esercizio

2.16.1 Generalità

Il presente capitolo fa riferimento anche al documento di progetto “*Prime indicazioni stesura Piani di Sicurezza*” cui si rimanda per la nomenclatura, le indicazioni normative generali e procedurali.

Si distinguerà in questa fase tra sicurezza e sua documentazione tipica in fase:

- Di cantiere (di costruzione e dismissione),
- Di esercizio,
- In manutenzione.

2.16.2 Fase di cantiere, il “Piano di Sicurezza e Coordinamento”

Il *Piano di sicurezza e coordinamento* dovrà essere redatto dal Coordinatore della progettazione dell'opera che valuterà i rischi connessi alla realizzazione delle opere dei cantieri temporanei o mobili avendo come riferimento le norme di legge, le misure di buona tecnica, le norme e l'esperienza del Coordinatore, in conformità a quanto previsto dall'art. 100 del D. Lgs. 81/08 e quindi dall'Allegato XV; ed in coerenza con il *Fascicolo dell'opera* secondo l'Allegato XVI allo stesso Decreto.

Esso è sostanzialmente una valutazione preventiva dei rischi legati alle specifiche attività che saranno svolte nella realizzazione delle opere e sarà fatta, in maniera dettagliata, immaginando un prevedibile scenario che poi dovrebbe essere realizzato al momento di avviare il cantiere tenendo presente il particolare tipo di intervento. Il *Piano operativo di sicurezza* sarà invece predisposto dal datore di lavoro dell'impresa esecutrice dell'opera avendo egli stesso la conoscenza effettiva e certa di come svolgerà l'incarico assegnato. In definitiva i due piani di sicurezza faranno parte di due momenti distinti nella realizzazione delle opere. L'uno non sostituirà l'altro ma anzi saranno necessariamente complementari pur rimanendo le responsabilità della loro redazione a due soggetti distinti ovvero il committente per il “Piano di sicurezza e coordinamento” previsto dal D.Lgs. n. 81/2008. L'impresa esecutrice potrà far proprio il Piano di sicurezza e coordinamento predisposto a cura del committente. Tuttavia tale acquisizione potrebbe generalmente non bastare e rendere perciò necessario che l'impresa lo integri con il proprio “Piano operativo di sicurezza”.

Le attività necessarie all'esecuzione dell'opera sono meglio descritte nel paragrafo 2.20 “*Descrizione del cantiere, rischi, mezzi, attrezzature*”.

Oltre a tale elenco il PSC dovrà individuare, seguendo le indicazioni della norma, i soggetti responsabili delle diverse fasi e tenuti ad intervenire in esse, avendo particolare cura ad individuare e risolvere le interferenze lavorative.

La pianificazione delle fasi di lavorazione servirà ad individuare, in funzione delle caratteristiche e responsabilità delle diverse imprese appaltatrici (un cantiere di questa dimensione ha spesso una società incaricata della pianificazione e sorveglianza, un general contractor e numerose imprese appaltatrici, oltre a diversi professionisti specializzati) e le interferenze tra queste.

Il Piano di sicurezza e coordinamento redatto in fase esecutiva stimerà il costo intrinseco ed analitico di ciascuna lavorazione nonché il costo degli apprestamenti necessari affinché il lavoro, nel corso della sua realizzazione, non provochi infortuni o danneggiamenti a terzi, persone o cose. Il piano conterrà altresì le misure di prevenzione dei rischi risultanti dalla eventuale presenza simultanea o successiva delle varie imprese ovvero dei lavoratori autonomi e sarà redatto anche al fine di prevedere, quando ciò risulti necessario, l'utilizzazione di impianti comuni quali infrastrutture, mezzi logistici e di protezione collettiva. Il piano è costituito da una serie di prescrizioni operative correlate alla complessità dell'opera da realizzare ed alle eventuali fasi critiche del processo di costruzione.

Il PSC dovrà contenere:

- Le modalità da seguire per la recinzione del cantiere, gli accessi e le segnalazioni;
- Le protezioni o le misure di sicurezza contro i possibili rischi provenienti dall'ambiente esterno;
- La definizione dei servizi igienico-assistenziali;
- Le protezioni o misure di sicurezza connesse alla presenza nell'area del cantiere di linee aeree e condutture sotterranee;
- La indicazione della viabilità principale di cantiere e delle prescrizioni per il suo utilizzo;
- L'individuazione degli impianti di alimentazione e delle reti principali di elettricità, acqua, gas ed energia di qualsiasi tipo;
- L'esatta indicazione degli impianti di terra e di protezione contro le scariche atmosferiche;
- Le misure generali di protezione da adottare contro il rischio di caduta dall'alto;
- Le misure generali di sicurezza da adottare nel caso di estese demolizioni o manutenzioni, ove le modalità tecniche di attuazione siano definite in fase di progetto;
- Le misure di sicurezza contro i possibili rischi di incendio o esplosione connessi con lavorazioni e materiali pericolosi utilizzati in cantiere;
- Le disposizioni per dare attuazione in merito alla consultazione dei rappresentanti per la sicurezza;

- Le disposizioni per dare attuazione in merito all'organizzazione tra i datori di lavoro;
- La valutazione, in relazione alla tipologia dei lavori, delle spese prevedibili per l'attuazione dei singoli elementi del piano;
- Le misure generali di protezione da adottare contro gli sbalzi eccessivi di temperatura;
- Il Capitolato per la sicurezza;
- Il Fascicolo di manutenzione dell'opera per il successivo esercizio dell'impianto.

Per procedere in modo sistematico nell'analisi e valutazione dei rischi, il Coordinatore per la progettazione della sicurezza dovrà individuare le realtà tecnologico/organizzative (macchinari, impianti, servizi, ecc.) presenti nel cantiere in modo da avere una rappresentazione di tutti gli ambiti/aree/luoghi di lavoro rilevanti ai fini della valutazione dei rischi. Dovranno essere, inoltre, individuate tutte le fasi lavorative a rischio. Per ognuna di queste entità saranno redatte delle apposite Schede di riferimento che, per ogni fase di lavoro, detteranno le misure generali di sicurezza e prevenzione raggruppate in apposite appendici tematiche (segnaletica, macchine, lavoratori, attrezzi, rischi, prevenzioni).

Il PSC deve essere aggiornato ogni qual volta in cantiere avvengono variazioni sia per i contenuti dei lavori (nuove lavorazioni non previste originariamente) sia nei tempi di realizzazione (non conformità con il programma dei lavori) sia nei soggetti che li eseguono (frazionamento di fasi lavorative in più imprese, originariamente assegnabili ad una singola), nelle tecnologie impiegate, nelle sostanze eventualmente pericolose e nei DPI adottati.

Nel caso in specie, e salvo le definizioni ulteriori da elaborare in sede di progettazione esecutiva (nella quale, si ricorda, deve essere redatto il PSC) sono da prevedere:

Fase 1

- Campionamenti terreni;
- Monitoraggio del fondo elettromagnetico nei pressi degli elettrodotti;
- Indagini di rischio;
- Nomina responsabili e verifica Libretti delle imprese esecutrici;
- Dichiarazioni e presentazioni documentazione prevista a Comune, Inail, VVFF, ...;

Fase 2

- Pulizia terreno e messa in sicurezza luoghi;

- Approntamento del cantiere mediante realizzazione della recinzione e degli accessi e viabilità pedonali/ carrabili di cantiere;
- Predisposizione dell'impianto elettrico, idrico, di messa a terra di cantiere, di protezione dalle scariche atmosferiche;
- apposizione della segnaletica di sicurezza;
- allestimento dei depositi, delle zone di stoccaggio e dei servizi igienico assistenziali.

Fase 3

- Movimentazione, carico/scarico dei materiali (strutture metalliche, moduli fotovoltaici e componenti vari) presso i luoghi di deposito provvisori;

Fase 4

Per sottocampo:

- Rilievo topografico esecutivo con particolare riguardo ai profili per determinare la profondità di infissione dei pali battuti
- Picchettamento terreno
- Realizzazione viabilità perimetrale
- Battitura dei pali
- Montaggio struttura tracker

Fase 5

- Sistemazione del piano di posa delle cabine
- Installazione inverter distribuiti
- Montaggio pannelli

Fase 6

- Realizzazione degli scavi di trincea per i cavidotti BT e MT
- Realizzazione scavi per i cavidotti di consegna MT
- Cablaggio pannelli

Fase 7

- Posa cabine
- Allestimento elettrico delle cabine
- Realizzazione sezione AT

Fase 8

- Realizzazione recinzione definitiva

- Realizzazione impianto di videosorveglianza/antifurto

Fase 9

- Misure elettriche e collaudo impianti

Fase 10

- Rimozione rifiuti
- Pulizia finale
- Smantellamento dei baraccamenti di cantiere

Fase 11

- Dichiarazione di fine lavori
- Collaudo finale
- Messa in servizio degli impianti

2.16.3 Fase di cantiere il “Piano Operativo per la Sicurezza”

Prima della consegna dei lavori, l'appaltatore od il concessionario redige e consegna al committente un “*Piano operativo di sicurezza*” per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori, da considerare come piano complementare di dettaglio del “Piano di sicurezza e di coordinamento” e dell'eventuale “Piano generale di sicurezza”, quando questi ultimi siano previsti ai sensi del D.Lgs. n. 81/08. Il “Piano operativo di sicurezza” sarà, quindi, il documento che il datore di lavoro dell'impresa esecutrice redigerà in riferimento al singolo cantiere ai sensi del D. L.vo 81/08.

I contenuti minimi del “Piano operativo di sicurezza” ai sensi del D.Lgs 81/2008, allegato XV, punto 3.2 sono:

- a. i dati identificativi dell'impresa esecutrice, che comprendono:
 - 1- il nominativo del datore di lavoro, gli indirizzi ed i riferimenti telefonici della sede legale e degli uffici di cantiere;
 - 2- la specifica attività e le singole lavorazioni svolte in cantiere dall'impresa esecutrice e dai lavoratori autonomi sub-affidatari;
 - 3- i nominativi degli addetti al pronto soccorso, antincendio ed evacuazione dei lavoratori e, comunque, alla gestione delle emergenze in cantiere, del rappresentante dei lavoratori per la sicurezza, aziendale o territoriale, ove eletto o designato;
 - 4- il nominativo del medico competente ove previsto;

- 5- il nominativo del responsabile del servizio di prevenzione e protezione;
 - 6- i nominativi del direttore tecnico di cantiere e del capocantiere;
 - 7- il numero e le relative qualifiche dei lavoratori dipendenti dell'impresa esecutrice e dei lavoratori autonomi operanti in cantiere per conto della stessa impresa;
- b. le specifiche mansioni, inerenti la sicurezza, svolte in cantiere da ogni figura nominata allo scopo dall'impresa esecutrice;
 - c. la descrizione dell'attività di cantiere, delle modalità organizzative e dei turni di lavoro;
 - d. l'elenco dei ponteggi, dei ponti su ruote a torre e di altre opere provvisorie di notevole importanza, delle macchine e degli impianti utilizzati nel cantiere;
 - e. l'elenco delle sostanze e preparati pericolosi utilizzati nel cantiere con le relative schede di sicurezza;
 - f. l'esito del rapporto di valutazione dei rischi e del rumore;
 - g. l'individuazione delle misure preventive e protettive, integrative rispetto a quelle contenute nel PSC quando previsto, adottate in cantiere ai rischi connessi alle proprie lavorazioni in cantiere;
 - h. le procedure complementari e di dettaglio, richieste dal PSC quando previsto;
 - i. l'elenco dei dispositivi di protezione individuale forniti ai lavoratori occupati in cantiere;
 - j. la documentazione in merito all'informazione ed alla formazione fornita ai lavoratori occupati in cantiere.

2.16.4 Fase di esercizio: descrizione del “Fascicolo di manutenzione dell’opera”

Il “Fascicolo dell’opera” viene predisposto in fase di progettazione esecutiva dal CSP (coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione) in collaborazione con i costruttori delle opere, la DL nonché il Committente. Deve quindi essere ricordato, con la consegna alla Committenza, l’obbligo del controllo e aggiornamento nel tempo del Fascicolo informativo. Il Fascicolo informativo deve essere consultato ad ogni operazione lavorativa, di manutenzione ordinaria, straordinaria o di revisione dell'opera e per ogni ricerca di documentazione tecnica dell'opera. Il Committente è l'ultimo destinatario e quindi responsabile della tenuta, aggiornamento e verifica delle disposizioni contenute. Il Fascicolo per le attività manutentive previste definisce i rischi e individua le misure preventive e protettive. In particolare, le misure individuate sono distinte in due tipologie:

- misure messe in esercizio, cioè incorporate nel sito e che diventano di proprietà della committenza (misure preventive e protettive in dotazione dell’opera);
- misure non in esercizio e cioè specifiche richieste che vengono fatte alle imprese, intese come

requisiti minimi indispensabili per eseguire i lavori manutentivi successivi sull'opera (misure preventive e protettive ausiliarie).

In sostanza il Fascicolo costituisce un'utile guida da consultare ogni qualvolta si devono effettuare interventi di ispezione e manutenzione dell'opera, ai sensi dell'art. 91 comma 2 del D.Lgs. 81/2008.

2.16.5 Operazioni da effettuarsi prima dell'avvio dell'impianto fotovoltaico

Il personale addetto alla gestione e manutenzione degli impianti prima di operare su di essi deve aver preso conoscenza delle informazioni tecniche relative all'impianto ed ai suoi componenti fondamentali, previa visione del "Progetto Esecutivo", inoltre deve trattarsi di personale addestrato ed abilitato ad operare su impianti elettrici. Tale personale deve essere fornito delle chiavi necessarie per l'apertura del Quadro di parallelo/interfaccia e del Quadro di ricovero degli inverter qualora non fossero accessibili a vista.

Partendo dallo stato in cui l'impianto non è in servizio (esempio nel caso di primo avviamento dell'impianto), deve accertarsi che tutti gli organi di interruzione dell'impianto siano in uno stato di OFF (aperti).

2.16.6 Operazioni per la messa in funzione

Nei quadri (Quadro di Parallelo Stringhe) posti in prossimità del campo di pannelli fotovoltaici sarà necessario:

- Chiudere i gruppi porta-fusibili delle relative stringhe.

Nel Quadro generale (Quadro di parallelo/interfaccia) posto in prossimità dell'inverter:

- 1- Chiudere l'interruttore Magnetotermico "Dispositivo generale".
- 2- Chiudere gli interruttori Magnetotermici "Dispositivi inverter".

Nel quadro generale (Quadro di parallelo/interfaccia) posto in prossimità dell'inverter:

- 3- Chiudere l'interruttore Magnetotermico.

L'inverter si sincronizza alla rete elettrica (tempo max 1 minuto). La spia dell'inverter diventa verde.

Se la giornata risulta soleggiata sul display degli inverter è possibile leggere la potenza istantanea che viene immessa nella rete elettrica. Per una verifica dettagliata dell'impianto si può esplorare il menù sul display dell'inverter dove è possibile leggere tutte le caratteristiche elettriche della sezione del campo fotovoltaico servita. Per i dettagli sul menù dell'inverter si può fare riferimento al manuale di istruzioni relativo. Ricordare che i valori elettrici visualizzati sul display dell'inverter sono soggetti a fluttuazioni dovute all'irraggiamento solare e alla temperatura ambiente. Le continue fluttuazioni della potenza generata dall'inverter è un'indicazione positiva. L'inverter cerca continuamente di

migliorare il punto di lavoro elettrico, ottimizzando sempre la resa energetica. Verificato il corretto funzionamento dell'inverter si possono richiudere tutti i Quadri di ricovero. Nel caso si fossero riscontrate delle anomalie effettuare le operazioni riportate nelle schede di corredo all'Inverter.

Attraverso il contatore e attraverso i display degli inverter si possono controllare i valori di energia immessa in rete dell'impianto dal momento del primo avvio.

2.16.7 Verifiche e manutenzioni in esercizio

Tutti i lavori di verifica e manutenzione sopra descritti devono essere eseguiti in conformità alle norme antinfortunistiche secondo quanto previsto dal D.Lgs. 81/2008 In particolare si evidenzia che:

- i cantieri dovranno essere opportunamente delimitati e segnalati al fine di evitare il transito sul luogo di lavoro di persone ed automezzi estranei al lavoro;
- Gli addetti alla manutenzione dovranno lavorare sempre in coppia, e mai da soli, dovranno transitare sulle superfici utilizzando sempre i dispositivi di sicurezza permanenti e dovranno sempre utilizzare i DPI in dotazione;
- gli automezzi e macchine operatrici da utilizzare sul cantiere dovranno essere conformi alle normative CEE;

Per effettuare le normali verifiche di funzionamento basta verificare lo stato delle misure visualizzate dal display presente sugli inverter.

Verificare se i vari strumenti indicatori si comportano in maniera ragionevole. Occorre sempre tener presente che i valori derivanti dal campo fotovoltaico dipendono in modo determinante dalle condizioni atmosferiche, in particolar modo dal soleggiamento dei moduli fotovoltaici. Nel caso in cui si riscontrasse un basso livello di potenza attiva e di corrente immessa in rete o addirittura una loro assenza, nonostante le buone condizioni atmosferiche, si rende necessaria una verifica sull'inverter e sul quadro di parallelo/interfaccia. Per far ciò occorre dotarsi delle chiavi adatte all'apertura del Quadro di parallelo/interfaccia e dell'eventuale quadro di ricovero inverter.

Occorre inoltre munirsi di un multimetro digitale che consenta di effettuare misure di tensione e corrente in continua. Le prove devono essere effettuate da personale esperto, si ricorda che i livelli di tensione a circuito aperto raggiungono valori molto elevati. Per quanto riguarda le verifiche sullo stato dell'inverter rilevabili dai LED e dal display si rimanda al Manuale uso e manutenzione dell'inverter. Nel caso lo stato dei LED rilevasse un'assenza della rete all'ingresso dell'inverter verificare lo stato degli interruttori presenti nel quadro di parallelo/interfaccia. Nel caso le grandezze

visualizzate dal display dell'inverter evidenziassero una potenza non adeguata del campo fotovoltaico verificare lo stato dei fusibili presenti nei quadri di campo.

Verificato lo stato di efficienza dei fusibili, misurare il livello di tensione delle stringhe in arrivo al quadro di campo corrispondente (fare attenzione che la misura del multimetro utilizzato sia predisposta per una tensione in continua). Verificata un'assenza di tensione controllare lo stato delle connessioni verso la stringa e successivamente lo stato delle connessioni tra i singoli moduli. Nel caso si verificasse la continuità del circuito di connessione delle stringhe, il problema risiede probabilmente in qualche modulo. Occorre quindi verificare i valori di tensione presenti ai morsetti dei diversi moduli fotovoltaici.

Gli scaricatori di protezione contro le sovratensioni hanno una finestra che ne indica lo stato: verde significa che le condizioni sono ottime, se si annerisce lo scaricatore va sostituito. Gli interruttori differenziali hanno un tasto di prova che deve essere premuto per verificarne il potere di intervento, la prova va effettuata almeno ogni 2 mesi.

Si riporta un esempio di Schede di Intervento precedentemente citate.

2.16.8 Schede tecniche di intervento

COD.	INTERVENTO	CADENZA (massima)	SCHEDA	INCARICATO
1.1	Pulizia e sgombero eventuale sporco dai pannelli fotovoltaici	1 anno	01	Manodopera qualificata
RISCHI PRINCIPALI INDIVIDUATI				
RISCHI FISICI Scivolamenti, cadute a livello;				
Misure di prevenzione, dispositivi in esercizio e in locazione				
Punti critici		Misure preventive messe in Esercizio		Misure preventive ausiliarie
Accesso al posto di lavoro		L'accesso al sito dovrà essere concordato con il responsabile secondo le modalità ed i percorsi predefiniti.		DPI
Prodotti pericolosi		Non previsti		Non previsti
Attrezzature critiche		Messa in opera e utilizzo robot di pulizia		
Interferenze e protezione terzi		Tutte le aree di lavoro dovranno essere opportunamente transennate e segnalate, con particolare attenzione alle uscite di sicurezza ed i passaggi.		Concordare sempre i momenti degli interventi, evitando le possibili interferenze con altre lavorazioni o attività presenti
Altre misure		L'intera area è dotata di impianto di riveBasilicatane e spegnimento con naspi, idranti ed estintori presenti nelle varie aree. Condizioni di lavoro differenti da quelle previste dovranno essere concordate ed accuratamente descritte e opportunamente realizzate.		Non previste
DPI		Per quanto riguarda i DPI specifici si rimanda alle indicazioni riportate nel Piano di Sicurezza e Coordinamento in fase di Esecuzione per la lavorazione in questione.		

	In ogni caso si ricorda che i lavoratori che eseguiranno le attività di manutenzione dovranno essere dotati di idonei DPI, ed in particolare di quant'altro l'esecutore valuti necessario per la protezione dei propri operatori; Si raccomanda in particolare l'uso dei dispositivi individuali antisdrucchiolo, dei guanti di lavoro, caschi.
Tavole allegate	Fascicolo opere edili, strutturali e impianti

COD.	INTERVENTO	CADENZA (massima)	SCHEDA	INCARICATO
1.2	Pulizia e sostituzione pannelli FTV e strutture di supporto	5 anno	02	Manodopera qualificata
RISCHI PRINCIPALI INDIVIDUATI				
RISCHI FISICI Urti, colpi, impatti, compressioni; Punture, tagli, abrasioni; Scivolamenti, cadute a livello; Calore, fiamme; Elettrocuzione; Radiazioni (non ionizzanti); Rumore; Punture di insetti;		RISCHI CHIMICI Polveri, fibre; Fumi; Nebbie; Getti, schizzi; Gas, vapori; RISCHI CANCEROGENI/BIOLOGICI Allergeni; Infezioni da microrganismi; Avvelenamento da puntura di insetto; Oli minerali e derivati;		
Misure di prevenzione, dispositivi in esercizio e in locazione				
Punti critici	Misure preventive messe in Esercizio		Misure preventive ausiliarie	
Accesso al posto di lavoro	L'accesso al sito dovrà essere concordato con il responsabile secondo le modalità ed i percorsi predefiniti.		DPI	
Alimentazione energia elettrica	Sono presenti diversi punti di attacco per energia elettrica il cui utilizzo dovrà essere concordato con la Committenza (vedere progetto impianto elettrico). Verificare le connessioni con le cabine e la chiusura preventiva degli interruttori.		Disattivare la corrente per interventi su parti in tensione, accertandosi sempre che non sia riattivata da terzi (usare cartelli o chiudere in quadro a monte dell'intervento con chiave). Usare solo utensili elettrici portatili del tipo a doppio isolamento; evitare di lasciare cavi elettrici/prolunghe a terra sulle aree di transito o passaggio.	
Approvvigionamento materiali e macchine	L'approvvigionamento dei materiali dovrà avvenire quotidianamente ed è espressamente vietato il deposito di materiali o sostanze nell'area di intervento al di fuori dell'orario di lavoro.		Carrelli elevatori, automezzi	
Prodotti pericolosi	Verificare le caratteristiche dei prodotti utilizzati e l'eventuale pericolosità attraverso l'attenta analisi della scheda di sicurezza del prodotto ed utilizzare, qualora necessarie, le idonee precauzioni d'uso e gli idonei DPI.		In caso di utilizzo di prodotti pericolosi informare la committenza ed il responsabile dell'ente dell'area di lavoro in cui tale prodotto verrà impiegato e del tempo previsto per il completamento della lavorazione.	
Interferenze e protezione terzi	Tutte le aree di lavoro dovranno essere opportunamente transennate e segnalate, con particolare attenzione alle uscite di sicurezza ed i passaggi la cui protezione dovrà essere assicurata anche tramite tettoie provvisorie o simili aventi idonee caratteristiche.		Concordare sempre i momenti degli interventi, evitando le possibili interferenze con altre lavorazioni o attività presenti	
Altre misure	L'intero sito è dotato di impianto di riveBasilicatane e spegnimento con naspi, idranti ed estintori presenti nei vari locali Condizioni di lavoro differenti da quelle previste dovranno essere concordate con la Committenza ed accuratamente descritte e opportunamente realizzate.		Non previste	
DPI	Per quanto riguarda i DPI specifici si rimanda alle indicazioni riportate nel Piano di Sicurezza e Coordinamento in fase di Esecuzione per la lavorazione in questione. In ogni caso si ricorda che i lavoratori che eseguiranno le attività di manutenzione dovranno essere dotati di idonei DPI, ed in particolare di quant'altro l'esecutore valuti necessario per la protezione dei propri operatori; Si raccomanda in particolare l'uso dei dispositivi individuali antisdrucchiolo, i guanti di lavoro e caschi e il rispetto delle procedure per l'utilizzo dell'eventuale cestello sollevatore			

	In ogni caso si ricorda che i lavoratori che eseguiranno le attività di manutenzione dovranno essere dotati di idonei DPI, ed in particolare di: - casco - guanti da lavoro; - calzatura di sicurezza con suola antiscivolo; - occhiali di protezione; - Indumenti protettivi; - Attrezzatura anticaduta, Imbracatura di protezione con dispositivi inerziali di ritenuta - quant'altro l'esecutore valuti necessario per la protezione dei propri operatori
Tavole allegate	Fascicolo opere edili, strutturali e impianti

COD.	INTERVENTO	CADENZA (massima)	SCHEDA	INCARICATO
1.3	Pulizia e verifica cassette di raccolta parallelo stringhe	5 anno	03	Manodopera qualificata

RISCHI PRINCIPALI INDIVIDUATI

RISCHI FISICI Punture, tagli, abrasioni; Scivolamenti, cadute a livello; Elettrocuzione; Punture di insetti;	RISCHI CHIMICI Polveri, fibre; RISCHI CANCEROGENI/BIOLOGICI Avvelenamento da puntura di insetto;
---	---

Misure di prevenzione, dispositivi in esercizio e in locazione

Punti critici	Misure preventive messe in esercizio	Misure preventive ausiliarie
Accesso al posto di lavoro	L'accesso al sito dovrà essere concordato con il responsabile secondo le modalità ed i percorsi predefiniti.	Non previste
Alimentazione energia elettrica	Sono presenti diversi punti di attacco per energia elettrica il cui utilizzo dovrà essere concordato con la Committenza (vedere progetto impianto elettrico presso archivio Committenza). Verificare le connessioni con le cabine e la chiusura preventiva degli interruttori.	Disattivare la corrente per interventi su parti in tensione, accertandosi sempre che non sia riattivata da terzi (usare cartelli o chiudere in quadro a monte dell'intervento con chiave). Usare solo utensili elettrici portatili del tipo a doppio isolamento; evitare di lasciare cavi elettrici/prolunghe a terra sulle aree di transito o passaggio.
Approvvigionamento materiali e macchine	L'approvvigionamento dei materiali dovrà avvenire quotidianamente ed è espressamente vietato il deposito di materiali o sostanze nell'area di intervento al di fuori dell'orario di lavoro.	Non previste
Prodotti pericolosi	Verificare le caratteristiche dei prodotti utilizzati e l'eventuale pericolosità attraverso l'attenta analisi della scheda di sicurezza del prodotto ed utilizzare, qualora necessarie, le idonee precauzioni d'uso e gli idonei DPI.	In caso di utilizzo di prodotti pericolosi informare il responsabile dell'area di lavoro in cui tale prodotto verrà impiegato e del tempo previsto per il completamento della lavorazione.
Interferenze e protezione terzi	Tutte le aree di lavoro dovranno essere opportunamente transennate e segnalate, con particolare attenzione alle uscite di sicurezza ed i passaggi la cui protezione dovrà essere assicurata anche tramite tettoie provvisorie o simili aventi idonee caratteristiche.	Concordare sempre i momenti degli interventi, evitando le possibili interferenze con altre lavorazioni o attività presenti
Altre misure	Non Previste	Non previste
DPI	Per quanto riguarda i DPI specifici si rimanda alle indicazioni riportate nel Piano di Sicurezza e Coordinamento in fase di Esecuzione per la lavorazione in questione. In ogni caso si ricorda che i lavoratori che eseguiranno le attività di manutenzione dovranno essere dotati di idonei DPI, ed in particolare di quant'altro l'esecutore valuti necessario per la protezione dei propri operatori; In ogni caso si ricorda che i lavoratori che eseguiranno le attività di manutenzione dovranno essere dotati di idonei DPI, ed in particolare di: - casco - guanti da lavoro; - calzatura di sicurezza con suola antiscivolo; - occhiali di protezione;	

	- Indumenti protettivi; - quant'altro l'esecutore valuti necessario per la protezione dei propri operatori
Tavole allegate	Fascicolo opere edili, strutturali e impianti

COD.	INTERVENTO	CADENZA (massima)	SCHEDA	INCARICATO
1.4	Manutenzione interruttori e componentistica cabine Elettriche, Inverter, Consegna, Trafo	5 anno	04	Manodopera qualificata

RISCHI PRINCIPALI INDIVIDUATI

RISCHI FISICI

Urti, colpi, impatti, compressioni;
Punture, tagli, abrasioni;
Scivolamenti, cadute a livello;
Calore, fiamme;
Elettrocuzione;
Radiazioni (non ionizzanti);
Rumore;
Punture di insetti

RISCHI CHIMICI

Polveri, fibre; Fumi; Nebbie;
Getti, schizzi; Gas, vapori;

RISCHI CANCEROGENI/BIOLOGICI

Allergeni;
Infezioni da microrganismi;
Avvelenamento da puntura di insetto;
Oli minerali e derivati;

Misure di prevenzione, dispositivi in esercizio e in locazione

Punti critici	Misure preventive messe in esercizio	Misure preventive ausiliarie
Accesso al posto di lavoro	L'accesso al sito dovrà essere concordato con il responsabile secondo le modalità ed i percorsi predefiniti.	Non previste
Alimentazione energia elettrica	Sono presenti diversi punti di attacco per energia elettrica il cui utilizzo dovrà essere concordato (vedere progetto impianto elettrico presso archivio). Verificare le connessioni con le cabine e la chiusura preventiva degli interruttori	Disattivare la corrente per interventi su parti in tensione, accertandosi sempre che non sia riattivata da terzi (usare cartelli o chiudere in quadro a monte dell'intervento con chiave). Usare solo utensili elettrici portatili del tipo a doppio isolamento; evitare di lasciare cavi elettrici/prolunghe a terra sulle aree di transito o passaggio.
Approvvigionamento materiali e macchine	L'approvvigionamento dei materiali dovrà avvenire quotidianamente ed è espressamente vietato il deposito di materiali o sostanze nell'area di intervento al di fuori dell'orario di lavoro.	Non previste
Prodotti pericolosi	Verificare le caratteristiche dei prodotti utilizzati e l'eventuale pericolosità attraverso l'attenta analisi della scheda di sicurezza del prodotto ed utilizzare, qualora necessarie, le idonee precauzioni d'uso e gli idonei DPI.	In caso di utilizzo di prodotti pericolosi informare il responsabile dell'area di lavoro in cui tale prodotto verrà impiegato e del tempo previsto per il completamento della lavorazione.
Interferenze e protezione terzi	Tutte le aree di lavoro dovranno essere opportunamente transennate e segnalate, con particolare attenzione alle uscite di sicurezza ed i passaggi la cui protezione dovrà essere assicurata anche tramite tettoie provvisorie o simili aventi idonee caratteristiche.	Concordare sempre i momenti degli interventi, evitando le possibili interferenze con altre lavorazioni o attività presenti
Altre misure	L'intero sito è dotato di impianto di riveBasilicatane e spegnimento con naspi, idranti ed estintori presenti nei vari locali Condizioni di lavoro differenti da quelle previste dovranno essere concordate ed accuratamente descritte e opportunamente realizzate.	Non previste
DPI	Per quanto riguarda i DPI specifici si rimanda alle indicazioni riportate nel Piano di Sicurezza e Coordinamento in fase di Esecuzione per la lavorazione in questione. In ogni caso si ricorda che i lavoratori che eseguiranno le attività di manutenzione dovranno essere dotati di idonei DPI, ed in particolare di quant'altro l'esecutore valuti necessario per la protezione dei propri operatori; In ogni caso si ricorda che i lavoratori che eseguiranno le attività di manutenzione dovranno essere dotati di idonei DPI, ed in particolare di: - casco - guanti da lavoro; - calzatura di sicurezza con suola antiscivolo;	

	- occhiali di protezione; - Indumenti protettivi; - quant'altro l'esecutore valuti necessario per la protezione dei propri operatori
Tavole allegate	Fascicolo opere edili, strutturali e impianti

2.16.9 Incidenti e procedure di emergenza

Evacuazione in caso di emergenza

L'impresa deve attivarsi per gestire le eventuali emergenze che dovessero verificarsi sul luogo di lavoro. Per ogni postazione di lavoro è necessario individuare una "via di fuga", da mantenere sgombra da ostacoli o impedimenti, che il personale potrà utilizzare per la normale circolazione ed in caso di emergenza.

Dispositivi di protezione individuale

Sono da prendere in particolare considerazione:

- Casco
- Calzature di sicurezza
- Calzature isolanti
- Occhiali
- Maschere per la protezione delle vie respiratorie
- Otoprotettori
- Guanti
- Indumenti protettivi
- Attrezzatura anticaduta

Sorveglianza sanitaria

In Basilicata alle attività svolte dai singoli gruppi omogenei di lavoratori interessati alla fase di lavoro sono da prendere in considerazione le seguenti tipologie di sorveglianza sanitaria:

- Vaccinazione antitetanica
- Preassuntiva generale attitudinale
- Periodica generale attitudinale
- Vibrazioni
- Radiazioni (non ionizzanti)
- Rumore
- Movimentazione manuale dei carichi
- Polveri, fibre

- Fumi
- Gas, vapori
- Allergeni
- Infezioni da microrganismi
- Oli minerali e derivati

Informazione, formazione e addestramento

Oltre alla formazione di base e/o specifica, tutti i lavoratori devono essere informati sui rischi di fase analizzati e ricevere le istruzioni di competenza.

Segnaletica

Relativamente alla segnaletica che deve essere prevista per la fase lavorativa manutentiva, sono da prendere in considerazione:

Cartelli con segnale di divieto

- Divieto d'accesso alle persone non autorizzate;
- Cartelli con segnale di avvertimento;
- Pericolo di inciampo;
- Sostanze nocive o irritanti.
-

Cartelli con segnale di prescrizione

0. Casco di protezione obbligatorio;
1. Protezione obbligatoria dell'udito;
2. Calzature di sicurezza obbligatorie;
3. Guanti di protezione obbligatori;
4. Protezione obbligatoria delle vie respiratorie;
5. Protezione obbligatoria del corpo;
6. Protezione obbligatoria del viso;
7. Protezione individuale obbligatoria contro le cadute dall'alto.

Rischio incendio

In linea generale possono essere individuate le seguenti possibili cause di incendio:

1. Elettriche:
dovute a sovraccarichi e/o corto circuiti
2. Fulmini
dovuta a fulmini su strutture
3. Surriscaldamento

dovuto a forti attriti su macchine operatrici in movimento o su organi metallici

4. Autocombustione

dovuta a sostanze organiche o minerali lasciate per prolungati periodi in contenitori chiusi

5. Esplosioni o scoppi

dovuti ad alta concentrazione di sostanze tali da poter esplodere

6. Azioni colpose

dovute all'azione dell'uomo ma non alla sua volontà di provocare l'incendio (mozzicone di sigaretta, uso scorretto di materiali facilmente infiammabili, ecc.)

7. Atti vandalici

dovuti all'azione dell'uomo con volontà di provocare l'incendio.

Classe di incendio ed elementi estinguenti

1. Classe A

Incendi di materiali solidi combustibili come il legno, la carta, i tessuti, le pelli, la gomma ed i suoi derivati, i rifiuti e la cui combustione comporta di norma la produzione di braci ed il cui spegnimento presenta particolari difficoltà.

Agenti estinguenti

Acqua con un effetto BUONO

Schiuma con un effetto BUONO

Polvere con un effetto MEDIOCRE

CO₂ con un effetto SCARSO

2. Classe B

Incendi di liquidi infiammabili per il cui spegnimento è necessario un effetto di copertura e soffocamento, come alcoli, solventi, oli minerali, grassi, eteri, benzine, ecc.

Agenti estinguenti

Acqua con un effetto MEDIOCRE

Schiuma con un effetto BUONO

Polvere con un effetto BUONO

CO₂ con un effetto MEDIOCRE

3. Classe C

Incendi di gas infiammabili quali metano, idrogeno acetilene, ecc.

Agenti estinguenti

Acqua con un effetto MEDIOCRE

Schiuma con un effetto INADATTO

Polvere con un effetto BUONO

CO₂ con un effetto MEDIOCRE

4. Classe D

Incendi di materiali metallici

5. Classe E

Incendi di apparecchiature elettriche, trasformatori, interruttori, quadri, motori ed apparecchiature elettriche in genere per il cui spegnimento sono necessari agenti elettricamente non conduttivi.

Agenti estinguenti

Acqua con un effetto INADATTO (se non nebulizzata)

Schiuma con un effetto INADATTO

Polvere con un effetto BUONO

CO₂ con un effetto BUONO

Poiché nelle emergenze è essenziale non perdere tempo, è fondamentale predisporre alcune semplici misure che consentano di agire adeguatamente e con tempestività per evitare il propagarsi dell'incendio ed in caso di eventi di piccole dimensioni provvedere allo spegnimento dei focolai ed alla rimozione delle cause che li hanno provocati:

1. predisporre e garantire l'evidenza del numero di chiamata per il più vicino comando dei vigili del fuoco;
2. predisporre le indicazioni più chiare e complete per permettere l'utilizzo dei mezzi estinguenti da parte del personale addetto per effettuare le procedure di estinzione e controllo dove possibile dell'incendio;
3. cercare di fornire già al momento del primo contatto con i vigili del fuoco, un'idea abbastanza chiara della localizzazione del cantiere, la condizione attuale del luogo e la presenza di eventuali feriti;
4. in attesa dei soccorsi tenere sgombra e segnalare adeguatamente una via di facile accesso al

cantiere;

5. utilizzare i mezzi estinguenti presenti in cantiere seguendo le istruzioni per le modalità di estinzione incendio e il tipo di estintore da utilizzare a seconda della classe di incendio;
6. Agire con prudenza, non impulsivamente né sconsideratamente;
7. Valutare quanto prima se la situazione necessita di altro aiuto oltre al proprio;
8. Verificare se c'è pericolo (di scarica elettrica, esaBasilicatani gassose, esplosioni...) e prima di intervenire, adottare tutte le misure di prevenzione e protezione necessarie;
9. spostare eventuale materiale infiammabile solo se strettamente necessario o c'è pericolo imminente o continuato di propagazione incendio, senza comunque sottoporsi a rischi;
10. conservare stabilità emotiva per riuscire a superare gli aspetti spiacevoli di una situazione d'urgenza e controllare le sensazioni di sconcerto o disagio che possono derivare da essi.

2.17 Campi elettromagnetici indotti da elettrodotti aerei, misure di sicurezza

2.17.1 Generalità

Il termine *radiazione* viene abitualmente usato per descrivere fenomeni apparentemente assai diversi tra loro, quali l'emissione di luce da una lampada, di calore da una fiamma, di particelle elementari da una sorgente radioattiva, etc. Caratteristica comune a tutti questi tipi di emissione è il trasporto di energia nello spazio. Questa energia viene ceduta quando la radiazione è assorbita nella materia. Ciò si può dimostrare constatando un aumento di temperatura in prossimità del punto in cui è avvenuto l'assorbimento. L'aumento di temperatura non è però l'unico effetto prodotto dall'assorbimento di radiazione nella materia.

L'eventuale azione lesiva delle particelle ionizzanti sull'organismo è una diretta conseguenza dei processi fisici di eccitazione e ionizzazione degli atomi e delle molecole dei tessuti biologici dovuti agli urti delle particelle, che sono dette appunto *particelle ionizzanti* o anche *radiazioni ionizzanti*, quando hanno energia sufficiente per produrre questi processi. Più in particolare, a seconda che la ionizzazione del mezzo irradiato avvenga per via diretta o indiretta si usa distinguere tra *radiazioni direttamente ionizzanti* e *radiazioni indirettamente ionizzanti*. Sono direttamente ionizzanti le particelle cariche (elettroni, particelle beta, particelle alfa, etc.); sono invece indirettamente ionizzanti i fotoni (raggi X e raggi gamma), i neutroni, etc.

Le particelle cariche, dotate di massa e di carica elettrica, e i neutroni, dotati di massa, ma non di carica elettrica, sono radiazioni corpuscolari. I fotoni invece non hanno massa, nè carica elettrica,

sono radiazioni elettromagnetiche che si propagano con la velocità della luce.

Il termine radiazioni non ionizzanti (NIR) viene usato in prevalenza per indicare onde elettromagnetiche a bassa energia, che non provocano la ionizzazione degli atomi attraversati. Il parametro critico dell'onda e.m., dal quale dipende l'energia, è la **frequenza** ν , ed è quindi questa a determinare il livello di interazione fra la radiazione e la materia attraversata.

I tipi principali di radiazione non ionizzante con i quali si può entrare in contatto sono:

- **radiofrequenze RF** ($10^4 < \nu < 10^9$ Hz), tra cui anche gli **ultrasuoni US** ($10^6 < \nu < 10^7$ Hz)
- **microonde MW** ($10^9 < \nu < 10^{12}$ Hz)
- **raggi infrarossi IR** ($10^{12} < \nu < 10^{15}$ Hz)
- **raggi ultravioletti UV** ($10^{15} < \nu < 10^{16}$ Hz)

L'interazione delle radiazioni non ionizzanti con la materia è dovuta essenzialmente alla polarizzazione delle molecole del mezzo, ed al loro successivo rilassamento. Nei tessuti biologici l'intensità I dell'onda incidente decresce con la distanza x secondo la relazione:

- $I = I_0 e^{-a x}$ dove I_0 è l'intensità per $x = 0$, e a è il coefficiente di assorbimento, di dimensioni $[L^{-1}]$; $\lambda = 1/a$ è detta lunghezza di penetrazione, e dipende dalla conducibilità elettrica e dalla costante dielettrica del mezzo, e dalla frequenza dell'onda incidente; i differenti valori di queste costanti per i diversi tipi di tessuto che l'onda incontra portano a diversi valori di assorbimento e riflessione, con conseguenti fenomeni di interferenza.

In ogni caso, l'interazione con la radiazione comporta **fenomeni termici** dovuti all'assorbimento dell'onda (fenomeni che possono innalzare la temperatura dei tessuti), e **fenomeni “non termici”** conseguenti al rilassamento dei dipoli indotti ed al conseguente riarrangiamento delle strutture: il campo elettrico dell'onda incidente può ad esempio interagire con la membrana cellulare, alterando il potenziale di membrana e la sua funzione nella conduzione degli impulsi nervosi.

Nel DPCM 8 Luglio 2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”, vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

In particolare, negli articoli 3 e 4 vengono indicate le seguenti 3 soglie di rispetto per l'induzione magnetica:

- “Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica

e 5kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci” [art. 3, comma 1];

- “A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.” [art. 3, comma 2];
- “Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio”. [art. 4]

2.17.2 Norme e fasce di rispetto da elettrodotti

Il trasporto e la distribuzione dell'energia elettrica avvengono tramite elettrodotti, vale a dire conduttori aerei sostenuti da opportuni appositi tralicci, in cui fluisce corrente elettrica alternata alla frequenza di 50 Hz. Dagli elettrodotti si genera un campo elettromagnetico, la cui intensità – com'è ovvio – è direttamente proporzionale alla tensione di linea.

Le linee elettriche sono classificabili in funzione della **tensione di esercizio** come:

- linee ad altissima tensione (380 kV), dedicate al trasporto dell'energia elettrica su grandi distanze;
- linee ad alta tensione (220 kV e 132 kV), per la distribuzione dell'energia elettrica;
- linee a media tensione (generalmente 15 kV), per la fornitura ad industrie, centri commerciali, grandi condomini ecc.;
- linee a bassa tensione (220-380 V), per la fornitura alle piccole utenze, come le singole abitazioni.

Le linee a 380 kV, 220 kV e 132 kV sono linee aeree, con due o più conduttori mantenuti ad una certa distanza da tralicci metallici e sospesi a questi ultimi mediante isolatori. L'elettricità ad alta tensione viene trasportata in trifase da terne di conduttori fino alle cabine primarie di trasformazione, poste in

prossimità dei centri urbani, nei quali la tensione viene abbassata a un valore tra 5 e 20 kV e si attua il passaggio alla corrente monofase che viene poi utilizzata dalle utenze domestiche (alle utenze industriali viene invece consegnata anche corrente trifase).

La **fascia di rispetto** è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti (al di sopra e al di sotto del livello del suolo), caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3 μ T).

Poiché la corrente trasportata da un elettrodotto non è costante, ma dipende dalla richiesta di energia elettrica, anche la valutazione del campo di induzione magnetica, sulla base della proporzionalità tra campo magnetico e corrente, dipende dalla corrente considerata. La legge prevede che la valutazione sia effettuata con un preciso valore di corrente, che, per le linee elettriche con tensione superiore ai 100 kV corrisponde alla portata in corrente in servizio normale (definita dalla norma **CEI 11-60**). Tale corrente generalmente è superiore a quella che transita sulla linea, quindi non è possibile determinare l'estensione della fascia con misure sul campo, ma è necessario effettuare una valutazione teorica (tramite software dedicato), che risulta cautelativa rispetto ai dati misurabili.

Il **D.M. 29 maggio 2009** prevede che l'individuazione della fascia possa essere effettuata attraverso un procedimento semplificato con la determinazione della “**Distanza di prima approssimazione**” (Dpa) della linea.

Dal canto suo, il D.P.C.M. 8 luglio 2003 prevede che le fasce di rispetto debbano attribuirsi ove sia applicabile l'obiettivo di qualità, ossia «nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a **permanenze non inferiori a quattro** ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio».

Le distanze da linee e impianti elettrici sono stabilite anche nel D.Lgs. 9 aprile 2008, n 81 (Testo Unico Sicurezza sul Lavoro) e indicate nella seguente tabella:

Tensione nominale	Distanza minima consentita
Un	
kV	m
≤ 1	3
10	3,5
15	3,5
132	5
220	7
380	7

Il Decreto 29 Maggio 2008 prevede che **il gestore** debba calcolare la *Distanza di Prima Approssimazione*, definita come “la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto”. In corrispondenza di cambi di direzione, parallelismi e derivazioni, viene invece introdotto il concetto di Area di Prima Approssimazione, calcolata secondo i procedimenti riportati nella metodologia di calcolo, di cui al par. 5.1.4 dell'Allegato al Decreto 29 Maggio 2008.

La materia è, poi, regolata da una norma tecnica europea, la norma CEI EN 50110-1, ed. II, 2005-2, CEI 11-48, fasc. 7523, “*Esercizio degli impianti elettrici*”. Essa prescrive le modalità operative sicure di attività di lavoro, sia sugli impianti elettrici sia nelle vicinanze degli stessi.

La materia è regolata anche da una normativa tecnica europea, sufficientemente precisa e dettagliata, ed in particolare dalla norma CEI EN 50110-1, ed. II, 2005-2, CEI 11-48, fasc. 7523, “*Esercizio degli impianti elettrici*”, che prescrive le modalità operative sicure di attività di lavoro, non solo sugli impianti elettrici ma anche nelle vicinanze degli stessi. La predetta normativa tecnica prevede l'individuazione di tre zone attorno ad una parte nuda in tensione (vedi fig. 1) da trattare ciascuna con modalità diverse.

- Zona di lavoro sotto tensione caratterizzata dalla distanza DL
- Zona di lavoro in prossimità caratterizzata dalla distanza DV
- Zona di lavoro esente da rischio elettrico per distanza $> DV$

Nei cantieri edili è necessario mantenersi nella zona esente da rischio elettrico (distanza minima $> Dv$) quando la tipologia dei lavori che vi si svolgono sono quelli contemplati nell'art. 6.4.4 sotto riportati.

6.4.4 Lavori di costruzione ad altri lavori non elettrici.

- lavori su impalcature;
- lavori con mezzi elevatori, macchine per costruzioni e convogliatori;
- lavori di installazione;
- lavori di trasporto;
- verniciature e ristrutturazioni;
- montaggio di altre apparecchiature e di apparecchiature per la costruzione.

Confronto dei limiti:

Estratto dalla Tab. A.1			Limite previsto dal D.P.R. 164/1956	Limite previsto dal D. Lgs 81/2008
Tensione nominale	Limite esterno della zona di lavoro sotto tensione	Limite esterno della zona prossima		
	DL	Dv		
kV efficaci	m	m	m	m
≤ 1	Nessun contatto	0,30	5,00	3,00
10	0,12	1,15	5,00	3,50
15	0,16	1,16	5,00	3,50
132	1,10	3,00	5,00	5,00
220	1,60	3,00	5,00	7,00
380	2,50	4,00	5,00	7,00

Il confronto della colonna Dv (distanza oltre la quale non vi è rischio elettrico) delle norme porta a concludere che anche le distanze ridotte di nuova adozione sono più che sicure. In realtà un più accurato esame del fascicolo della norma europea mette in luce che sono richieste altre condizioni da rispettare per dare un senso alle predette distanze ed in particolare:

- deve essere definito ed individuato il “posto di lavoro” ed i suoi accessi con precisione specie nei dintorni di linee aeree a conduttori nudi in tensione,
- devono essere esposti idonei segnali indicanti il rischio di elettrocuzione come stabilito dall’art. 4.8 (non sull’ingresso del cantiere come burocraticamente si fa ma nelle zone ove detto rischio si manifesta),
- deve essere sicuramente mantenuta la distanza indicata non inferiore a DV, mediante opportuni segnali visibili e sotto il controllo del responsabile del cantiere, tenendo conto:
 - dell’oscillazione dei carichi,
 - dell’uso dei mezzi di trasporto e di sollevamento,
 - dell’equipaggiamento da impiegare,
 - del fatto che le persone che operano sono “persone comuni” cioè prive di conoscenze nel settore elettrico,
 - di quanto recita l’estratto dall’art. 6.4.4.

2.17.3 Impianto ed interferenze con le linee elettriche

L'impianto non prevede la realizzazione di alcun elettrodotto aereo, bensì solo di elettrodotti interrati in BT e MT che sono valutati nel Quadro Ambientale.

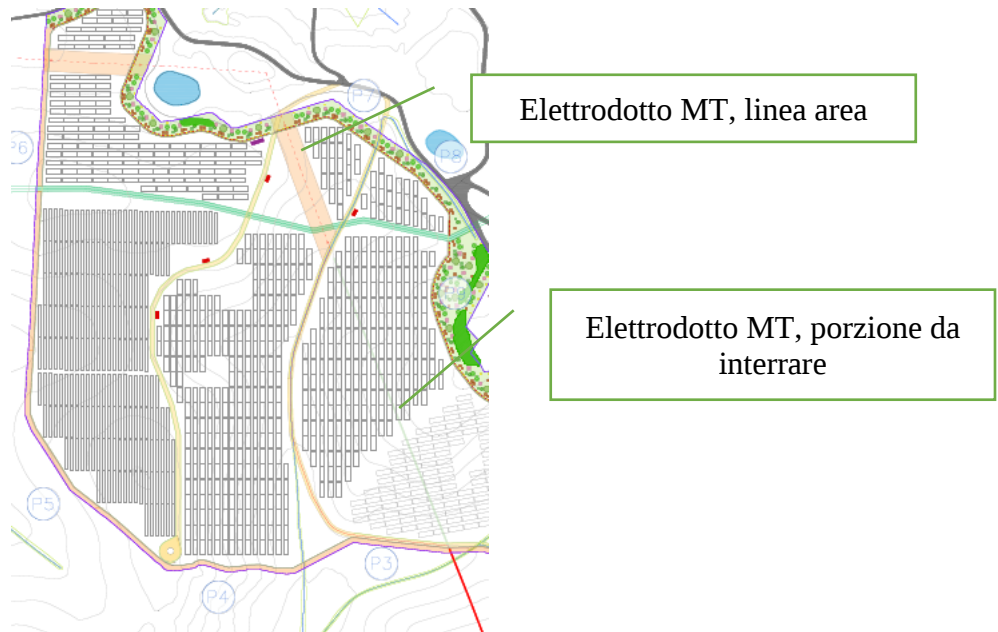


Figura 75 - Elettrodotto MT

Tuttavia l'impianto è attraversato da una linea in media tensione che interessa una piccola porzione del campo con andamento NORD_SUD.

2.17.4 Scelte progettuali e prescrizioni

Sarà richiesta ad Enel Distribuzione l'interramento del breve elettrodotto in MT che attraversa la porzione superiore del campo.

2.18 Automazione operazioni

2.18.1 - Pulizia pannelli

Una delle poche occasioni nelle quali il personale staziona presso i pannelli per un tempo significativo, è per le operazioni di pulizia delle stringhe e dei pannelli. In particolare, per quanto attiene alle file più vicine alle linee aeree, tale operazione potrebbe prolungarsi per qualche ora, anche se molto difficilmente per più di quattro.

Tuttavia, questa attività è perfettamente automatizzabile con molti tipi di robot presenti nel mercato. Normalmente si tratta di dispositivi da posizionare sulla stringa da parte degli operatori che in seguito si muovono autonomamente per effettuare la pulizia. La quale può avvenire sia in secco come in umido. La società, in accordo con i fornitori degli inseguitori monoassiali, si doterà dei sistemi di automazione necessari per rendere questa operazione semplice e rapida, minimizzando in tutte le circostanze la presenza degli operatori.

Complessivamente si stima l'operazione di pulizia (che può e deve essere anche parziale e solo quando necessaria) in circa 120.000 litri per un ciclo di pulizia con spazzole idrocinetiche che facciano uso di acqua demineralizzata senza detergenti. L'acqua sarà portata con autocisterne e travasata per l'operazione in cisternette da 2 mc portate in situ (entro 50 metri dalla macchina pulitrice anche robotizzata) da piccoli carrelli elevatori cingolati. L'operazione, da non condurre contemporaneamente su tutto l'impianto, ma per ampie sezioni, sarà condotta in se necessario circa una volta all'anno.



Figura 76 - Esempio di robot di pulizia

Ovviamente l'acqua in tal modo impiegata fungerà anche da irrigazione sia del prato, sia della circostante mitigazione.

CODE	 Larghezza spazzola	 Sistema pulizia	 Velocità rotazione	 Velocità Max avanzamento	 Velocità Max pulizia	 Consumo acqua	 Pressione Max bar	 Dim. macchina cm	 Peso Corpo/Spazzola
MMSOLAR1	1390 mm	Spazzola Nylon 1220 mm	250 giri/min	60 m/min	1500 mq/h	≥ 6 L/min	10	93x88x60	45 12

Figura 77 - Caratteristiche robot

2.18.2 Sfalcio prato

Si è optato per l'inerbimento controllato mediante la semina di miscugli di graminacee e leguminose. Lo sfalcio del prato si realizzerà nella idonea stagione e secondo le buone pratiche agricole del territorio.

2.19 Descrizione del cantiere, rischi, mezzi ed attrezzature

2.19.1 Avvertenze e misure generali

Vista l'ubicazione e le caratteristiche dell'area, occorrerà delimitare con adeguate recinzioni le zone interessate dai lavori, in modo da impedire l'accesso a persone estranee.

Anche in questo paragrafo si fa riferimento all'elaborato *“Prime indicazioni stesura piani di sicurezza”*.

La viabilità sarà limitata ai soli automezzi necessari per l'esecuzione dei lavori previsti ed ai veicoli necessari per le operazioni di approvvigionamento dei materiali.

La Ditta appaltatrice dovrà applicare idonea segnaletica di sicurezza, in conformità con quanto stabilito dal D.Lgs. 81/08 e s.m.i. per rischi che non possono essere evitati o ridotti. In particolare, dovrà essere tale da avvertire un rischio alle persone esposte, vietare comportamenti che potrebbero causare pericolo, prescrivere determinati comportamenti necessari ai fini della sicurezza, attirare in modo rapido e facilmente comprensibile l'attenzione su oggetti e situazioni di lavoro che possono provocare determinati pericoli e fornire altre indicazioni in materia di prevenzione e sicurezza.

La segnaletica di sicurezza deve essere conforme alle prescrizioni riportate negli allegati del D.Lgs. 81/08, mentre per le situazioni di rischio non considerate negli allegati del D.Lgs. 81/08 deve essere fatto riferimento alla normativa nazionale di buona tecnica, applicabile nei casi specifici.

Per ogni singola area di cantiere è necessario sempre prevedere due cancelli di ingresso, tenendo conto delle seguenti disposizioni:

- l'accesso dovrà essere consentito alle sole persone debitamente autorizzate;
- la sosta dei mezzi adibiti al trasporto dei materiali sarà consentita esclusivamente nel luogo in cui avverranno le operazioni di carico e scarico;
- occorrerà fare molta attenzione nelle operazioni di ingresso e di uscita, in particolare, durante l'immissione in circolazione sulle strade principali, l'operatore deve essere coadiuvato da personale a terra.

La pianificazione ed il posizionamento dei depositi ed aree di stoccaggio, sarà curata dal Coordinatore per l'esecuzione in coordinamento con l'Impresa appaltatrice, e saranno predisposti in modo tale da non costituire alcuna interferenza né con le strutture presenti nel cantiere, né con le lavorazioni che

dovranno essere eseguite, né con l'ambiente circostante.

Tutti i macchinari e le attrezzature operanti nel cantiere dovranno, per caratteristiche tecniche, costruttive e stato di manutenzione, essere conformi o rese tali, a cura dei rispettivi proprietari, alle direttive previste dalle norme vigenti.

2.19.2 Attrezzature di cantiere

In particolare, i macchinari presenti in cantiere dovranno essere in regola con le certificazioni (certificazione CE per apparecchiature nuove, attestazione di conformità per attrezzature antecedenti al 12 settembre 1996) e non devono essere fonte di pericolo per gli addetti.

In cantiere saranno presenti almeno i seguenti mezzi, attrezzature e materiali.

1. automezzi targati e non:

- Macchine battipali per l'infissione dei pali di supporto delle strutture,
- Escavatore,
- Pala meccanica,
- Autogrù,
- Autocarri,
- Bulldozer,
- Betoniere,
- Benne, recipienti di grandi dimensioni,
- Automezzi personali,

2. Piccole attrezzature a mano:

- Saldatrici di qualsiasi tipo,
- Mezzi ed attrezzature per la realizzazione di impianti elettrici,
- Piccone, pala o badile o altra attrezzatura per battere e scavare,
- Attrezzi per il taglio,
- Pompa per calcestruzzo,
- Vibratori per calcestruzzo,
- Molazza,
- Carriola,
- Martello, mazza, piccone, pala o badile o altra attrezzatura per battere o scavare,

- Argani di qualsiasi genere,
- Scale o piccoli ponteggi anche su ruote,
- Gruppo elettrogeno di emergenza,

3. materiali:

- Materiali per recinzioni,
- Cavi elettrici, prese, raccordi,
- Materiali per la lavorazione dell'impianto di messa a terra (puntazze, cavo di rame, tubazione in PVC, morsetti, ecc.),
- Tubi corrugati in materiale plastico,
- Tubi in acciaio,
- Ferro tondo,
- Funi,
- Tubi in polietilene,
- Pannelli fotovoltaici,
- Componenti vari di carpenteria metallica,
- Pannelli metallici per opere di carpenteria,
- Legname per carpenterie,

2.19.3 Operazioni di cantiere

Il ciclo produttivo del cantiere sarà suddiviso nelle seguenti fasi principali:

1- Fase 1

Indagini di rischio.

2- Fase 2

Approntamento del cantiere mediante realizzazione della recinzione e degli accessi e viabilità pedonali/ carrabili di cantiere, la predisposizione dell'impianto elettrico, idrico, di messa a terra di cantiere, di protezione dalle scariche atmosferiche e segnaletica di sicurezza, l'allestimento dei depositi, delle zone di stoccaggio e dei servizi igienico assistenziali.

3- Fase 3

Movimentazione, carico/scarico dei materiali (strutture metalliche, moduli fotovoltaici e componenti vari) presso i luoghi di deposito provvisori.

4- Fase 4

Infissione pali e realizzazione struttura di metallo per inseguitori

5- Fase 5

Posa dei soprastanti pannelli FTV, staffaggio e cablaggio fino a cassette di stringa.

6- Fase 6

Opere murarie per realizzazione basamenti delle cabine di trasformazione ed eventuale livellamento locale.

7- Fase 7

Realizzazione di scavi di trincea per la posa di nuovi cavidotti sino ad intercettare la cabina generale.

8- Fase 8

Collegamenti elettrici, allestimento zona inverter e quadro elettrico nella nuova cabina.

9- Fase 9

Misure elettriche e collaudi impianti.

10- Fase 10

Messa in servizio degli impianti,

11- Fase 11

Smobilizzo del cantiere, dei baraccamenti

12- Fase 12

Smantellamento recinzioni provvisorie, pulizia finale.

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico consisterà in una serie di attività necessarie. Verranno realizzate le seguenti opere:

- 1- cabina primaria (MT/AT) di allaccio alla SE TERNA;
- 2- cabine secondarie (BT/MT) provviste di sistemi di misura e protezione situate all'interno delle singole piastre d'impianto;
- 3- cavi e conduttori di connessione;
- 4- stringhe di moduli FV e relativi meccanismi di sostegno ed azionamento;
- 5- viabilità di collegamento, sistemi di drenaggio e trattenuta suolo;
- 6- sistemi di sicurezza fisica;
- 7- realizzazione delle opere di mitigazione ambientale e di compensazione naturalistica;
- 8- realizzazione delle opere agricole produttive.

Le operazioni preliminari di preparazione al sito prevederanno una verifica puntuale dei confini e il tracciamento della recinzione d'impianto così come autorizzata. La realizzazione delle opere di mitigazione potrà avvenire in più fasi anche in base alla stagionalità.

Successivamente, a valle del rilievo topografico, verranno delimitate le aree. Si procederà all'installazione delle strutture di supporto dei moduli. Tale operazione sarà effettuata mediante l'utilizzo di trivelle da campo, mosse a cingoli, che consentono un'agevole ed efficace infissione dei montanti verticali dei supporti nel terreno, fino alla profondità necessaria a dare stabilità alla fila di moduli. Eventuali piccoli dislivelli saranno assorbiti attraverso la differente profondità di infissione. Il corretto posizionamento dei pali di supporto verrà attuato mediante stazioni di misura GPS, essendo la tolleranza di posizionamento dell'ordine del cm.

Successivamente verranno sistemate e fissate le barre orizzontali di supporto. Montate le strutture di sostegno, si procederà allo scavo del tracciato dei cavidotti e alla realizzazione delle platee per le cabine di campo.

Le fasi finali prevedono il montaggio dei moduli, il loro collegamento e cablaggio, la posa dei cavidotti interni al parco e la ricopertura dei tracciati.

Dato il raggruppamento in blocchi dell'impianto, legato alla soluzione tecnologica scelta, le installazioni procederanno in serie, ovvero si installerà completamente un blocco e poi si passerà al successivo.

Data l'estensione del terreno e le modalità di installazione descritte, si prevede di utilizzare aree interne al perimetro per il deposito dei materiali e il posizionamento delle baracche di cantiere.

Tali aree saranno delimitate da recinzione temporanea, in rete metallica, idoneamente segnalate e regolamentate, e saranno gestite e operate sotto la supervisione della direzione dei lavori.

L'accesso al sito avverrà utilizzando l'esistente viabilità locale, che non necessita di aggiustamenti o allargamenti e risulta adeguata al transito dei mezzi di cantiere. A installazione ultimata, il terreno verrà ripristinato, ove necessario, allo stato naturale.

Per le lavorazioni descritte si prevede un ampio coinvolgimento di manodopera locale e ditte locali. Come indicato anche nel paragrafo 2.17 di seguito si riporta una lista delle operazioni previste per la realizzazione dell'impianto e la sua messa in produzione. Fatta eccezione per le opere preliminari, tutte le altre operazioni presentano un elevato grado di parallelismo, in quanto si prevede di realizzare l'impianto per lotti.

Opere preliminari:

- a) operazione di rilievo di dettaglio;
- b) realizzazione recinzioni perimetrali e realizzazione delle mitigazioni (anche in fasi successive);

- c) predisposizione fornitura acqua ed energia tramite instalBasilicatane di quadristica di cantiere;
- d) direzione approntamento cantiere;
- e) delimitazione dell'area di cantiere e posizionamento della segnaletica;

Opere di tipo civile:

- a) preparazione del terreno;
- b) realizzazione della viabilità interna;
- c) realizzazione basamenti delle cabine e posa dei prefabbricati;
- d) realizzazione del gruppo di conversione cabina e successivo alloggiamento.

Opere elettromeccaniche

- a) montaggio delle strutture metalliche di supporto;
- b) montaggio moduli fotovoltaici;
- c) posa cavidotti MT e pozzetti;
- d) posa cavi MT / Terminazioni cavi;
- e) posa cavi BT in CC/ AC;
- f) cablaggio stringhe;
- g) installazione inverter;
- h) installazione Trasformatori MT/BT;
- i) installazione Quadri di media;
- j) lavori di collegamento;
- k) collegamento alternata;

Montaggio del sistema di monitoraggio

Montaggio del sistema di videosorveglianza

Collaudi/commissioning:

- a) collaudo cablaggi;
- b) collaudo quadri;
- c) collaudo inverter;
- d) collaudo sistema montaggio;

Fine lavori

Collaudo finale

Connessione in rete

2.19.4 Fasi di sviluppo per sottocampi

La centrale fotovoltaica “Calanchi Solari” si compone di un unico impianto elettrico diviso in 6 piastre. Sarà realizzato un unico cantiere con un’area centrale di controllo stoccaggio e alimentazione in prossimità della piastra 1 con un’ulteriore area di stoccaggio in prossimità della piastra 6b.

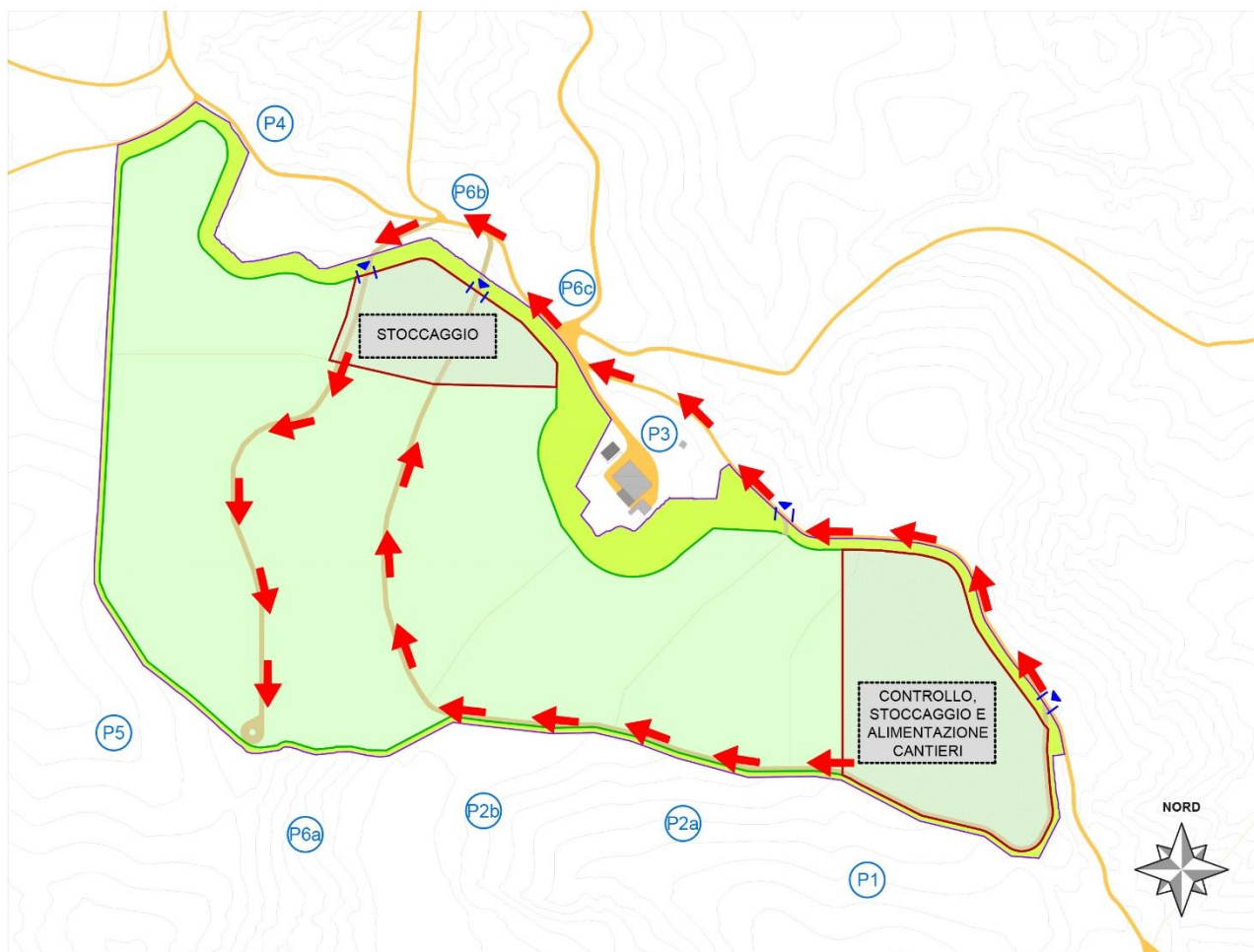


Figura 78 – Localizzazione del cantiere

Gli apprestamenti saranno installati nell’area centrale di cantiere che si troverà in prossimità della piastra 1 a ridosso del margine Est e sarà servita da uno dei quattro accessi previsti per l’impianto. Un’ulteriore area di stoccaggio sarà prevista in prossimità della piastra 6b, a ridosso del margine Nord dell’impianto

Dopo aver realizzato la recinzione di cantiere lungo il perimetro, si procederà al tracciamento della viabilità di cantiere e alla predisposizione delle strutture temporanee che ospiteranno gli uffici di direzione cantiere, uffici tecnici, gli uffici ricevimento merci, gli spogliatoi, i servizi igienici, la mensa e l’infermeria.

I mezzi di trasporto merci entreranno da uno dei due accessi nord e da uno dei due accessi est del lotto. Dopo aver superato i controlli di sicurezza ed effettuata la registrazione dei documenti di trasporto, verrà organizzato lo scarico dei materiali e la movimentazione che sarà effettuata tramite mezzi controbilanciati e transpallet elettrici.

I siti di stoccaggio del materiale saranno adibiti nelle aree più accessibili e meglio collegate alla viabilità dell'impianto. In questo modo verrà garantita la realizzazione in parallelo delle opere, piastra per piastra, procedendo a partire dalle aree centrali verso le aree più esterne, in cui sono allestite le aree di stoccaggio.



Figura 79 Area di cantiere - fase 1

Le prime forniture riguarderanno i materiali per la realizzazione delle recinzioni perimetrali e della viabilità interna che dovrà essere realizzata per permettere la movimentazione interna dei mezzi di cantiere.

In questa fase si procederà allo stoccaggio ed alla distribuzione delle strutture ed in particolare dei pali di fondazione in acciaio zincato che saranno infissi tramite macchine a battimento. I bilici con i moduli fotovoltaici saranno ricevuti in cantiere solo dopo aver completato il montaggio delle strutture di supporto.

L'area centrale di cantiere sarà realizzata nella piastra 1, all'interno della quale saranno installati i baraccamenti di cantiere, sarà predisposta un'area per il deposito del materiale ed uno spazio per i rifiuti e sul perimetro delle aree centrali dei cantieri viene realizzata la recinzione di cantiere.

Seguendo le diverse fasi (infissione pali, montaggi pannelli, realizzazione elettrodotti, posa ed allestimento cabine, cablaggi) gli altri sottocantieri saranno impegnati in sequenza procedendo radialmente per il completamento delle opere.

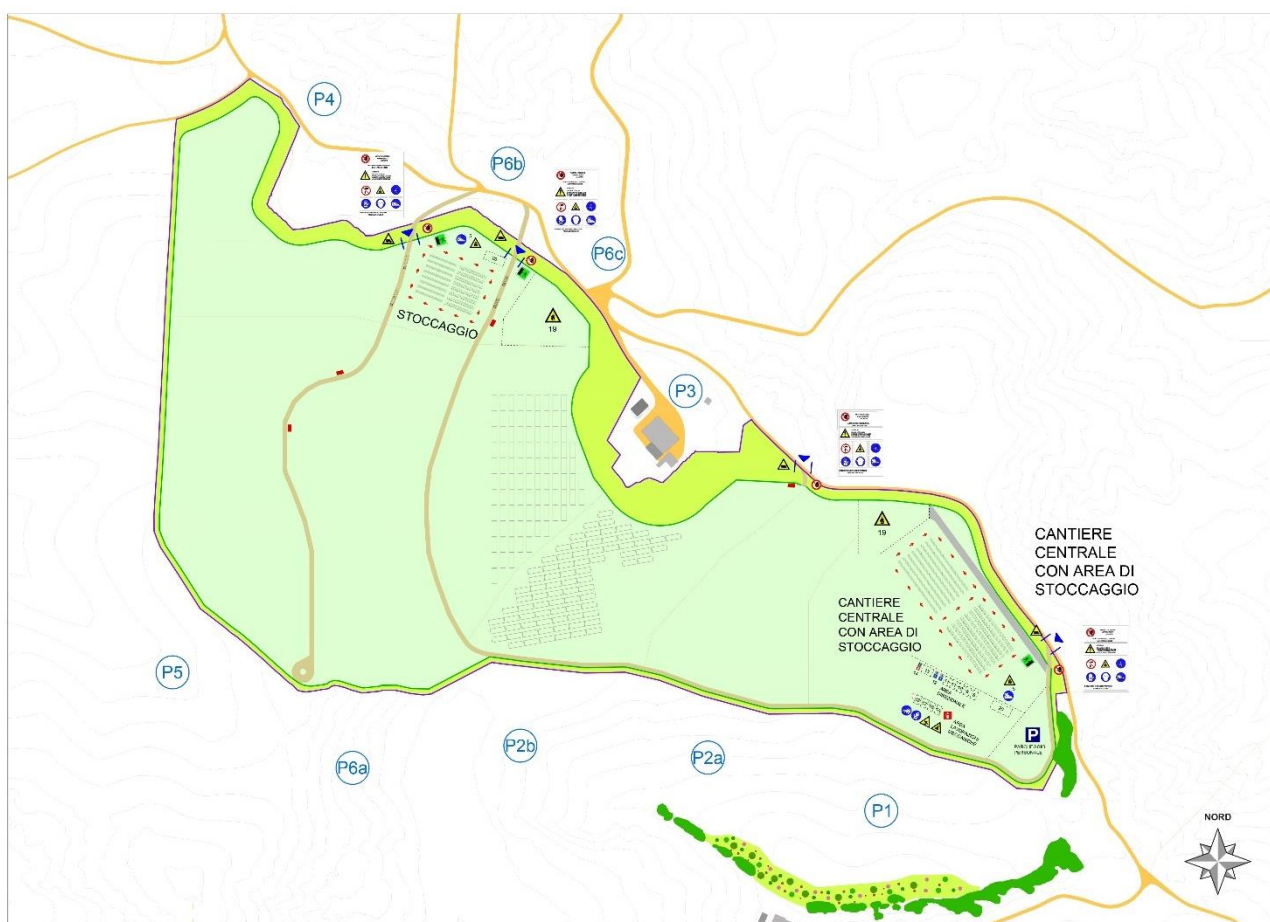


Figura 80- Area di cantiere - fase 2 e 3

Man mano che saranno ultimate le opere di montaggio delle strutture, dei moduli fotovoltaici, la stringatura degli inverter ed il posizionamento delle cabine BT/MT all'interno degli specifici lotti e la realizzazione delle mitigazioni ambientali, si procederà ad una riduzione graduale dell'area di cantiere.

Nell'ultima fase di cantiere saranno poste in opera le due cabine principali di raccolta dalle quali partiranno i cavidotti MT esterni. I posizionamenti avverranno tramite autogrù di portata 50 t dotata di braccio telescopico a sfilamento completamente idraulico.

Si procederà quindi con le opere di collaudo finale in modo da poter procedere alla rimozione delle segnalazioni temporanee, le delimitazioni, e tutta la cartellonistica. Si procederà alla pulizia delle aree di stoccaggio dei materiali, allo smontaggio delle attrezzature di sollevamento e ponteggio se installate e di tutte le recinzioni provvisorie, sbarramenti, protezioni, segnalazioni e avvisi necessari ai fini della sicurezza, nonché la dismissione di tutte le misure necessarie ad impedire la caduta accidentale di oggetti e materiali, nonché lo smantellamento dei container adibito ad ufficio di cantiere.

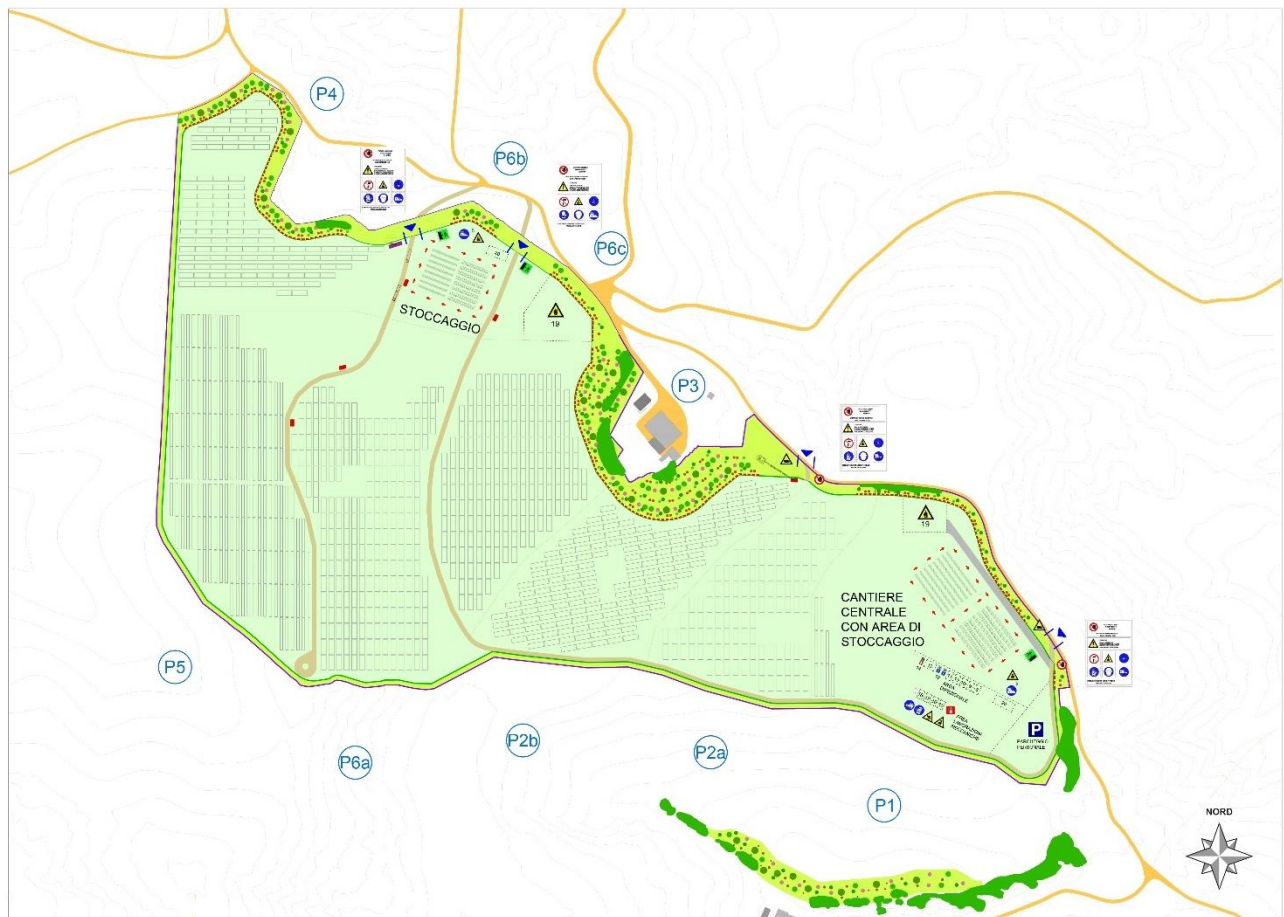


Figura 81- Area di cantiere 2 - fase 1

Nell'ultima fase di cantiere saranno poste in opera la cabina principale di raccolta dal quale partirà il cavidotto MT esterno.

Si procederà quindi con le opere di collaudo finale in modo da poter procedere alla rimozione delle segnalazioni temporanee, le delimitazioni, e tutta la cartellonistica. Si procederà alla pulizia delle aree di stoccaggio dei materiali, allo smontaggio delle attrezzature di sollevamento e ponteggio se installate e di tutte le recinzioni provvisorie, sbarramenti, protezioni, segnalazioni e avvisi necessari ai fini della sicurezza, nonché la dismissione di tutte le misure necessarie ad impedire la caduta accidentale di oggetti e materiali, nonché lo smantellamento dei container adibito ad ufficio di cantiere.

2.20 Ripristino dello stato dei luoghi

La vita utile di una centrale è di circa 30 anni, con semplici operazioni di manutenzione ordinaria. Al termine del periodo di esercizio previsto dall'autorizzazione, salvo rinnovo della stessa previa manutenzione straordinaria (è evidente che le tecnologie di generazione di energia elettrica tra trenta anni non sono prevedibili oggi), si dovrà procedere allo smantellamento e ripristino dello stato dei luoghi.

2.20.1 Descrizione delle operazioni

Previo idoneo titolo abilitativo e sotto il controllo di società debitamente specializzata, e previa approvazione del relativo progetto esecutivo, saranno eseguite le seguenti operazioni:

1. smontaggio delle opere civili:
 - a. ringhiera,
 - b. cabine elettriche
 - c. cabina inverter
 - d. supporti dei pannelli fotovoltaici
 - e. condutture per i cavi
2. smontaggio e messa in sicurezza delle parti elettriche:
 - a. quadri elettrici,
 - b. inverter,
 - c. trasformatori,
 - d. cavi elettrici
3. smontaggio dei pannelli
 - a. pannelli fotovoltaici
4. invio a recupero o smaltimento
5. ripristino suolo
 - a. rimozione della viabilità interna
 - b. lavorazione del suolo
 - c. apporto di ammendanti
 - d. semina

In ordine di esecuzione tali azioni possono essere descritte nel seguente modo:

1. Rimozione dei pannelli fotovoltaici, delle strutture e dei cavi di collegamento;
2. Rimozione dei prefabbricati di cabina e dei relativi basamenti in CLS;
3. Rimozione delle fondazioni dei pannelli fotovoltaici;

4. Rimozione dei cavidotti e dei relativi pozzetti;
5. Rimozione della recinzione;
6. Rimozione della viabilità interna,
7. Ripristino del suolo.

I materiali ricavati dallo smantellamento saranno avviati alle operazioni consentite dalla norma al momento dello smantellamento (ovvero, in caso non sia significativamente variata, alle operazioni di recupero, riciclaggio e/o riuso, e, se necessario di smaltimento).

I container batterie saranno ritirati direttamente dal produttore o dall'importatore. Si ricorda che, allo stato delle cose, il D.lgs. 188/08, in recepimento della Direttiva 2006/66/CE concernente pile, accumulatori e relativi rifiuti, rappresenta il quadro normativo di riferimento nazionale per la filiera delle pile e accumulatori. Con l'emanazione di questo Decreto trova applicazione il principio della responsabilità estesa del produttore anche nel comparto delle pile e degli accumulatori, ossia la responsabilità, in capo a chi produce o immette sul mercato nazionale questi prodotti, di doversi occupare del loro corretto fine vita.

2.20.2 Cronogramma delle opere di dismissione

Le operazioni di dismissione a fine vita verranno effettuate in circa **51 giorni lavorativi** come stimato nel cronoprogramma e una presenza contemporanea massima di 50 operai.

Le attività di dismissione consisteranno nello smantellamento fino alla pulizia delle aree temporanee di stoccaggio dei materiali.

Attività	Ore uomo	ULA	Uomini giorno	Durata gg	operai	Inizio giorno	Fine gio
Allestimento, messa in sicurezza e pulizia del cantiere	300	0,2	37,5	5	7	0	5
Smontaggio dei moduli fotovoltaici del cantiere	2.568	1,5	321,0	13	25	6	19
Dismissione cavidotti e pozzetti del cantiere	210	0,1	26,3	5	5	20	25
Dismissione inverter e quadristica del cantiere	200	0,1	25,0	5	5	26	31
Smontaggio delle strutture di supporto del cantiere	4.995	2,8	624,4	16	40	26	42
Dismissione cabine del cantiere	250	0,1	31,3	6	5	26	32
Smantellamento impianto di illuminazione e videosorveglianza del cantiere	1.100	0,6	137,5	9	15	34	43
Ripristino terreno e inerbimento del cantiere	180	0,1	22,5	2	10	44	46
Smantellamento recinzione e opere provvisorie, rimozione rifiuti e pulizia aree del cantiere	300	0,2	37,5	4	10	47	51
	10.103	5,7	1.262,9				

Figura 82 - Tabella di calcolo della durata dei lavori

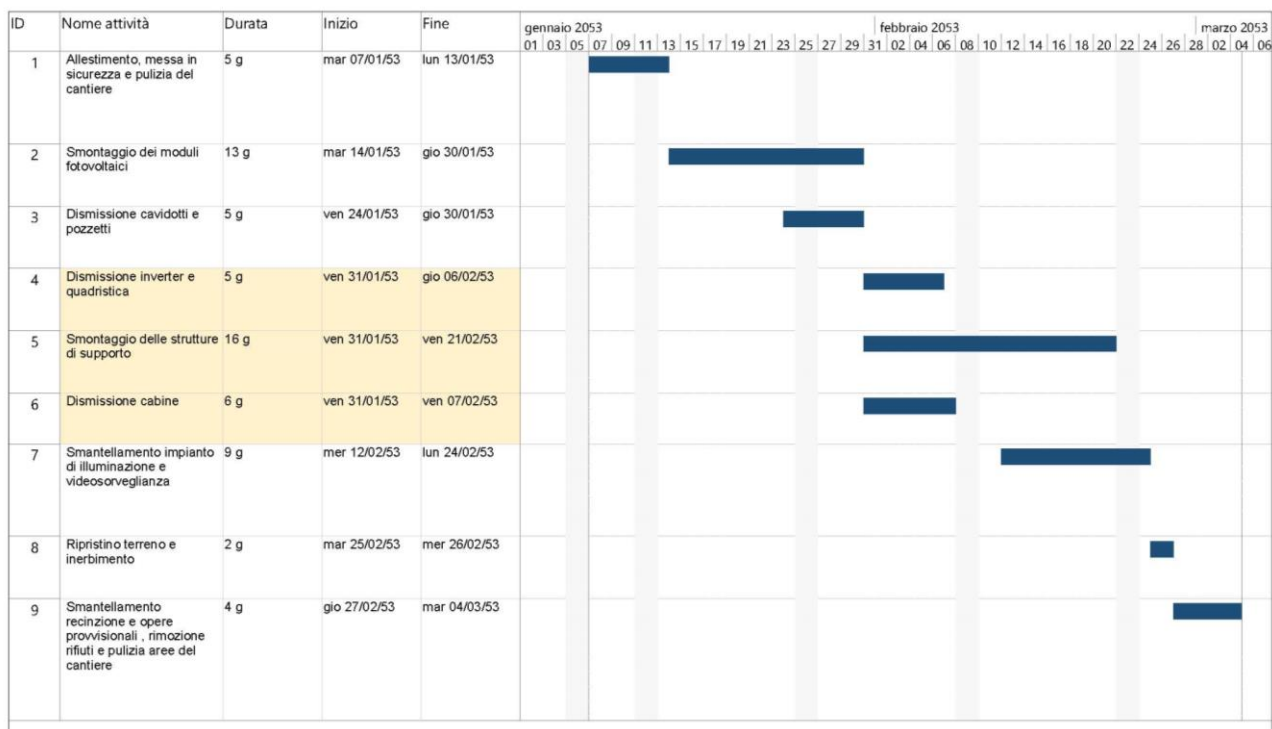


Figura 83 - Cronogramma opere di dismissione cantiere

2.20.3 Computo delle operazioni di dismissione

Come indicato nell'elaborato “Piano di Dismissione, Computo metrico estimativo”, il costo stimato delle operazioni di dismissione dell'impianto è di 5.720.488,33 €, da rivalutare con indice Istat.

Tale stima, da considerare ovviamente indicativa per l'enorme distanza temporale dell'evento che si cerca di descrivere, è soggetta all'ipotesi del tutto plausibile che molti materiali recuperabili (e tra trenta anni, considerando l'enorme volume delle installazioni attualmente presente nel mondo, e la crescita di queste nel tempo, saranno ancora più presenti e disponibili soluzioni di recupero) potranno essere valorizzati e/o ritirate gratuitamente. Ad esempio, come già visto, l'alluminio, il rame ed i materiali ferrosi. Considerando anzi l'andamento delle scorte mondiali di bauxite e di rame è molto probabile che alla metà del secolo tali materiali avranno un valore molto consistente.

In ogni caso, a beneficio di robustezza, nel calcolo sono stati tutti considerati a zero.

2.21 *Stima dei rifiuti prodotti e materiali a recupero/riciclo*

2.21.1 Rifiuti prodotti

Le attività di cantiere sono del tutto simili a qualsiasi altro cantiere per la realizzazione di un impianto elettrico.

Il cantiere produrrà le seguenti classi di rifiuti tipici:

CER 150101 imballaggi di carta e cartone

CER 150102 imballaggi in plastica

CER 150103 imballaggi in legno

CER 150104 imballaggi metallici

CER 150105 imballaggi in materiali compositi

CER 150106 imballaggi in materiali misti

CER 150110* imballaggi contenenti residui di sostanze pericolose o contaminati da tali sostanze

CER 150203 assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi, diversi da quelli di cui alla voce 150202

CER 160304 rifiuti inorganici, diversi da quelli di cui alla voce 160303

CER 160306 rifiuti organici, diversi da quelli di cui alla voce 160305

CER 160604 batterie alcaline (tranne 160603)

CER 160601* batterie al piombo

CER 160605 altre batterie e accumulatori

CER 170107 miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 170106

CER 170202 vetro

CER 170203 plastica

CER 170302 miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 170301

CER 170407 metalli misti

CER 170411 cavi, diversi da quelli di cui alla voce 170410

CER 170504 terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503

CER 170604 materiali isolanti diversi da quelli di cui alle voci 170601 e 170603

CER 170903* altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione (compresi rifiuti misti) contenenti sostanze pericolose

Per quanto riguarda il particolare codice CER 170504, riconducibile alle terre e rocce provenienti dagli scavi, si prevede di riutilizzarne la totalità per i rinterri, livellamenti, riempimenti, rimodellazioni e rilevati previsti funzionali alla corretta installazione dell'impianto in tutte le sue componenti strutturali (moduli fotovoltaici e relativi supporti, cabine elettriche, cavidotti, recinzioni ecc....).

Coerentemente con quanto disposto D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., e del DPR 120/2017 il riutilizzo in loco di tale quantitativo di terre (per rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati) viene effettuato nel rispetto generale di alcune condizioni:

- L'impiego diretto delle terre escavate deve essere preventivamente definito;
- La certezza dell'integrale utilizzo delle terre escavate deve sussistere sin dalla fase di produzione;
- Non deve sussistere la necessità di trattamento preventivo o di trasformazione preliminare delle terre escavate ai fini del soddisfacimento dei requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego ad impatti qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti ed autorizzati per il sito dove sono destinate ad essere utilizzate;
- Deve essere garantito un elevato livello di tutela ambientale;
- Le terre non devono provenire da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica;
- Le loro caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che il loro impiego nel sito prescelto non determini rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate ed avvenga nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna degli habitat e delle aree naturali protette.

Per il presente progetto, si ricade nella disciplina del Titolo IV del Decreto, "Esclusione dalla disciplina sui rifiuti", e in particolare dell'art. 24 che specifica che, per poter essere escluse dalla disciplina sui rifiuti le terre e rocce da scavo devono essere conformi ai requisiti dell'art. 185, comma 1, lettera c), del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.

In particolare, devono essere utilizzate nel sito di produzione, la loro non contaminazione deve essere verificata in base ai disposti dell'Allegato 4, e la loro conformità deve essere verificata con la redazione di un "Piano Preliminare di utilizzo in sito" allegato al presente SIA.

2.21.2 Riciclo dei pannelli e degli altri materiali a fine vita

La grandissima maggioranza dei materiali impiegati nell'impianto sono facilmente recuperabili a termine del ciclo di vita dell'impianto.

Una opportuna operazione di smontaggio dell'impianto e la corretta divisione dei materiali durante

le operazioni, insieme alla cura di recuperare i materiali e componenti ancora riusabili, porterà al sostanziale recupero dei materiali indicati in tabella.

Chiaramente alcuni saranno interamente riciclati (585 t di alluminio, 53 t di rame, 785 t di ferro), altri saranno sottoposti ad operazioni di riuso, previa selezione (3.000 t di pietrisco, 154 t di CLS, 52 t di legno), o di recupero a mezzo di cicli termici (491 t di vetro, 33 t di silicio, 102 t di plastiche) altri a smaltimento, se ne frattempo non saranno stati messi a punto efficienti e sicuri procedimenti di riciclaggio.

	Quantità	U.m.	Stima materiali (ton)										
			legno	pietrisco	alluminio	rame	fibra	ferro	elettronica	vetro	silicio	plastiche	CLS
Recinzione	2.596	m	52										
Misto granulare	2.000	mc		3.000									
Cavo MT alluminio (est)	18.000	m			301							1	
Cavo MT alluminio (int)	4.962	m			43							0	
Cavo BT alluminio	39.834	m			175							3	
Cavo solare	85.484	m				6						6	
Corda rame	194	m				0							
Messa terra PE rame	4.337	m				1							
Cavi in fibra ottica	2.596	m					0					0	
Struttura tracker da 25	413	cad.						240					
Struttura fissa da 24	935	cad.						542					
Inverter	75	cad.						1	2				
Moduli	32.765	cad.			66	46				491	33	92	
Acciaio in barre	1.493	m						2					
Cabine	7	cad.							11				154
Totale			52	3.000	585	53	0	785	12	491	33	102	154

Figura 84 - Stima materiali a riciclo

Per quanto attiene i pannelli fotovoltaici, sui quali c'è un notevole grado di confusione, bisogna intanto considerare che dal 28 marzo 2014 il Decreto legge n.49/2014 “Attuazione della direttiva 2012/19/UE sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE)” è stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale. Per la prima volta, i pannelli fotovoltaici rientrano nella categoria RAEE.

La normativa prevede una suddivisione degli adempimenti in base alla grandezza degli impianti.

- Per rifiuti derivanti da **impianti con potenza inferiore a 10kWp** (“RAEE domestici”), la responsabilità dello smaltimento è a carico dei produttori presenti sul mercato nell’anno in cui si verificano tali costi, in base alla rispettiva quota di mercato. Per i proprietari è quindi gratuito.
- Per rifiuti originati da pannelli installati in **impianti con potenza superiore o uguale a 10kWp** immessi nel mercato prima del 12 aprile 2014, la responsabilità è a carico dei produttori nel caso di sostituzione ma a carico dell’utente detentore negli altri casi. Per moduli immessi nel mercato dopo il 12 aprile 2014 **la responsabilità è a carico dei produttori.**

Dunque, per l’impianto in oggetto la responsabilità nel recupero e riciclaggio dei pannelli è a carico del produttore degli stessi ed il relativo costo è stato già pagato nel prezzo di acquisto.

Inoltre, ai sensi del DM 5 maggio 2011 tutti i pannelli devono disporre di un certificato rilasciato dal produttore o importatore dei moduli, attestante l'adesione del medesimo a un Sistema o Consorzio europeo che garantisca il riciclo dei moduli al termine della loro vita utile. PV Cycle è il sistema europeo di raccolta e riciclo del fotovoltaico che stima il grado di recupero attuale dei materiali nell'ordine del 96%.

Allo stato attuale il riciclo di un pannello fotovoltaico può avvenire con un processo semiautomatico, in uso presso diversi consorzi¹⁰, che:

- stacca meccanicamente il vetro dal foglio plastico, recuperandolo.
- Sulla plastica restano attaccate tutte le altre componenti e talvolta anche frammenti di vetro.
- La macchina spazzola via il vetro e poi trita finemente il materiale rimasto che viene infine fatto passare attraverso una serie di vagli e cicloni a soffio di aria, che separano i vari materiali a secondo della loro densità. Si ottengono così:
 - polvere di plastica,
 - rame,
 - argento dei contatti elettrici
 - silicio.

Tutti questi componenti sono riutilizzabili.

In particolare il silicio, pur essendo in quantità di poche decine di grammi per pannello, è di qualità molto alta e può essere riutilizzato per applicazioni elettroniche (o per nuovi pannelli fotovoltaici).

¹⁰ - Ad esempio presso RAecycle a Siracusa. https://www.askanews.it/economia/2016/02/17/raecycle-in-sicilia-primo-impianto-al-mondo-per-riciclare-tv-pn_20160217_00242/

2.22 *Manutenzione ordinaria degli impianti*

2.22.1 Premessa

Per manutenzione si intende il complesso delle attività tecniche ed amministrative rivolte al fine di conservare, o ripristinare, la funzionalità e l'efficienza di un apparecchio o di un impianto, intendendo per funzionalità la sua idoneità ad adempiere alle sue funzioni, ossia fornire le prestazioni previste, e per efficienza la sua idoneità a fornire le predette prestazioni in condizioni accettabili sotto gli aspetti dell'affidabilità, dell'economia di esercizio, della sicurezza e del rispetto dell'ambiente esterno ed interno.

Un impianto fotovoltaico collegato alla rete elettrica di distribuzione non richiede una manutenzione ordinaria impegnativa ed in genere le verifiche preventive possono essere effettuate da personale anche non specificatamente esperto in tecnologia fotovoltaica, purché in possesso dei requisiti necessari per operare su parti in tensione e solo dopo aver preso visione del “Manuale d’uso e manutenzione”. Peraltro, il generatore fotovoltaico non ha parti meccaniche in movimento, per cui la manutenzione è limitata al controllo visivo dei singoli moduli al fine di rilevare eventuali deterioramenti e/o sporcizia sulla superficie captante. In genere i moduli potrebbero essere oggetto di deposito di elementi pulviscolari che vanno ad imbrattare il rivestimento vetrato degli stessi, dovuti in generale all’inquinamento dell’aria e, nella fattispecie, ad eventuali prodotti di combustione localizzati emessi dalle canne fumarie dell’impianto di riscaldamento.

Nella stagione invernale, stagione peraltro meno significativa ai fini della producibilità rispetto alle altre, a fronte di un eventuale persistente imbrattamento dovuto alla neve potrebbe verificarsi utile procedere ad un asporto della medesima con utensili non abrasivi. Relativamente alla struttura di sostegno dei moduli, sarà necessario procedere a particolari controlli atti a verificare l’integrità e la stabilità degli elementi portanti e di fissaggio dei moduli a questi ultimi.

Il controllo delle grandezze in uscita dal generatore fotovoltaico sarà effettuato dal sistema di acquisizione dati con cui è equipaggiato il sistema. È opportuno che venga effettuata un’ispezione con cadenza almeno semestrale dei componenti del B.O.S. (Balance of system: insieme dei dispositivi necessari per trasformare e adattare la corrente continua prodotta dai moduli alle esigenze dell'utenza finale), con particolare riguardo ai cavi di collegamento stringhe inverter e al collegamento di quest’ultimi con il quadro di parallelo. Eventuali verifiche mirate a rilevare ad esempio infiltrazioni d’acqua, guasti meccanici e/o elettrici dovranno essere effettuate da personale tecnico competente, con impianto fuori servizio e rispettando le indicazioni del “manuale d’uso e manutenzione” relativo

al dispositivo oggetto di ispezione.

Tutte le operazioni di manutenzione delle attrezzature elettromeccaniche sono riportate nei relativi libretti di uso e manutenzione. Al netto della “*manutenzione correttiva*”, necessaria a seguito di guasti, il presente paragrafo individua la necessità di base della “*manutenzione preventiva*”, ovvero quelle operazioni eseguite ad intervalli predeterminati e volte a ridurre le probabilità dei guasti e salvaguardare l’efficiente funzionamento dell’impianto. Nelle operazioni di manutenzione si avrà un consumo di materiali e di pezzi di ricambio specificamente necessari allo scopo. A tal fine presso l’impianto o in aree a deposito nei pressi dello stesso andranno tenute a disposizione:

- oli lubrificanti necessari durante il normale funzionamento delle apparecchiature;
- prodotti per l’ingrassaggio di parti meccaniche in movimento;
- disincrostanti, detergenti, solventi e sostanze chimiche in genere nonché le attrezzature necessarie (scope, stracci, spugne, etc.) per l’effettuazione degli interventi mirati alla migliore conservazione degli impianti tecnologici e/o i locali ospitanti gli stessi;
- guarnizioni comuni delle valvole di intercettazione e delle rubinetterie;
- vernici nelle qualità, quantità e colore necessarie per l’espletamento delle operazioni manutentive di ritocco e/o di sostituzioni;
- viteria d’uso;
- componentistica elettrica (ed uno stock di pannelli di riserva);
- trasformatori di riserva per servizi ausiliari;
- attuatori di riserva tracker.

Le operazioni di manutenzione si distinguono tra:

- manutenzione opere civili (recinzioni, cancelli, porte, cabine, ventole)
- manutenzione opere elettriche (quadri, inverter, trasformatori, protezioni)
- manutenzione opere agricole (alberi, arnie per le api, colture)

Solo le seconde saranno assegnate a società non locali, per l’elevato grado di specializzazione e centralizzazione richiesto (naturalmente a parità di garanzia di qualità sarà data priorità a società locali).

2.22.2 Lista delle operazioni di manutenzione

Le operazioni di manutenzione “correttiva” derivano dalle verifiche sottoelencate.

Operazioni di verifica impianto elettrico ed opere connesse		
Componente	Operazione	Cadenza
Opere elettriche		
Moduli fotovoltaici	- Verifica integrità fisica, - verifica stato di pulizia, - a campione verifica dell'integrità delle cassette di terminazione e stato dei diodi di by-pass	Annuale
	- pulizia	Semestrale
Stringhe	- verifica prestazioni	Annuale
Strutture di sostegno	- Ispezione visiva	Annuale
	- Controllo dei serraggi	
Quadri elettrici	- ispezione visiva	Annuale
Dispositivi di manovra e protezione	- verifica stato di conservazione	Annuale
	- controllo elettrico e tarature	
Cablaggi	- verifica integrità	Annuale
Inverter	- ispezione visiva involucro e display	Annuale
	- pulizia aperture di areazione	
	- controllo elettrico dei dispositivi di manovra	
Impianto di messa a terra	- verifica integrità, - verifica serraggio connessioni	Annuale
	- prova di continuità tra conduttori di protezione ed equipotenziali	
	- verifica isolamento cavi	
	- verifica integrità cartellonistica	
	- integrità circuito e dispositivi del pulsante di emergenza	Semestrale
	- prova pulsanti di sgancio	
Spie indicatrici del funzionamento sugli inverter	- verifica anomalie segnalate	mensilmente
Trasformatori MT/AT	- verifica funzionamento	Semestrale
Opere civili		
Recinzioni	- verifica integrità	Semestrale

Piattaforme cabine e accumuli	- verifica visiva integrità	Annuale
Tralicci	- verifica integrità	Annuale
Opere agricole e naturali		
Impianto di irrigazione	- verifica funzionalità	Semestrale
Stato di salute alberi	- verifica parassiti, malattie, etc..	Annuale
Arnie e loro componentistica	- verifica funzionalità, parassiti, malattie,	frequente o continua (telecontrollo)

Le operazioni di manutenzione programmata e/o di sostituzione integrale sono:

Operazioni di manutenzione programmata		
Componente	Operazione	Cadenza
Opere elettriche		
Moduli fotovoltaici	- verifica funzionale, sostituzione pannelli con hot spot o altri ammaloramenti	Annuale
	- pulizia	Semestrale
Stringhe	- Verifica serraggio, sostituzione componenti ammalorate	Annuale
Strutture di sostegno	- Sostituzione componenti danneggiate	Annuale
Quadri elettrici	- Verifica sostituzione parti ammalorate	Annuale
Dispositivi di manovra e protezione	- Verifica meccanica, sostituzione	Annuale
Cablaggi	- Verifica morsetti, sostituzione eventuale	Annuale
Inverter	- Controllo visivo, verifica integrità, assistenza qualificata fornitore	Annuale
Cabine	- Controllo visivo, verifica integrità, assistenza qualificata fornitore	Annuale
Impianto di messa a terra	- Pulizia	Annuale
	- Controllo funzionalità	Semestrale
Spie indicatrici del funzionamento sugli inverter	- verifica e (eventuale) sostituzione	mensilmente
Trasformatori MT/AT	- controllo cavi, connessioni, conduttori (eventuale sostituzione)	Semestrale
Opere civili		

Recinzioni	- Controllo e riparazione	Semestrale
Piattaforme cabine e accumuli	- Verifica e riparazione	Annuale
Tralicci	- Pittura antiruggine	Annuale
Opere agricole e naturali		
Impianto di irrigazione	- pulizia	Semestrale
Olivi e altri alberi	- trattamento biologico contro parassiti	Annuale
Arnie e loro componentistica	- pulizia, trattamenti specifici	Cadenza varia

2.23 Investimento

2.23.1 Impianto elettrico ed opere connesse

Il quadro economico di investimento dell'impianto, come espresso dall'allegato "Quadro economico", prevede un investimento totale di € 14.283.649,25

Questo investimento è diviso nel seguente modo:

QUADRO ECONOMICO GENERALE Valore complessivo dell'opera privata			
DESCRIZIONE	IMPORTI IN €	IVA %	TOTALE € (IVA compresa)
A) COSTO DEI LAVORI			
A.1) Interventi previsti	11.249.260,15	10%	12.374.186,17
A.2) Oneri di sicurezza	158.253,29	10%	174.078,62
A.3) Opere di mitigazione	239.359,98	10%	263.295,98
A.4) Spese previste da Studio di impatto ambientale, Studio Preliminare Ambientale e Progetto di Monitoraggio Ambientale	20.000,00	22%	24.400,00
A.5) Opere connesse	968.910,57	10%	1.065.801,63
TOTALE A	12.635.783,99		13.901.762,39
B) SPESE GENERALI			
B.1) Spese tecniche relative alla progettazione, ivi inclusa la redazione dello studio di impatto ambientale o dello studio preliminare ambientale e del progetto di monitoraggio ambientale, alle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità	130.000,00	22%	158.600,00
B.2) Spese consulenza e supporto tecnico	20.000,00	22%	24.400,00
B.3) Collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	57.443,10	22%	70.080,58
B.4) Spese per rilievi, accertamenti, prove di laboratorio, indagini (incluse spese per attività di monitoraggio ambientale)	35.000,00	22%	42.700,00
B.5) Oneri di legge su spese tecniche B.1,B2,B4 e collaudi B.3	7.400,00	22%	9.028,00
B.6) Imprevisti	63.178,92	22%	77.078,28
B.7) Spese varie		22%	0,00
TOTALE B	313.022,02		381.886,87
C) eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge			0,00
"Valore complessivo dell'opera"			
TOTALE (A+B+C)	12.948.806,01		14.283.649,25
Oneri Via Nazionale (0,5 per mille valore opere)	7.141,82 €		
Oneri Regione Basilicata (0,03%)	4.285,09 €		
Opere	12.927.499,74		
Dismissione	1.182.070,90		
Oneri sicurezza	174.078,62		
	14.283.649,25		

Figura 85 - Quadro economico

2.23.2 Investimento mitigazioni e compensazioni

Le opere di mitigazione e compensazione hanno un costo complessivo di 263.295,98 €.

2.24 Bilanci energetici ed ambientali

2.24.1 Emissioni CO₂ evitate e combustibili risparmiati

L'impianto produce importanti e ben quantificabili effetti sull'ambiente gassoso, poiché porta il proprio contributo al perseguimento degli obiettivi di Parigi; nella sua normale vita produttiva consentirà il risparmio di fonti fossili e di emissioni di anidride carbonica nelle seguenti misure:

- combustibili fossili risparmiati 5.000 tep/anno
- emissioni di CO₂ evitate 8.627 t/anno

Ciò oltre ad altre azioni bio-impattanti, rappresentate su larga scala dall'effetto serra e dalle piogge acide, alle quali contribuirebbero le seguenti quantità (evitate in base al mix regionale di emissioni) *nel sistema regionale*:

fattore di emissione	mix energetico italiano	unità di misura	emissioni evitate 30 anni	emissioni evitate 1° anno	unità di misura
anidride carbonica (CO ₂)*	312,0	g/KWh	258.817	8.627	tCO ₂
ossidi di azoto (Nox)	227,4	mg/Kwh	188.638	6.288	t/Nox
Ossidi di zolfo (Sox)	63,6	mg/Kwh	52.759	1.759	t/Sox
composti organici volatili (COV)	83,8	mg/Kwh	69.516	2.317	t/COV
Monossido di carbonio (CO)	97,7	mg/Kwh	81.046	2.702	t/CO
Ammoniaca (NH ₃)	0,5	mg/Kwh	382	13	t/NH ₃
particolato (PM ₁₀)	5,4	mg/Kwh	4.480	149	t/PM ₁₀

* Fonte "Fattori di emissione atmosferica di gas ad effetto serra nel settore elettrico" Ispra 2020

2.24.2 Territorio energy free

La produzione elettrica interamente senza emissioni e da fonte rinnovabile garantita dall'impianto corrisponde al consumo annuale di ca. 13.000 famiglie. In base alle stime Terna¹¹ il consumo domestico per abitante del Basilicata si è attestato nel 2018 a 874 kWh/anno.

La produzione dell'impianto, dunque, potrebbe coprire i consumi domestici di 31.000 persone. Si tratta circa dell'intera popolazione dei quattro comuni limitrofi entro un'area di 14 km (Pisticci, Craco, Tursi, Montalbano Jonico).

¹¹ - https://download.terna.it/terna/Annuario%20Statistico%202018_8d7595e944c2546.pdf p.122

In altre parole, in seguito all'intervento i comuni del comprensorio potrebbero (acquistando l'energia e la relativa certificazione dall'impianto) qualificarsi come "carbon free" a km 0. Interamente alimentati da energia elettrica prodotta localmente da fonte rinnovabile.

2.24.3 Vantaggi per il territorio e l'economia

In base a questo bilancio l'impianto produrrà in 30 anni circa 830 GWh, produrrà vantaggi fiscali (stimati in riferimento agli utili attesi) di 6 Ml €. Cosa anche più importante, nel periodo di esercizio comporterà per il paese la mancata importazione di 207.000.000 mc di metano, per un costo di oltre 56 ml €.

La riduzione della bolletta energetica, con riferimento alle fonti fossili, e della dipendenza del paese (e dell'Europa) è una precisa politica di rilevante rango, come si può leggere nel "Quadro Generale".

L'impianto, dunque, senza comportare alcun costo per il bilancio pubblico o le bollette energetiche (essendo del tutto privo di incentivi), produrrà significativi vantaggi per l'economia locale, quella regionale e nazionale, vantaggi fiscali cumulati superiori allo stesso investimento (interamente condotto con risorse private) e notevole beneficio per il bilancio energetico e commerciale del paese. Ciò per tacere del beneficio ambientale locale (come noto, a causa della priorità di dispacciamento, i 800 GWh prodotti dalla fonte solare eviteranno che gli stessi siano prodotti da fonti più inquinanti senza priorità di dispacciamento, come il carbone o il gas naturale in centrali obsolete senza cogenerazione).

2.25 Monitoraggi

2.25.1 Monitoraggi elettrici

L'impianto in fase di esercizio sarà telecontrollato da remoto per quanto attiene alla produzione elettrica e tutti i relativi sottosistemi.

Il sistema di telecontrollo si connette al pannello di interfaccia omologato ENEL DK 5740 o equivalente. Lo scopo è sorvegliare il funzionamento della rete e in caso di anomalie comandare l'apertura del dispositivo d'interfaccia e disalimentare l'impianto.

Le funzioni principali sono:

- 1- sorvegliare le tensioni di rete e attuare la protezione per minima o massima tensione, facendo diseccitare il relè finale di scatto. La disconnessione avviene entro 0,1 sec.
- 2- Sorvegliare la frequenza e protezione per la minima e massima frequenza facendo diseccitare il relè finale di scatto.

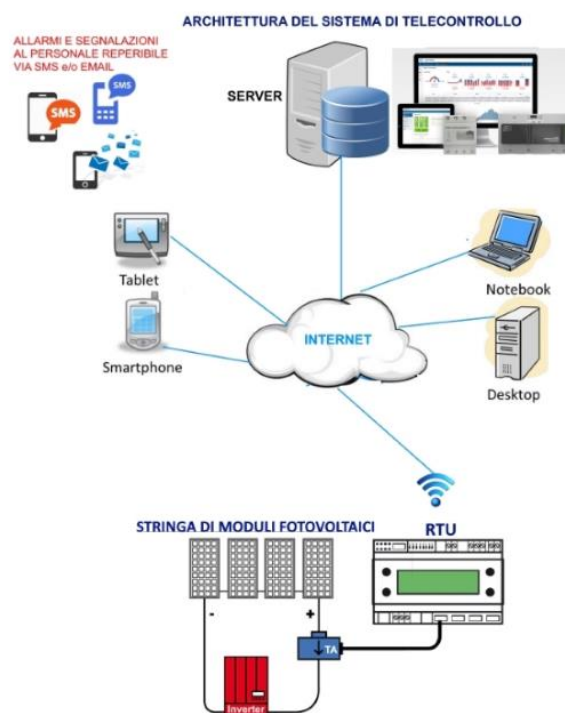


Figura 86 - Schema sistema di telecontrollo

Tutti i dati acquisiti dal dispositivo datalogger (energia, potenza istantanea, tensione, corrente, stato, allarme, guasto) saranno trasmessi al server remoto e resi disponibili per una visualizzazione protetta da crittografia. Il server in automatico predisporrà rapporti periodici di funzionamento che saranno archiviati e inviati ai responsabili e supervisor.

Il sistema complessivamente renderà i seguenti dati:

- Monitoraggio di ogni stringa dell'impianto fotovoltaico
- Monitoraggio della potenza istantanea e dello stato dell'inverter
- Monitoraggio dei dati provenienti dai sensori in campo (esempio temperatura, vento, irraggiamento)
- Allarme in caso di guasto e/o anomalie tramite SMS e/o email
- Misura dell'energia autoprodotta
- Misura dell'energia immessa in rete
- Misura dell'energia autoconsumata
- Previsione del rendimento annuale dell'impianto fotovoltaico
- Storici Tabellari e Grafici dei consumi, dell'energia prodotta, autoconsumata in sito ed immessa in rete

La stazione meteorologica sarà composta da:

- Piranometro e cella di riferimento per ogni sottocampo con omogeneo orientamento
- Sonde di temperatura per ogni sottocampo con omogeneo orientamento
- 1 termometro per la temperatura esterna
- 3 anemometri posti nella sezione Nord, Centro e Sud del campo

2.25.2 Monitoraggio rumore ed elettromagnetismo

Rumore

La relazione tecnica previsionale sul Rumore, redatta e sottoscritta dall'ing. Patrizia Zorzetto, iscritta all'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica al n. 6732 ha accertato che i limiti di immissione di onde sonore (Leq 70 dB diurni e 60 dB notturni) sono rispettati dal progetto di impianto, tenendo conto delle misurazioni del fondo effettuate.

Le misurazioni sono state condotte sui punti sensibili, come meglio esplicitato nel paragrafo 3.7.1. sui medesimi punti, con cadenza annuale, saranno condotte ulteriori misurazioni come parte del "Rapporto Ambientale" che l'impianto trasmetterà al Comune ed all'Arpa entro marzo di ogni anno.

Elettromagnetismo

Nella stessa occasione saranno condotte misurazioni delle emissioni elettromagnetiche nei pressi delle cabine dell'impianto, al limite della distanza di DPI di 4,6 mt come calcolato nella Relazione

“Valutazione di impatto elettromagnetico” e riportato nel paragrafo 3.7.2.2. Inoltre, in almeno tre punti dell’elettrodotto MT di collegamento con la Stazione AT di consegna.

2.25.3 Monitoraggio ambiente naturale e biodiversità

Quale parte del “Rapporto Ambientale” annuale sarà prodotta una relazione agronomica circa lo stato di salute delle presenze arboree e naturali insediate sia a titolo di mitigazione, sia di impianto produttivo e della produzione caprina.

Dato che uno degli obiettivi del progetto è di garantire il potenziamento, e non solo la mera tutela, della biodiversità nell’area, sotto il controllo e la responsabilità di un naturalista certificato, preferibilmente di livello universitario, da scegliere tra i professionisti locali, sarà condotta una campagna di monitoraggio annuale della presenza di specie (rilievi faunistici) nidificanti su alberi e cespugli, della entomofauna e della erpetofauna. Come indicato nel paragrafo 2.15.4 questi rilievi fitosociologici saranno condotti nelle aree di rinaturalizzazione e saranno finalizzati a mettere in evidenza i rapporti quali-quantitativi con cui le piante occupano lo spazio, sia geografico sia ecologico, in equilibrio dinamico con i fattori ambientali, abiotici e biotici che lo caratterizzano.

Il Rapporto e la metodologia seguita rispetteranno il “Manuale per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario in Italia” dell’ISPRA¹² (anche se l’area non sarebbe tenuta).



Figura 87- Ispra. “Manuale per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario in Italia”

¹² - <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/manuali-per-il-monitoraggio-di-specie-e-habitat-di-interesse-comunitario-direttiva-92-43-cee-in-italia-habitat>

2.26 Cronogramma generale

La realizzazione del cantiere prevede un impiego massimo contemporaneo di 80 operai. E' previsto che le opere vengano realizzate in circa 113 giorni lavorativi. Durante i mesi di maggio e giugno i lavori saranno ridotti al minimo per non dare disturbo alle specie protette nell'IBA.

All'interno del cronoprogramma non sono considerate le tempistiche necessarie per l'approvvigionamento dei materiali. Sarà responsabilità della committenza, dei fornitori e delle imprese installatrici una corretta pianificazione delle forniture in modo tale da assicurare la presenza del materiale nelle corrette quantità tali da non ritardare l'avvio delle singole fasi di lavorazione. Nella tabella successiva viene dettagliata la durata delle singole attività necessarie alla realizzazione dell'opera. Il cantiere avrà una durata di circa 113 giorni lavorativi.

Attività	Ore uomo	ULA	Uomini giorno	Durata gg	operai	Inizio giorno	Fine giorno
Pulizia del terreno Cantiere	360	0,2	45	5	10	0	5
Allestimento, messa in sicurezza e pulizia del cantiere	600	0,3	75	6	12	6	12
Picchettamento terreno	360	0,2	45	5	10	13	18
Realizzazione viabilità e piazzole	600	0,3	75	8	10	19	27
Realizzazione recinzione	500	0,3	63	6	10	0	6
Infissione pali/viti e montaggio delle strutture di supporto	8.325	4,7	1.041	35	30	28	63
Sistemazione piano di posa per cabine	140	0,1	18	6	3	28	34
Posizionamento cabine e realizzazione impianto terra	240	0,1	30	10	3	35	45
Installazione inverter	400	0,2	50	10	5	64	74
Realizzazione cavidotti, posa corrugati e pozzetti, reinterro	750	0,4	94	9	10	35	44
Montaggio dei moduli fotovoltaici	4.280	2,4	535	13	40	46	59
Stringatura e cablaggi cc	7.000	4,0	875	22	40	52	74
Cablaggi cavidotti MT	520	0,3	65	7	10	35	42
Connessione cabine inverter e trasformazione preallestite	500	0,3	63	5	12	46	51
Allestimento cabina di consegna	30	0,0	4	2	2	52	54
Realizzazione cavidotto esterno MT	9.600	5,5	1.200	60	20	35	95
Realizzazione sezione AT	4.000	2,3	500	50	10	55	105
Realizzazione impianto di illuminazione e recinzione finale	2.200	1,3	275	14	20	75	89
Realizzazione impianto videosorveglianza/antifurto	1.600	0,9	200	8	25	75	83
Comunicazione fine lavori al gestore di rete ed all'Agenzia delle Dogane	8	0,0	1	1	1	106	107
Smantellamento opere provvisorie di cantiere, rimozione rifiuti e pulizia aree 1	600	0,3	75	3	24	108	111
Dichiarazione fine lavori	8	0,0	1	1	1	112	113

Figura 88 - Tabella dei lavori



Figura 89 – Cronogramma

Come si è visto nel *Quadro Programmatico*, dall'analisi delle mappature di pericolosità idraulica del P.A.I. e di rischio alluvione per il P.G.R.A., il sito non risulta vincolato; invece per quanto riguarda la *Carta del Rischio da frane* l'area è compresa in diverse porzioni di territorio classificate a pericolosità e rischio moderato "R1" – e pericolosità e rischio medio "R2".

Per quanto consentito dal Piano si deve far riferimento alle vigenti *Norme di Attuazione* che, tra l'altro, richiedono uno **Studio di compatibilità geomorfologica** da basare sulla definizione puntuale, relativamente alle aree perimetrate a pericolosità e rischio da frane, del modello geologico e geotecnico da ricavare su specifiche indagini. Pertanto, prima della progettazione esecutiva, o in occasione dell'autorizzazione ex art 12 del D.Lgs. 308/03 si deve eseguire il piano delle indagini di seguito riportato.

Premesso che gli interventi di progetto non inseriscono e non costituiscono elementi pregiudizievoli all'attenuazione e/o all'eliminazione definitiva delle specifiche cause di rischio esistenti, per l'acquisizione del *Parere di compatibilità geomorfologica definitivo* da parte della competente Autorità di Bacino del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale occorre redigere apposito Studio di dettaglio da ricavare sulle risultanze delle indagini appresso elencate:

- *N. 6 Sondaggi geognostici* a carotaggio continuo approfonditi a 30 m. e condizionati a piezometri e per l'esecuzione di n. 3 down-hole;
- *Prelievi di n. 20 campioni indisturbati di terreno*, almeno di qualità Q2 e dei quali 10 da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio per la determinazione dei valori dei parametri indici, fisici e di resistenza meccanica, anche residua;
- *Infissioni penetrometriche dinamiche continue*, sia DPSH sia CPT, in numero totale di 10 e spinti alla profondità di registrazione del rifiuto dell'attrezzo, per la definizione puntuale dei profili di resistenza meccanica in situ;
- *Prove geofisiche di sismica* consistenti in n. 5 profili di sismica coniugati di base minima pari a 100 m ed interpretati con la tecniche della tomografia sismica;
- *Prove down-hole* nei fori all'uopo strumentati;

- *Campagna di misurazioni dei livelli piezometrici e definizione del modello idrogeologico di circolazione idrica nel sottosuolo;*
- *Verifiche geotecniche di stabilità lungo almeno n. 5 sezioni di dettaglio opportunamente ampliate al pendio comprendente le aree perimetrate a rischio.*

In funzione dei risultati ottenuti saranno calcolati i materiali da utilizzare (profondità e modalità di infissione dei pali, eventuali opere accessorie) al fine di garantire la stabilità del versante in ogni circostanza.

2.28 Conclusioni del Quadro Progettuale

Nel Quadro Progettuale è stato descritto sinteticamente il progetto, riportando tutte le informazioni rilevanti su caratteristiche, localizzazione e dimensioni. Esso descrive, inoltre, le misure progettate per evitare e compensare gli impatti negativi, le misure di monitoraggio, le ragioni delle scelte.

L'impianto si presenta in un'ampia area libera, sul margine della piana di Craco, a notevole distanza dal comune *dal quale è separato da significative strutture geomorfologiche che ne impediscono l'intervisibilità*.

Complessivamente, è stato proposto un impianto da ca 20 MW in immissione su una superficie complessiva di 26 ha, di cui 22 recintati.

Inoltre circa 3 ha sono stati dedicati alle mitigazioni

usi naturali	30.000	25%
usi elettrici	89.000	75%

La superficie netta, calcolata come proiezione ortogonale a terra dei pannelli in posizione orizzontale (massimo impegno) è del 34% del complessivo terreno disponibile.

Il progetto, che non prevede alcuna alterazione del normale scorrimento delle acque o interventi sui profili altimetrici e le linee di impluvio o compluvio, sviluppa una potenza nominale (di picco) complessiva di 19.987 kWp. Ed è costituita da 32.765 moduli fotovoltaici in silicio cristallino.

L'energia prodotta annuale sarà di 27.651.384 kWh (cfr. 2.8).

L'impianto utilizza in parte strutture di sostegno ad inseguitore monoassiale a mono pannello, fissate al terreno con pali di fondazione metallici battuti e senza alcun blocco di fondazione, in altra parte strutture fisse, gli inverter saranno del tipo distribuito. Saranno disposte 6 cabine di trasformazione BT/MT.

L'energia prodotta sarà dispacciata attraverso un elettrodotto interrato che correrà per lo più lungo la strada pubblica (SS per 1.250 metri), o interpoderale (per 4.700 metri) secondo le specifiche e raccomandazioni degli enti gestori, per ca 6 km fino alla stazione elettrica TERNA (cfr. 2.7.1). Saranno disposti tutti i più avanzati sistemi di sicurezza elettrica e di controllo e monitoraggio (cfr. 2.7.3) e le politiche gestionali più esigenti (cfr. 2.9).

Tra le alternative valutate nel corso del lungo processo di scelta e decisione ci sono alternative di taglia e potenza (cfr. 2.10.2), tecnologiche (cfr. 2.10.3), e riguardanti compensazioni e mitigazioni

(cfr. 2.10.4). Durante le varie fasi analitiche il sito è stato valutato idoneo, ma la superficie è stata ridotta del 40%, rispetto a quella inizialmente programmata, per dare spazio alle aree di rinaturalizzazione necessarie per il potenziamento della biodiversità e per consentire la produzione al massimo livello di efficienza e sicurezza.

Completano il Quadro Progettuale le indicazioni sulla sicurezza (2.17, 2.18), il cantiere (2.20, cronogramma 2.28), il ripristino dello stato dei luoghi, con relativa tempistica e costi (2.21), la definizione della tipologia e gestione dei rifiuti prodotti e materiali a riciclo (2.22), le manutenzioni (2.23). Da ultimo i bilanci energetici ed ambientali (emissioni evitate, vantaggi territoriali, cfr paragrafo 2.25) e il monitoraggio (elettrico, rumore ed elettromagnetismo, ambiente naturale e biodiversità, cfr. paragrafo 2.26).

Infine, il quadro di investimento (2.24) che assomma complessivamente a circa 14 milioni di euro (inclusa Iva e costi di progettazione e sicurezza). Dei 14 milioni di investimento netto la parte naturalistica e agricolo di mitigazione incide per ca 0,25 (2 %).

Indice delle figure:

Figura 1- Cella fotovoltaica	5
Figura 2- Pannello fotovoltaico.....	6
Figura 3- Stazione Terna.....	13
Figura 4- Inquadramento territoriale.....	13
Figura 5- Lay out su catastale,	14
Figura 6- Viabilità accesso dalla scala vasta.....	14
Figura 7- Viabilità di accesso al lotto	15
Figura 8- Veduta 1: spianata centrale e masseria.....	15
Figura 9- Veduta 2: campo lungo verso Nord.....	16
Figura 10- Veduta 3: campo lungo verso Est.....	16
Figura 11- Veduta 4: interno campo.....	16
Figura 12- Veduta 5: interno campo	17
Figura 13- Identificazione punti di veduta 1-5.....	17
Figura 14 - Tabella aree impegnate dall'impianto.....	18
Figura 15- Veduta impianto	18
Figura 16- Ubicazione della nuova SE	19
Figura 17 - Particolare area con laghetto	20
Figura 18 - Mappa bacino topografico.....	21
Figura 19- Schema subirrigazione	22
Figura 20 - Inseguitore di tipo monassiale.....	23
Figura 21 - Nuova SE Terna	24
Figura 22 - Area di impianto, elettrodotto e nuova SE Terna.....	24
Figura 23 - Suddivisione delle piastre dell'impianto	25
Figura 24_ Suddivisione delle piastre e delle cabine	25
Figura 25- schema inseguitori.....	25
Figura 26 - Analisi fotogrammetrica.....	26
Figura 27 – simulazione orografica dell'impianto	26
Figura 28 - Piastre di sottocampo	27
Figura 29- Tracker monoassiali (esempio)	28
Figura 30 - Struttura fissa.....	29
Figura 31- Pannello Jinko Solar modello JKM610N.....	30
Figura 32 - Moduli fotovoltaici.....	30
Figura 33 - Caratteristiche meccaniche.....	31
Figura 34 - Caratteristiche tecniche degli inverter SUNGROW modello SG350HX.....	32
Figura 35 - Caratteristiche tecniche degli inverter SUNGROW modello SG250HX.....	32
Figura 36 - Efficienza inverter	33
Figura 37 – Cabina tipo MT/BT	34
Figura 38- Cabina di raccolta e control room	35
Figura 39 - Mappa allegato al Piano delle terre e rocce di scavo (sovrapposizione da “U” a “AD”).....	36
Figura 41- Caratteristiche tecniche elettrodotto R1-SE consegna alla SE.....	37
Figura 41- Tracciato del cavidotto MT esterno verso la nuova SE	38
Figura 42- Cavidotti BT interni	39
Figura 43 - Esempio di impianto di terra	41
Figura 44 - Nuova SE e ubicazione della stazione di elevazione AT/MT.....	42
Figura 45 - Aree critiche Basilicata, interrogazione 22 novembre 2021	44
Figura 46- Schema rete di distribuzione, Italia	45
Figura 47 - Estratto Avanzamento Centro-Sud.....	45
Figura 48- Aggiornamento interventi sulla rete TERNA, dicembre 2020.....	45

Figura 49- Dati di producibilità	49
Figura 50 - Simulazione producibilità, sommario	50
Figura 51 - simulazione producibilità, dati	51
Figura 52- Simulazione producibilità, modello	52
Figura 53 - Simulazione producibilità, diagrammi	53
Figura 54 - Simulazione producibilità, perdite	54
Figura 55 – impianto fisso, simulazione producibilità,.....	55
Figura 56 - Impianto fisso, sommario	56
Figura 57 - Impianto fisso, dati	57
Figura 58 - Impianto fisso, modello.....	58
Figura 59 - Impianto fisso,	59
Figura 60- Particolare fascia di interposizione e continuità ecologica	63
Figura 61- Sezione-tipo strade interne in misto stabilizzato	64
Figura 62 - Sezione tipo di elettrodotto BT	64
Figura 63 - Cabina tipo	65
Figura 64 - Recinzione, particolare.....	67
Figura 65- Particolare palo di illuminazione e videosorveglianza.....	68
Figura 66- vegetazione di bordo da rafforzare.....	70
Figura 67 - Stralcio del progetto del verde suddiviso in aree funzionali	71
Figura 68 - esempio di vegetazione arbustiva nell'area	72
Figura 69 - Veduta del territorio	73
Figura 70 - Render sistemazione di bordo	74
Figura 71- Progetto del verde.....	78
Figura 72 - Progetto del verde _ Quantità.....	79
Figura 73- identificazione delle aree di monitoraggio della piccola fauna.....	80
Figura 74 - Una lepre in un prato fiorito naturale	82
Figura 75 - Elettrodotto MT.....	107
Figura 76 - Esempio di robot di pulizia	108
Figura 77 - Caratteristiche robot	109
Figura 78 – Localizzazione del cantiere	116
Figura 79 Area di cantiere - fase 1	117
Figura 80- Area di cantiere - fase 2 e 3.....	118
Figura 81- Area di cantiere 2 - fase 1.....	119
Figura 82 - Tabella di calcolo della durata dei lavori	121
Figura 83 - Cronogramma opere di dismissione cantiere	122
Figura 84 - Stima materiali a riciclo	125
Figura 85 - Quadro economico	132
Figura 86 - Schema sistema di telecontrollo.....	135
Figura 87- Ispra. “Manuale per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario”	137
Figura 88 - Tabella dei lavori.....	138
Figura 89 – Cronogramma	138