

# REGIONE ABRUZZO

## COMUNE DI CIVITELLA DEL TRONTO (TE)

DITTA:

**RENIT D srl** - TRAVERSA NAZARIO SAURO 1, 64021 GIULIANOVA (TE)

**PROGETTO DI CAMPO FOTOVOLTAICO DI 907,2 kWp IN AMPLIAMENTO DI CAMPO ESISTENTE DA 997,92 kWp. Impianto su terreno "MALONI" Fg. 3 Part.Ile 69, 71 con potenza complessiva pari a 1.905,12 kWp.**

## Progetto preliminare

Data



## Sommario

1.	INTRODUZIONE.....	1
1.1.	Potenza impianto .....	1
1.2.	Descrizione lotto impianti .....	1
1.3.	Rispetto delle Linee Guida.....	2
2.	INQUADRAMENTO URBANISTICO E TERRITORIALE.....	3
3.	LEGISLAZIONE E ITER PROCEDURALE.....	3
3.1.	Quadro di riferimento legislativo .....	3
3.2.	Il fotovoltaico nel quadro di riferimento normativo. Individuazione degli Enti di riferimento.....	4
4.	NOTIZIE GENERALI SULL'IMPIANTO .....	6
5.	STATO DEL SITO: DESCRIZIONE E RENDERING FOTOGRAFICO ANTE E POST OPERAM.....	7
5.1.	Stato del sito ante operam .....	7
5.2.	Stato del sito post operam .....	7
5.3.	Vincoli e Rendering ante e post operam.....	8
6.	CONTENUTO DELLE TAVOLE ALLEGATE ALLA V.A. ....	8
6.1.	Tavola contenente: Cartografia, C.D.U. e vincoli.....	8
6.2.	Tavola contenente: Inquadramento territoriale – Disposizione moduli fotovoltaici e sottocampi – Layout cavi in c.c. – Particolare carpenteria metallica – Cavidotti. Proposta allaccio alla rete – Illuminazione – Recinzione.....	8
6.3.	Tavola contenente: Disposizioni impiantistiche – Schema Unifilare – Cabine elettriche (pianta, prospetti e sezione).....	9
6.4.	Tavola contenente: Schema unifilare MT/BT dettagliato.....	9
6.5.	Tavola contenente: Documentazione fotografica – Rendering ante e post operam .....	9
6.6.	Tavola contenente: Prospetto e sezione impianto fotovoltaico .....	9
7.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	9
8.	VALENZE DELL'INIZIATIVA.....	12
9.	COMPONENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	12
9.1.	Moduli fotovoltaici.....	13
9.2.	Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici .....	13
9.3.	Gruppo di Conversione (inverter).....	14
9.4.	Cavi elettrici e cablaggio .....	15
9.5.	Sezione dei conduttori di protezione.....	16
9.6.	Quadri elettrici di interfaccia.....	16
9.7.	Cabine MT/BT di trasformazione .....	17
9.8.	Recinzione .....	17
9.9.	Strada di accesso.....	18
10.	PROGETTO DI RIPRISTINO DEL SITO .....	18
10.1.	Stabilizzato.....	19
10.2.	Strutture di sostegno .....	19
10.3.	Tubazioni.....	19
10.4.	Pannelli .....	19
10.5.	Inverter e quadri.....	20
10.6.	Trasformatori.....	20
10.7.	Cavi .....	20
10.8.	Asportazione della componentistica elettrica posizionata all'interno delle cabine .....	21
10.9.	Demolizione cabine.....	21
10.10.	Smontaggio recinzione e opere accessorie.....	21
11.	COMPONENTI DELL'IMPIANTO: CRITERI DI SCELTA E DIMENSIONAMENTO.....	21
11.1.	Criteri di scelta e dimensionamento.....	22
11.2.	Funzionamento del sistema .....	22
11.3.	Verifiche di progettazione elettrica e meccanica .....	24
11.4.	Modello geologico .....	24

11.5.	Caratteri sismici.....	25
11.5.1.	Carichi permanenti.....	27
11.5.2.	Calcolo della struttura .....	28
11.6.	Prestazioni del sistema .....	31
12.	REQUISITI TECNICI MINIMI DEI COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI .....	33
12.1.	Criteri di protezione.....	34
12.1.1.	Misure di protezione contro i contatti diretti .....	35
12.1.2.	Misure di protezione contro i contatti indiretti .....	35
12.1.3.	Protezione dalle sovracorrenti .....	37
12.1.4.	Misure di protezione sul collegamento alla rete elettrica.....	37
12.1.4.a.	Dispositivo Generatore .....	37
12.1.4.b.	Dispositivo di sicurezza .....	37
12.1.4.c.	Dispositivo generale .....	38
12.1.5.	Misure di protezione contro gli effetti delle scariche atmosferiche .....	38
12.2.	Prescrizioni aggiuntive in materia di sicurezza e garanzie .....	39
13.	MANUTENZIONE IMPIANTO.....	40
13.1.	Monitoraggio e sorveglianza dell'impianto .....	40
13.2.	Interventi di manutenzione programmata dell'impianto .....	41

# **PROGETTO PRELIMINARE**

## **1. INTRODUZIONE**

### **1.1. Potenza impianto**

La presente relazione accompagna il progetto per la realizzazione di impianto di produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica da realizzarsi a terra con potenza complessiva pari a 907,20 kWp.

L'impianto sarà realizzato in adiacenza a impianto fotovoltaico esistente (e già operativo), la cui potenza è pari a 997,92 kWp.

Pertanto l'impianto nel suo complesso (impianto già operativo e quello da realizzare) ha una potenza pari a 1905,12 kWp.

L'ubicazione dell'impianto è nel Comune di Civitella del Tronto (TE) su terreno agricolo al Fg. 3 part.lla 69, 71.

### **1.2. Descrizione lotto impianti**

L'area complessiva dedicata al lotto impianti è pari a 57.460 mq.

Il lotto impianti nel suo complesso occupa un'area di 37.398 mq.

L'impianto esistente ospita la cabina elettrica di servizio del campo con il locale dedicato alla misura e quello di competenza Enel.

Il nuovo campo fotovoltaico sarà dotato di propria cabina elettrica, da cui partirà elettrodotto interrato, tutto interno alla proprietà, per poter collegare il campo stesso al locale misura della cabina del campo già operativo.

### **1.3. Rispetto delle Linee Guida**

#### **a) Criteri dimensionali**

L'impianto nel suo complesso rispetta integralmente quanto previsto dalle "Linee Guida" per il corretto inserimento di impianti fotovoltaici a terra nella Regione Abruzzo.

In particolare l'impianto, nel suo complesso, ha una potenza superiore al MW e, pertanto, deve rispettare quanto prescritto nel punto 5.2.1 delle "Linee Guida".

Essendo l'area intervento pari a 57.460 mq (part.lla 69 pari a 56.530 mq. e part.lla 71 pari a 930 mq.), l'area impianto non può superare il 73,02% (valore ottenuto per interpolazione lineare dalla Tabella riportata nelle Linee Guida) dell'area intervento. Pertanto l'area impianto non può essere superiore a 41.964 mq.; essendo l'area impianto, nel suo complesso, pari a 37.398 mq., il criterio dimensionale è rispettato

#### **b) Criteri territoriali**

L'area in questione non rientra in alcuna delle categorie riportate nel punto 5.2.2 delle Linee Guida dalla lettera a alla lettera k.

Il sito in questione non è all'interno d'area IBA.

Il lotto impianto, inoltre, non è visibile dal centro storico, dalla strada statale, da belvedere.

#### **c) Criteri di buona progettazione**

Così come risulta dalla presente relazione sono state utilizzate le migliori tecnologie disponibili nel campo del pannello fotovoltaico, in quello degli inverter e nella quadristica e impiantistica elettrica.

La fondazione della struttura sostegno pannelli utilizzata è una vite in acciaio zincato inserita nel terreno per rotazione.

**I cavidotti interni e esterni dell'impianto ampliamento sono tutti interrati fino al locale misura della cabina dell'impianto già esistente.**

È prevista una barriera sempre verde posta perimetralmente al campo fotovoltaico.

L'impianto nel suo complesso sarà dotato di sistemi allarme e rilevazione antintrusione; al fine di non interrompere la continuità ecologica esistente sarà inserito nello zoccolo di fondazione, con un passo di circa 30 m, un foro della dimensione di 300 mm; ciò consente a tutti i piccoli mammiferi e ai piccoli roditori l'accesso all'area recintata.

## **2. INQUADRAMENTO URBANISTICO E TERRITORIALE**

Il Comune interessato dall'intervento è quello di Civitella del Tronto (TE).

La zona dell'impianto ricade in zona classificata agricola dal P.R.G.

## **3. LEGISLAZIONE E ITER PROCEDURALE**

### **3.1. Quadro di riferimento legislativo**

Di seguito si citano le principali fonti normative che inquadrano nel complesso la tematica del fotovoltaico.

1. **Legge 9 gennaio 1991, n. 10** *“Norme per l’attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell’energia, risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”*
2. **Decreto Legislativo 16 marzo 1999, n. 79** (cd. “Decreto Bersani”) *“Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell’energia elettrica”*
3. **Decreto 11 novembre 1999** *“Direttive per l’attuazione delle norme in materia di energia elettrica da fonti rinnovabili di cui ai commi 1, 2 e 3 dell’art. 11 del D.Lgs. 16 marzo 1999, n. 79”*
4. **D.M. 11 settembre 1999, n. 401** *“Regolamento recante norme di attuazione dell’art. 1, commi 3 e 4 del Decreto Legislativo 30 aprile 1998, n. 173, per la concessione di aiuti a favore della produzione ed utilizzazione di fonti energetiche rinnovabili nel settore agricolo”*

5. **Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 10 maggio 2000** sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità
6. **Decisione della Commissione 2001/C 37/03** "*Disciplina comunitaria degli aiuti di stato per la tutela dell'ambiente*"
7. **Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2001/77/CE del 27 settembre 2001** sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità
8. **Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387** "*Attuazione della Direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità*"
9. **Decreto Legislativo 5 aprile 2006, n. 152** "*Norme di tutela ambientale*"
10. **Decreto del Ministro dello Sviluppo Economico** di concerto con il Ministro dell'Ambiente **19 febbraio 2007**, "*Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387*".

### **3.2. Il fotovoltaico nel quadro di riferimento normativo. Individuazione degli Enti di riferimento**

#### **a) D.Lgs. 29 dicembre 2003 n. 387**

- Il Decreto Legislativo 387/2003 attua la "***Direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità***".
- All'art. 2 comma 1 punto a) vengono definite le fonti energetiche rinnovabili. Tra queste ultime viene ricompresa quella solare
- L'impianto, ai sensi dell'art. 12, comma 7, del presente decreto, può essere posizionato in aree classificate agricole dai vigenti piani urbanistici senza la necessità di effettuare la variazione di destinazione d'uso dei siti di ubicazione dei medesimi impianti fotovoltaici.

## **b) D.M. 17 febbraio 2007**

*“Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387”*

All'art. 1 si stabiliscono i criteri e le modalità per l'incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici in attuazione dell'art. 7 del D.Lgs. 387/2003.

All'art. 3 vengono definite le categorie che possono beneficiare delle tariffe incentivanti.

All'art. 5 vengono definite le procedure per l'accesso alle tariffe incentivanti.

La procedura è così articolata:

- L'Impresa che intende realizzare l'impianto (e accedere alle tariffe incentivanti) inoltra il progetto preliminare al Gestore della rete e ne richiede la connessione ai sensi dell'art. 9 comma 1 del Decreto Bersani.
- Il Gestore della rete comunica il punto di consegna e, sulla scorta del rapporto con l'Impresa, eseguirà la connessione alla rete.
- Una volta ultimato l'impianto, l'Impresa comunica al Gestore della rete l'ultimazione dei lavori.
- L'impresa, entro sessanta giorni dall'entrata in esercizio dell'impianto, deve richiedere la concessione della pertinente tariffa incentivante e deve inviare, entro il medesimo termine, tutta la documentazione prevista nell'art. 4.
- Entro ulteriori sessanta giorni il GSE, verificata la completezza della documentazione, comunica la tariffa incentivante riconosciuta.

## **c) Autorizzazione Unica ai sensi del D.Lgs. 387/2003**

La localizzazione dell'impianto è in una zona classificata “agricola” dal vigente P.R.G. La localizzazione puntuale è desumibile dalle tavole allegate al progetto.

Al fine di poter realizzare le opere previste nel progetto il Proponente inoltrerà il progetto al Servizio Energia della Regione Abruzzo ai sensi dell'art. 12 del D.Lgs. 387/2003. Essendo necessario in sede di Conferenza dei Servizi (indetta dal Servizio Energia) avere i pareri degli Enti interessati, sarà cura del Proponente (al solo fine dello snellimento della pratica) far pervenire il progetto ai seguenti Enti:



- a) per il parere di conformità urbanistica al Comune
- b) all'Enel per l'allaccio alla rete
- c) al Ministero delle Telecomunicazioni per il relativo Nulla Osta
- d) all'Ispettorato Provinciale Agricoltura per il relativo parere
- e) alla Provincia – Settore Urbanistica per il relativo parere
- f) alla Provincia – Settore Ambiente e Energia per il relativo parere
- g) all'ARTA per il relativo parere
- h) all'Ufficio V.I.A. per il parere sulla Verifica di Assoggettabilità.

La Regione, acquisiti tutti i pareri, convoca la Conferenza dei Servizi al fine dell'approvazione del progetto.

#### **4. NOTIZIE GENERALI SULL'IMPIANTO**

Saranno utilizzati moduli in silicio policristallino, in conformità a quanto previsto dal Decreto 19 febbraio 2007 “ Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'art. 7, D.Lgs 29/12/2003 n° 387” al fine dell'ottenimento della tariffa incentivante.

Le caratteristiche dell'impianto sono le seguenti:

- moduli fotovoltaici a terra su struttura fissa;
- producibilità media annua per il sito: **1274 h/anno**;
- produzione media complessiva:
  - campo esistente **1.271.350 kWh/anno**
  - campo in ampliamento **1.155.772 kWh/anno.**

Complessivamente la produzione stimata è pari a **2.427.122 kWh/anno**.

Alla luce di quanto sopra l'impianto nel complesso ha:

1. tipologia riconducibile al tipo **non integrato architettonicamente** con la **tariffa incentivante** in vigore al momento della Dichiarazione di fine lavori;

2. vendita con modalità “indiretta” dell’energia elettrica prodotta.

L’impianto fotovoltaico sarà collegato alla rete di media tensione ENEL tramite elettrodotto interrato che ha come recapito il locale misure della cabina al servizio del campo fotovoltaico già operativo.

L’ energia elettrica è del tipo TRIFASE e l’energia sarà ceduta alla rete di distribuzione elevando opportunamente il voltaggio in media tensione all’interno della cabina al servizio dell’ampliamento, cabina sulla proprietà della Ditta proponente.

## **5. STATO DEL SITO: DESCRIZIONE E RENDERING FOTOGRAFICO ANTE E POST OPERAM**

Si premette che la presente richiesta di Verifica di Assoggettabilità, oltre alla presente documentazione, sarà dotata di tavole progettuali che, di seguito, si definiscono nel contenuto.

### **5.1. Stato del sito ante operam**

Il sito è individuato catastalmente dal Fg. n. 3 part.IIe 69, 71 del Catasto terreni del Comune di Civitella del Tronto (TE).

Nella Tavola relativa l’impianto viene inquadrato su ampia scala e sulla mappa catastale. Dal vigente P.R.G. l’area è classificata “zona agricola”. Attualmente l’intera area risulta coltivata a seminativo.

### **5.2. Stato del sito post operam**

Sul sito si intende ampliare l’impianto esistente; la potenza dell’impianto nel suo complesso, come già detto, è pari a 1905,12 kWp.

Le coordinate del baricentro del campo fotovoltaico sono:

longitudine 13° 42’ 25” E

latitudine 42° 48’ 26” N.

L'impianto fotovoltaico in ampliamento è suddiviso in tre sottocampi.

Ogni sottocampo ha un quadro "interruttore generatore" in cui converge tutta l'energia elettrica (in c.c.) prodotta dal sottocampo.

Il singolo "interruttore generatore" trasferisce l'energia in esso confluita all'inverter di sottocampo posto nella cabina elettrica, mediante cavidotto interrato.

Gli inverter sono posti nella cabina al servizio dell'ampliamento; nello stesso locale sono posizionati i quadri BT e il trasformatore.

Dalla cabina dell'ampliamento parte l'elettrodotto interrato che trasferisce l'energia prodotta al locale misura della cabina del campo fotovoltaico già esistente. Il percorso dell'elettrodotto di collegamento è tutto su area di proprietà.

### **5.3. Vincoli e Rendering ante e post operam**

Nella richiesta di Verifica di Assoggettabilità saranno allegate la Documentazione fotografica e il Rendering ante e post operam.

## **6. CONTENUTO DELLE TAVOLE ALLEGATE ALLA V.A.**

### **6.1. Tavola contenente: Cartografia, C.D.U. e vincoli**

Vedi punto precedente 5.1.

### **6.2. Tavola contenente: Inquadramento territoriale – Disposizione moduli fotovoltaici e sottocampi – Layout cavi in c.c. – Particolare carpenteria metallica – Cavidotti. Proposta allaccio alla rete – Illuminazione – Recinzione**

Nella Tavola saranno riportati:

- la disposizione dei moduli fotovoltaici dell'impianto e la suddivisione in sottocampi
- il layout dei cavi in c.c.
- particolare della carpenteria metallica di sostegno dei moduli
- il percorso del cavidotto di allaccio alla rete proposto
- la disposizione dell'impianto di illuminazione
- la recinzione dell'area.

### **6.3. Tavola contenente: Disposizioni impiantistiche – Schema Unifilare – Cabine elettriche (pianta, prospetti e sezione)**

Nella Tavola vengono riportati:

- l'area totale particelle a disposizione
- l'area complessiva occupata dai pannelli
- il numero di pannelli
- pianta, prospetti e sezione della cabina elettrica
- schema elettrico unifilare sintetico MT/BT

### **6.4. Tavola contenente: Schema unifilare MT/BT dettagliato**

In tale Tavola è riportato lo schema elettrico unifilare MT/BT di dettaglio.

### **6.5. Tavola contenente: Documentazione fotografica – Rendering ante e post operam**

In essa sono riportati:

- la documentazione fotografica
- il rendering ante e post operam.

### **6.6. Tavola contenente: Prospetto e sezione impianto fotovoltaico**

Vengono riportati nella Tavola prospetto e sezione dell'impianto fotovoltaico.

## **7. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Il progetto e la realizzazione dell'impianto fotovoltaico oggetto del presente bando rispetta integralmente le disposizioni legislative e normative, rilevanti anche ai fini dell'Allegato 1 del Decreto 19 Febbraio 2007: ad esse si farà riferimento in sede di accettazione della fornitura, verifiche preliminari ed in sede di collaudo finale.

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;

- CEI 11-20 e varianti: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi a continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici - Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase);
- CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi, elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;
- CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60099-1-2: Scaricatori per sovratensioni;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750V;
- CEI 81-1: Protezione delle strutture contro i fulmini;

- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI 81-4: Valutazione del rischio dovuto al fulmine;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI 0-3: Guida per la compilazione della documentazione per la legge n. 46/1990;
- CEI 64-57: Impianti di piccola produzione distribuita;
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.
- CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;

Inoltre:

- conformità alla marcatura CE per i moduli fotovoltaici e per il convertitore c.c. / c.a.;
- UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici.
- norme CEI 110-31,28 per il contenuto di armoniche e i disturbi indotti sulla rete dal convertitore c.c. / c.a. ;
- norme CEI 110-1, le CEI 110-6 e le CEI 110-8 per la compatibilità elettromagnetica (EMC) e la limitazione delle emissioni in RF.
- DPR 547/55 e D.Lgs. 626/94 e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- legge 46/90 e DPR 447/91 (regolamento di attuazione della legge 46/90) e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza elettrica.
- DK 5940 Ed II : Criteri di allacciamento di impianti di produzione alla rete BT di Enel Distribuzione;
- Decreto 28 Luglio 2005 “Criteri per l’incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare”, modificato ed integrato con il Decreto Ministeriale 6 febbraio 2006 e dal DM del 19 febbraio 2007.

Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra elencate, i documenti tecnici emanati dalle Società di distribuzione di energia elettrica riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.

## **8. VALENZE DELL'INIZIATIVA**

La realizzazione di un impianto fotovoltaico collegato alla rete elettrica di distribuzione ha principalmente lo scopo di immettere l'energia prodotta in rete contribuendo così a bilanciare l'assorbimento dell'energia necessaria ai fabbisogni elettrici.

In generale, l'applicazione della tecnologia fotovoltaica consente:

- la produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- il risparmio di combustibile fossile;
- nessun inquinamento acustico;
- soluzioni di progettazione del sistema compatibili con le esigenze di tutela architettonica o ambientale (es. impatto visivo).

## **9. COMPONENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

L'architettura dell'impianto fotovoltaico da collegare alla rete elettrica di distribuzione sarà costituita dai seguenti componenti:

- Moduli fotovoltaici
- Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici
- Gruppo di Conversione statico Corrente continua-Corrente alternata
- Cavi di cablaggio
- Cabina Elettrica BT/MT per rendere in vendita l'energia prodotta alla rete della Società distributrice (ENEL)
- Sistema di monitoraggio e di sorveglianza dell'impianto
- Opere edili accessorie, quali sistemazione del sito, recinzione, etc

## **9.1. Moduli fotovoltaici**

In ogni caso:

1. I moduli fotovoltaici utilizzati garantiscono le migliori prestazioni elettriche nel periodo estivo.
2. I moduli sono realizzati in esecuzione a doppio isolamento (classe II), completi di cornice in alluminio anodizzato e cassetta di giunzione elettrica in esecuzione IP55 in materiale isolante con diodi di by-pass, alloggiata nella zona posteriore del pannello.
3. I moduli sono costruiti secondo quanto specificato dalle vigenti norme IEC 61215 in data (certificata dal costruttore) non anteriore a 24 mesi dalla data di consegna dei lavori.
4. I moduli utilizzati saranno coperti da una garanzia di almeno 25 anni che ne deve assicurare il mantenimento delle prestazioni di targa.
5. La protezione frontale è costituita da un vetro a basso contenuto di sali ferrosi, temprato per poter resistere senza danno ad urti e grandine.
6. Le celle sono inglobate tra due fogli di E.V.A. (EtilVinile Acetato) laminati sottovuoto e ad alta temperatura; la protezione posteriore del modulo è costituita da una lamina di TEDLAR, il quale consente la massima resistenza agli agenti atmosferici ed ai raggi ultravioletti.

Le caratteristiche prestazionali principali di detti moduli sono riportate al punto 11.7.1 del presente progetto preliminare.

## **9.2. Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici**

Per ciascun impianto del lotto il sostegno dei moduli fotovoltaici si avrà con una struttura metallica fissa.

La struttura è costituita da elementi strutturali in acciaio inox e acciaio zincato a caldo, materiali che conferiscono alla struttura di sostegno una adeguata resistenza agli agenti atmosferici ed una lunga durata di esercizio. La struttura consente il montaggio e lo smontaggio di ogni singolo modulo, indipendentemente dalla presenza o meno di quelli contigui.



Le strutture saranno di tipo “a correre”, disposti in file parallele orientate verso sud, di lunghezze variabili per adattarsi alla conformazione del lotto di terreno. In sezione la struttura sostiene quattro file di pannelli sovrapposte.

Il sistema di fissaggio a terra è costituito da pali-trivella conici in acciaio. Una volta dismesso l’impianto detti pali vengono facilmente estratti tramite macchina operatrice che li ruota in senso inverso a quello dell’infissione. In tal modo si ottengono tre vantaggi al momento della dismissione:

- il terreno viene completamente ripristinato per altri usi, agricolo in primis, senza alcuna traccia dell’impianto;
- si recupera materiale pregiato, con evidenti vantaggi sul piano ambientale;
- si rende economicamente conveniente il recupero, incoraggiando un perfetto ripristino dei luoghi (basso costo di estrazione e ricavi dalla vendita come materia prima seconda).

### **9.3. Gruppo di Conversione (inverter)**

Il gruppo di conversione è idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla cabina BT/MT, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili.

L’impianto in ampliamento è stato suddiviso in tre sottocampi; in uno l’energia prodotta confluisce in un inverter da 275 kWp lato DC della POWER-ONE, modello PVI-CENTRAL-250-IT-TL; negli altri due sottocampi l’energia prodotta confluisce in un inverter da 330 kWp lato DC della POWER-ONE, modello PVI-CENTRAL-300-IT-TL

I valori della tensione e della corrente di ingresso del gruppo di conversione sono compatibili con quelli del generatore fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l’impianto.

Il gruppo di conversione è basato su inverter a commutazione forzata, con tecnica PWM, ed è privo di clock e/o riferimenti interni, così da contenere l’ampiezza delle armoniche iniettate in rete entro i valori stabiliti dalle norme, ed è

in grado di operare in modo completamente automatico e di inseguire il punto di massima potenza (MPPT) del generatore fotovoltaico.

Il dispositivo di interfaccia, sul quale agiscono le protezioni, è già integrato nell'inverter.

Gli inverter, inoltre, saranno dotati di un sistema di monitoraggio che rileva e trasmette quotidianamente: la quantità di energia prodotta dall'impianto, le rispettive ore di funzionamento, eventuali malfunzionamenti.

Il collegamento degli inverter alla rete elettrica BT in cabina è effettuato sul quadro elettrico di interfaccia che consegna l'energia prodotta mediante una linea dedicata, opportunamente protetta.

Sono inoltre previste tutte le protezioni contemplate dalla normativa vigente.

#### **9.4. Cavi elettrici e cablaggio**

Data l'esposizione in esterno del sistema elettrico fotovoltaico, la scelta dei cavi di cablaggio è stata fatta per prevenire precoci invecchiamenti dell'isolamento a danno della sicurezza elettrica, e consentire un'elevata resistenza ai raggi UV accompagnata da buone caratteristiche meccaniche.

Tutti i cavi di seguito descritti:

- di potenza
- di comando e/o di segnalazione

sono del tipo non propagante l'incendio in conformità alle norme CEI 20-22 (N07V-K se unipolari per cablaggio interno oppure FG7(O)R per cablaggi esterni e H07RN-F per posa mobile e cablaggi esterni).

Le condutture elettriche con posa interrata sono state realizzate con cavo del tipo a doppio isolamento FG7OR.

La scelta delle sezioni dei cavi sarà effettuata in base alla loro portata nominale (calcolata in base ai criteri di unificazione e di dimensionamento riportati nelle Tabelle CEI-TINEL), alle condizioni di posa e di temperatura, al limite ammesso dalle Norme per quanto riguarda le cadute di tensione massime ammissibili (inferiori al 4%) ed alle caratteristiche di intervento delle protezioni secondo quanto

previsto dalle vigenti Norme CEI 64-8. La portata delle condutture sarà commisurata alla potenza totale da installare.

I conduttori, ai fini di un'efficace sicurezza in fase di future manutenzioni agli impianti, rispettano le colorazioni imposte dalle Norme internazionali e dalle tabelle CEI - TINEL, ovvero:

- giallo-verde per i conduttori di terra e di protezione
- blu chiaro per il conduttore neutro
- nero, grigio e marrone per i conduttori di fase.

Tutte le connessioni e le derivazioni dei vari circuiti dovranno essere eseguite esclusivamente entro cassette di derivazione e mediante morsetti trasparenti in materiale isolante ed autoestinguente, con serraggio dei cavi tramite vite unica in conformità alle norme CEI.

#### **9.5. Sezione dei conduttori di protezione**

Il conduttore di protezione, ha una sezione non inferiore a quella indicata dall'art. 543.1.1 della norma CEI 64-8

Nel caso specifico il conduttore per le connessioni equipotenziali delle strutture di fissaggio dei moduli fotovoltaici, ha una sezione minima pari a 6 mmq.

#### **9.6. Quadri elettrici di interfaccia**

I quadri elettrici sono dotati di sportelli con serratura per impedire manovre ad individui estranei al personale autorizzato e per evitare l'ingresso di corpi estranei. I quadri elettrici di interfaccia di rete contengono tutti i sistemi di protezione, nei confronti sia della rete autoproduttrice che della rete di distribuzione pubblica in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-20 con riferimento a quanto contenuto nei documenti di unificazione Enel DK5940, DV 1604 e DV604.

Sul quadro di interfaccia è installato un dispositivo generale di protezione del campo fotovoltaico come descritto nella sezione specifica (Misure di protezione sul collegamento alla rete).

I quadri elettrici di interfaccia, disposti in posizione rialzata su apposito sostegno, saranno protetti dall'aggressione degli agenti atmosferici e saranno

costituiti per una eventuale configurazione di alloggio in esterno, da una cassetta stagna in poliestere avente grado di protezione IP65, resistente ai raggi UV, alla corrosione ed alle atmosfere saline, dotato di elementi componibili preforati o chiusi, barrature di sostegno per le apparecchiature, sportello cieco provvisto di serratura con chiave, pannelli e guarnizioni di tenuta. I quadri saranno completi di tutte le apparecchiature di protezione, comando e controllo. Tra le apparecchiature principali che costituiscono i quadri di interfaccia BT ci sono:

- Interruttori differenziali magnetotermici
- Dispositivo di interfaccia CEI 11-20
- Altri dispositivi di controllo e comando.

### **9.7. Cabine MT/BT di trasformazione**

L'impianto in ampliamento ha due locali cabina ove avviene la trasformazione della corrente da continua ad alternata; all'interno di ogni cabina è posizionato un trasformatore di adeguata potenza che eleva la tensione da 380 V a 20 KV.

L'energia così prodotta, con due elettrodotti interrati, sarà trasferita al locale misura del campo fotovoltaico già operativo. Dal locale misura l'energia elettrica passa al locale di esclusiva pertinenza Enel per poter essere trasferita alla rete tramite l'elettrodotto esistente.

Faranno parte delle cabine MT/BT tutti i dispositivi di protezione ed elevazione per portare l'energia dalla bassa tensione alla media tensione di rete, quali: interruttori e quadro lato MT, interruttore e quadro lato BT, trasformatore BT/MT, accessori e collegamenti equipotenziali.

### **9.8. Recinzione**

La recinzione di ciascun impianto del lotto è costituita da rete metallica plastificata romboidale verde. La rete è sostenuta da dadi di fondazione in cemento di dimensione 25 x 50 cm e da profilati a T zincati verdi di dimensione 70 x 70 x sp. 7 mm.

Nella recinzione saranno previsti alcuni varchi (diametro  $\Phi 30$  cm) per il passaggio degli animali; ciò al fine di permettere lo spostamento delle specie animali attraverso il terreno occupato dall'impianto.

Schermo visivo: siepe in tuja (o similare) di altezza non inferiore all'altezza dei pannelli

### **9.9. Strada di accesso**

Al campo fotovoltaico si accede direttamente dalla strada provinciale, una volta percorso un tratto della strada di proprietà che collega la proprietà alla provinciale stessa.

## **10. PROGETTO DI RIPRISTINO DEL SITO**

Le operazioni a fine ciclo vita dell'impianto sono effettuate mediante operazioni inverse rispetto alla realizzazione originaria dell'impianto. Pertanto si procederà nel seguente modo:

- smontaggio dei pannelli
- smontaggio della struttura di sostegno
- espianto delle fondazioni
- asportazione di tutti i cavi
- asportazione di tutti i componenti elettrici dalle cabine
- smontaggio del prefabbricato delle cabine
- demolizione della platea di fondazione delle cabine
- smontaggio della recinzione e delle opere accessorie.

Tutte le operazioni di cui sopra saranno effettuate da Ditte regolarmente iscritte all'Albo Nazionale Smaltitori e con autorizzazione regionale da parte del Servizio Gestione Rifiuti operativa.

La totalità delle componenti dell'impianto è totalmente riciclabile a partire dal pannello fotovoltaico fino ai rifiuti da C&D delle platee di fondazione.

### **10.1. Stabilizzato**

Per quanto riguarda lo stabilizzato e il cemento, si stima che i tempi per la rimozione siano simili a quello della gettata e posa in opera; così come detto, tali materiali saranno recuperati da ditte autorizzate al trattamento dei materiali da “C&D”.

### **10.2. Strutture di sostegno**

Le strutture (fondazioni e di sostegno), essendo di acciaio zincato, vengono conferite presso strutture autorizzate per essere reinserte nel ciclo produttivo.

Si suppone che il tempo necessario allo smantellamento sia pari a quello dell’installazione; lo smontaggio potrà essere reso difficoltoso dall’ossidazione di alcune parti, ma sarà compensato dalla possibilità di procedere ad operazioni che non necessitano di mantenere la funzionalità dell’apparecchiatura.

### **10.3. Tubazioni**

Le tubazioni verranno eliminate a mezzo scavo. Nelle operazioni di rimozione la sabbia (non contaminata) sarà volutamente mischiata alla terra. Al termine delle operazioni e del successivo livellamento finale, la sabbia naturalmente si distribuirà in modo uniforme nel terreno senza creare problemi di alcun tipo e soprattutto dal lato agronomico.

Le tubazioni, realizzate in PVC, potranno essere riciclate come materia prima seconda, e nuovamente inserite nel ciclo produttivo.

### **10.4. Pannelli**

Una volta giunti alla fine del loro ciclo produttivo (20 ÷ 25 anni), i pannelli saranno conferiti a raccoglitori autorizzati che operano il recupero di tali materie prime.

Al momento, in Italia è presente quasi esclusivamente il Consorzio “PV CYCLE”, nato nel 2007, ma è prevedibile che, crescendo la domanda, nasceranno strutture adeguate per il trattamento ed il riciclo dei pannelli.

Inoltre, in Germania, l'industria "First Solar" ha annunciato la costruzione di un impianto, il primo in Europa, per lo smaltimento dei pannelli, capace di recuperare più del 90% dei materiali.

Attualmente hanno aderito 36 aziende cioè il 70% dei produttori europei, e il programma è finanziato interamente in modo autonomo da questi ultimi e sarà pienamente attivo nel 2015, quando si è calcolato che inizieranno ad essere elevata la domanda di pannelli da smaltire.

All'epoca della dismissione dell'impianto la tecnologia si sarà ulteriormente affinata; si presuppone che la quantità recuperata sarà superiore a quella possibile ad oggi. Comunque il non riciclabile (rifiuto) sarà smaltito da operatori in possesso dei requisiti dettati dalla normativa all'epoca vigente.

### **10.5. Inverter e quadri**

Ad oggi queste apparecchiature (RAEE) sono conferite presso impianti autorizzati a livello del servizio gestione rifiuti regionali. Anche in questo caso la quasi totalità in peso del RAEE sarà recuperato e riutilizzato in un nuovo ciclo produttivo. Lo scarto del ciclo di recupero non riutilizzabile, sarà smaltito presso impianti debitamente autorizzati.

### **10.6. Trasformatori**

Attualmente dei trasformatori vengono riciclati il nucleo magnetico e le strutture portanti di metallo, mentre viene conferito in discarica l'avvolgimento inglobato in resina, in quanto, ad oggi, non vi sono aziende che riescano a separare la parte di rame dalla resina.

Si può affermare che il peso della parte recuperabile del trasformatore sia solo il 50% del peso totale; il resto, come detto, sarà smaltito presso impianti autorizzati.

### **10.7. Cavi**

I cavi posati saranno sfilati e portati in apposita azienda per il riciclo del rame. In un impianto specifico di triturazione fine saranno recuperati il rame da una parte e il rivestimento isolante dall'altro. Il rame sarà interamente riciclato; l'isolante, a

seconda del grado di invecchiamento, sarà smaltito come rifiuto o aggiunto come carica in un nuovo ciclo produttivo.

#### **10.8. Asportazione della componentistica elettrica posizionata all'interno delle cabine**

Anche in questo caso si tratta di componentistica classificata "RAEE" e come tale sarà trattata (vedi i due punti precedenti).

#### **10.9. Demolizione cabine**

La demolizione di tali parti dell'impianto rientra nella casistica dello smaltimento dei rifiuti da C & D (costruzioni e demolizioni). Nel loro smaltimento seguono una legislazione particolare, tendente al riciclo completo di materiali.

Essendo questi ultimi esenti da qualsiasi tipo di inquinante, il riciclo totale dei materiali da demolizione è possibile. Nel caso in cui il materiale non venga riciclato, lo stesso potrà essere smaltito solo in una "discarica per rifiuti inerti".

#### **10.10. Smontaggio recinzione e opere accessorie**

Anche tale parte di ripristino dello stato dei luoghi si configura come demolizione di opere da C e D (plinto di fondazione).

La restante parte è tutta riciclabile in quanto il paletto di sostegno, la rete, ed il coronamento in filo spinato, sono prodotti in acciaio e come tale sarà riciclato presso le apposite ferriere.

### **11. COMPONENTI DELL'IMPIANTO: CRITERI DI SCELTA E DIMENSIONAMENTO**

L'architettura dell'impianto fotovoltaico da collegare alla rete elettrica di distribuzione sarà costituita dai seguenti componenti:

- moduli fotovoltaici (pannelli)
- struttura di supporto dei moduli fotovoltaici
- gruppo di conversione DC/AC (inverter)
- quadri di campo



- collegamenti elettrici
- trasformatore e quadri di interfaccia con la rete Enel
- sistema di monitoraggio remoto.

### **11.1. Criteri di scelta e dimensionamento**

Il dimensionamento dell'impianto è stato effettuato sulla base della massimizzazione della captazione solare annua disponibile. Il posizionamento dei moduli fotovoltaici, infatti, prevede l'esposizione degli stessi alla luce solare in maniera ottimale, con orientamento a Sud e a sufficiente distanza da zone di ombreggiamento.

La stima della producibilità energetica di un impianto viene redatta considerando la localizzazione del sito di installazione, ovvero le coordinate geografiche, l'orografia del sito e la radiazione solare disponibile, e le caratteristiche dei componenti d'impianto.

Il dimensionamento dei componenti implica la compatibilità tra il range di potenze di lavoro dell'inverter e la potenza massima generata dal sottocampo fotovoltaico ad esso collegato.

I pannelli sono disposti su ripetizioni di tre file parallele, in modo tale che si minimizzi l'impiego di materiale di sostegno e carpenteria di supporto e che si mantenga una distanza adeguata tra esse, al fine di evitare fenomeni di ombreggiamento.

Tutti i componenti dell'impianto sono stati dimensionati nel rispetto della normativa vigente in termini di progettazione elettrica e meccanica.

### **11.2. Funzionamento del sistema**

Attraverso l'effetto fotovoltaico la luce del sole viene direttamente convertita in energia elettrica.

Per rendere possibile questa trasformazione occorrono dei semiconduttori come, ad esempio, il silicio, arseniuro di gallio, tellurio di cadmio, diseleniuro di indio e rame.

Il silicio cristallino è il semiconduttore più comunemente utilizzato. Il silicio è un elemento chimico molto diffuso sulla terra (nella sabbia), ed è considerato pressoché inesauribile.

I semiconduttori utilizzati per realizzare le celle fotovoltaiche devono essere estremamente puri, e pertanto, storicamente, i produttori di moduli si sono orientati sull'utilizzo degli scarti dell'industria elettronica.

Seppur caratterizzati da una purezza ben superiore a quella necessaria per il silicio di grado solare, infatti, gli scarti dell'industria elettronica costituiscono ancora la fonte privilegiata dal punto di vista tecnico-economico.

Quando una cella di silicio drogato viene esposta ai raggi solari, gli elettroni di valenza, assorbendo i fotoni, acquistano l'energia necessaria per saltare nella banda di conduzione e migrare nella zona N: parallelamente, le lacune si muovono verso la zona P. Questo fenomeno è detto effetto fotovoltaico.

Attraverso la migrazione di cariche che si ottiene alla giunzione, tra i due strati si genera un campo elettrico che orienta il flusso di elettroni eccitati dalla luce del sole.

Per raccogliere il flusso elettrico vengono realizzati dei contatti metallici sui lati anteriore e posteriore della cella; mentre il contatto sul lato posteriore viene esteso a tutta la cella, quello sul lato frontale, esposto alla luce, viene disposto a forma di griglia o con delle sottili ramificazioni, come compromesso tra la necessità di minimizzare le resistenze elettriche e quella di garantire una sufficiente trasparenza dello strato anteriore alla luce.

L'intensità di corrente elettrica generata dai moduli viene poi inviata, mediante dei cavi in C.C., agli inverter di campo cui i moduli sono collegati. Gli inverter, poi, dopo aver trasformato la corrente elettrica da continua in alternata, inviano quest'ultima ai gruppi di misura, che valutano la produzione dell'impianto, ed al trasformatore. Dopo la trasformazione della corrente elettrica generata dalla BT alla MT, questa viene immessa nelle Reti Elettriche Nazionali.

### 11.3. Verifiche di progettazione elettrica e meccanica

I criteri di verifica degli impianti e dei componenti elettrici vengono vagliati in corrispondenza dei valori minimi e massimi della temperatura di lavoro dei moduli fotovoltaici. Essi devono verificare:

- che la tensione nel punto di massima potenza a 70 °C sia maggiore della tensione MPPT minima (TENSIONI MPPT);
- che la tensione nel punto di massima potenza a -10 °C sia minore della tensione MPPT massima (TENSIONI MPPT);
- che la tensione a circuito aperto a -10°C sia inferiore alla tensione massima dell'inverter (TENSIONE MASSIMA);
- che la tensione a circuito aperto a -10°C sia inferiore alla tensione massima del sistema del modulo (TENSIONE MASSIMA MODULO);
- che la corrente massima (corto circuito) generata sia inferiore alla corrente massima dell'inverter (CORRENTE MASSIMA);
- che il dimensionamento della potenza dell'inverter sia tale da essere compreso tra il 70 ed il 120% della potenza del sottocampo fotovoltaico ad esso collegato (DIMENSIONAMENTO).

La progettazione esecutiva meccanica delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici sarà effettuata considerando i carichi statici, da neve, da vento e sismici, indicati dalla normativa vigente, in funzione dei parametri geologici – geotecnici, dati che saranno contenuti nella Relazione geologica esecutiva, propedeutica e obbligatoria per la Relazione Geotecnica.

Si riportano di seguito il Modello Geologico e i caratteri sismici del sito di interesse.

### 11.4. Modello geologico

Alla documentazione V.A. sarà allegata la Relazione Geologica.

Dalla Relazione risulta, procedendo dall'alto verso il basso, la seguente stratigrafia:

- **terreno vegetale;**
- **limi argillo-sabbiosi delle coltri eluvio-colluviali**, passanti gradualmente a

- **argilla grigio-azzurra con livelli sabbiosi.**

Il modello geologico, quindi, è caratterizzato da una coltre di limi sabbiosi, di spessore variabile lungo il pendio, che ricopre la formazione delle argille grigio azzurre dotate di elevata resistenza meccanica.

Dal punto di vista idrogeologico si tratta di terreni dotati di scarsa permeabilità, anche se variabile in rapporto al contenuto di limo e/o sabbia.

### **11.5. Caratteri sismici**

Per valutare il rischio sismico dell'area, ossia gli effetti prodotti da un terremoto atteso, bisogna prendere in considerazione diversi fattori che dovrebbero essere inquadrati in un discorso più generale di microzonazione sismica.

Alla scala del nostro studio si è cercato di tener conto della pericolosità locale determinata dalle caratteristiche geologiche e geomorfologiche locali.

In base alla normativa emanata l'8 maggio 2003 (ORD. P.C.M. 3274 del 20.03.2003) il Comune di Civitella del Tronto (TE) è stato classificato in zona sismica 2 – Media Sismicità.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ( $V_{s30} > 800$  m/sec), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

Pertanto, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (Tab. 1 All. B del D.M. 14/01/08).

Per il sito in esame, considerando una vita nominale delle opere di 50 anni e utilizzando i valori dei parametri spettrali dei quattro punti del reticolo (tab. 1 all. B), si ottengono i seguenti valori, su sito di riferimento rigido orizzontale:

#### **Sito in esame**

Longitudine 13° 42' 25" E – latitudine 42° 48' 26" N

Classe: 1

Vita nominale: 30

### **Parametri sismici**

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 35 anni

Coefficiente  $c_u$ : 0,7

### **Operatività (SLO):**

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,0577 g

Fo: 2,48

Tc\*: 0,28 [s]

### **Danno (SLD):**

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 35 [anni]

ag: 0,0619 g

Fo: 2,47

Tc\*: 0,28 [s]

### **Salvaguardia della vita (SLV):**

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 332 [anni]

ag: 0,1574 g

Fo: 2,46

Tc\*: 0,34 [s]

### **Prevenzione dal collasso (SLC):**

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 682 [anni]

ag: 0,2046 g

Fo: 2,49

T\*c: 0,35 [s]

dove:

ag - *accelerazione orizzontale massima al suolo*

Fo - *valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in acceleraz. Orizzontale*

T\*c - *periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale*

In base alle verifiche eseguite nel presente lavoro, non sussistono rischi geologici, geomorfologici ed idrogeologici che precludano all'intervento in oggetto.

Sulla scorta dei dati riportati nella Relazione Geologica, il dimensionamento meccanico della struttura di sostegno dei pannelli risponde alle "Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. le 14/01/2008 pubblicato nel S.O. n° 29".

I carichi considerati sono i seguenti:

- carichi permanenti:
  - peso proprio dei pannelli
  - peso della struttura
  - peso della fondazione
- carichi dovuti alle azioni sismiche
- azioni del vento
- azioni della neve

### **11.5.1. Carichi permanenti**

I carichi permanenti sono quelli relativi al peso proprio del complesso del campo fotovoltaico (peso pannello, strutture di sostegno, peso fondazione).

Si procede al p. p. di due campate, conteggiando il peso di:

- pannelli
- strutture
- fondazione.

Il peso dei pannelli è pari a 1160 kg.

Il peso della struttura è pari a 439,43 kg.

Il peso della fondazione è pari a 388,50 kg.

Il peso complessivo, pertanto, è pari a 1988,06 kg. Essendo l'area di riferimento pari a 8,22 x 3,03 mq, il carico al mq è pari a 80,85 kg/mq.

A favore della sicurezza si consiglia il calcolatore in fase esecutiva di porre tale carico unitario pari a 100 kg/mq.

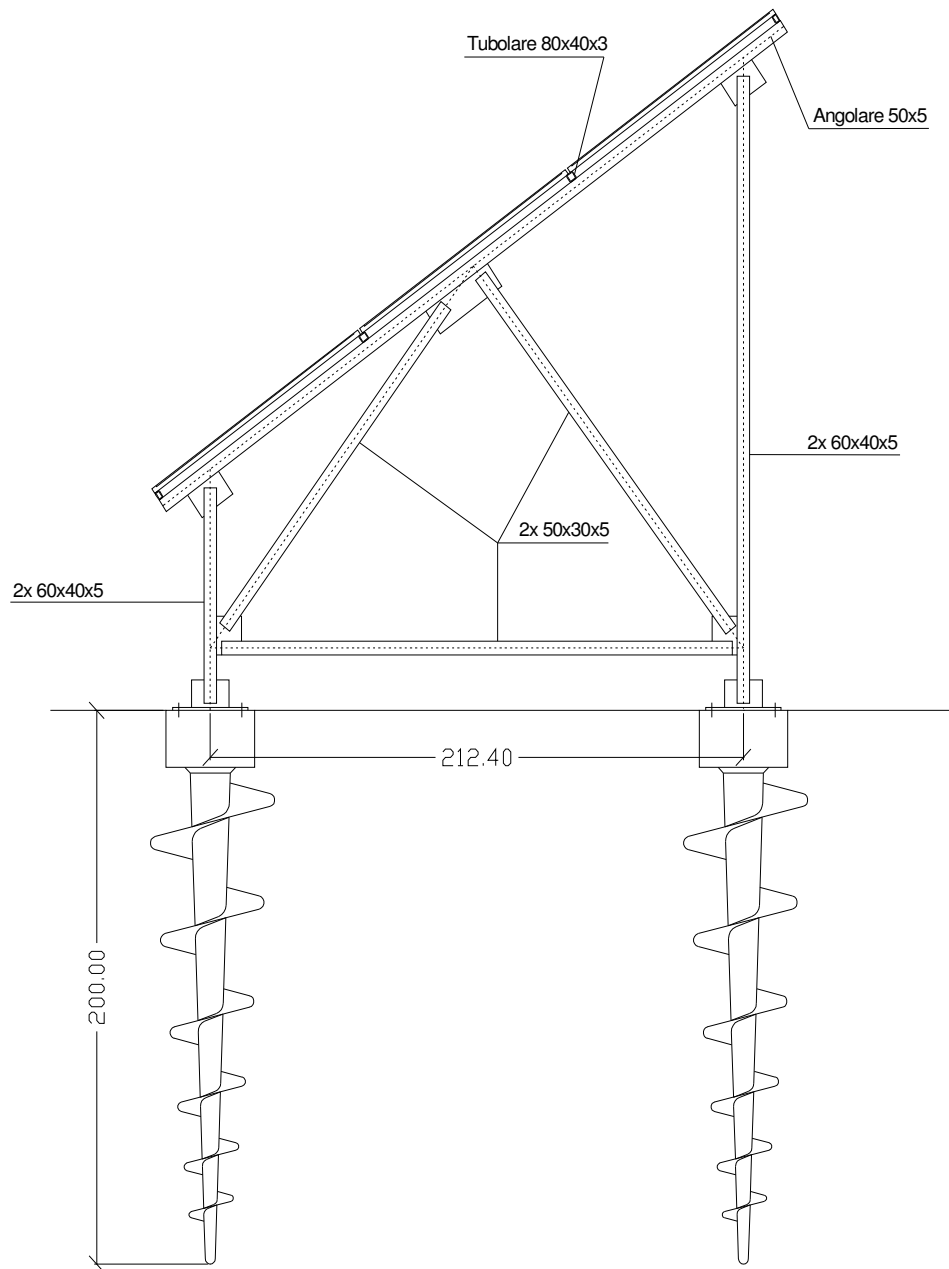
### **11.5.2. Calcolo della struttura**

Sulla scorta dei dati generali riportati in precedenza, si è proceduto al calcolo della struttura e della fondazione mediante la redazione di:

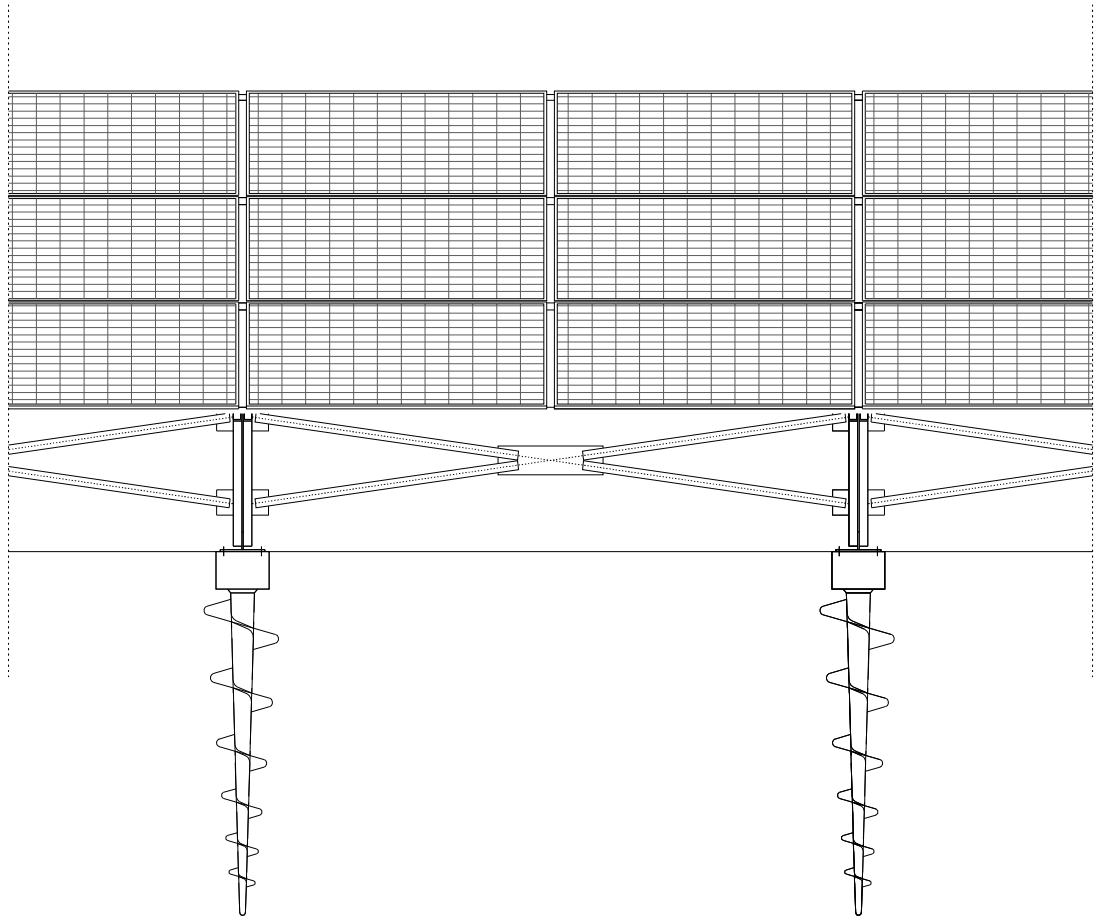
- Relazione tecnica illustrativa
- Relazione illustrativa sui materiali
- Piano di manutenzione delle opere strutturali
- Calcolo strutturale.

Tali calcoli saranno depositati presso il locale Ex Genio Civile prima dell'inizio dei lavori.

Si riportano di seguito la sezione e il prospetto della struttura di sostegno verificata.







## 11.6. Prestazioni del sistema

La potenza media incidente su di una superficie posta immediatamente all'esterno dell'atmosfera terrestre è pari a  $1395 \text{ W/m}^2$  (se incidente ortogonalmente alla superficie). Sulla superficie terrestre la potenza media incidente risulta essere inferiore a causa di svariati fattori, fra cui l'effetto da parte dell'atmosfera (che assorbe, riflette e rifrange i raggi solari), la rivoluzione terrestre attorno al Sole, l'eventuale copertura nuvolosa, la non perfetta ortogonalità della superficie rispetto alla direzione della radiazione solare.

L'energia solare diretta può essere utilizzata mediante due tecnologie:

- la conversione fotovoltaica, che produce direttamente energia elettrica
- la conversione termica, che prevede il riscaldamento di un fluido vettore ad alta o bassa temperatura a seconda dell'utilizzo richiesto (rispettivamente utilizzo in impianti motori termici o ad esempio acqua calda sanitaria).

Un'interessante mappa solare, indicativa delle potenzialità di produzione di energia elettrica da fonte solare, è stata elaborata dall'Unione Europea e permette di calcolare la produzione di energia elettrica da un impianto a pannelli solari nelle varie regioni italiane.

La stima della producibilità del sistema per ogni kW installato viene effettuata considerando i seguenti dati:

Inclinazione dei moduli:  $34.0^\circ$  (valore ottimale)

Orientamento (azimuth) dei moduli:  $-3.0^\circ$  (valore ottimale)

Stima delle perdite causate dalla temperatura: 8.4% (usando dati di temperatura locali)

Perdite stimate causate dall'effetto angolare di riflessione: 2.7%

Altre perdite (cavi, inverter, etc.): 14.0%

Totale delle perdite di sistema FV: 25.1%

La tabella sottostante riporta i valori di energia elettrica attesi mensilmente dalla produzione da parte di un sistema fotovoltaico con i parametri sopra definiti.

<b>Produzione elettrica FV per: potenza nominale=1.0 kW, Perdite di sistema=14.0%</b>		
<b>Inclin.=34 gr., Orient.=-3 gr.</b>		
<b>Mese</b>	<b>Produzione mensile (kWh)</b>	<b>Produzione giornaliera (kWh)</b>
Gen	63	2.0
Feb	73	2.6
Mar	109	3.5
Apr	129	4.3
Mag	132	4.3
Giu	139	4.6
Lug	147	4.8
Ago	144	4.7
Set	123	4.1
Ott	103	3.3
Nov	66	2.2
Dic	49	1.6
<b>Media annuale</b>	<b>106</b>	<b>3.5</b>
Produzione annuale (kWh)		<b>1274</b>

Viene inoltre mostrata la stima della media produttiva giornaliera e la produzione totale annuale per kW installato.

Irraggiamento (nel piano FV) per:			Inclin.=34 gr., Orient.= -3 gr.
Mese	Irraggiamento mensile (kWh/m2)	Irraggiamento giornaliero (kWh/m2)	
Gen	78	2.5	
Feb	91	3.3	
Mar	138	4.5	
Apr	167	5.6	
Mag	175	5.6	
Giu	187	6.2	
Lug	200	6.4	
Ago	195	6.3	
Set	162	5.4	
Ott	134	4.3	
Nov	83	2.8	
Dic	61	2.0	
<b>Media annuale</b>	<b>139</b>	<b>4.6</b>	
Irraggiamento totale annuo (kWh/m2)		<b>1671</b>	

## 12. REQUISITI TECNICI MINIMI DEI COMPONENTI E DEGLI IMPIANTI

Conformemente a quanto specificato nell'allegato 1 Decreto 19 febbraio 2007, l'impianto fotovoltaico sarà realizzato con componenti che assicureranno le seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0,85 \times P_{nom} \times I/I_{sc}$$

dove:

- $P_{cc}$  è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione maggiore del  $\pm 2\%$
- $P_{nom}$  è la potenza nominale del generatore fotovoltaico [kWp]
- $I$  è l'irraggiamento [W/mq] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del  $\pm 3\%$
- $I_{stc}$ , pari a 1000 W/mq, è l'irraggiamento in condizioni di prova standard; tale condizione sarà verificata per  $I > 600$  W/mq.

$$P_{ca} > 0,9 \times P_{cc}$$

dove:

- $P_{ca}$  è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente alternata, con precisione maggiore del  $\pm 2\%$ ; tale condizione sarà verificata per  $P_{ca} >$  del 90% della potenza di targa del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata.

Ai fini del rispetto delle condizioni sopra descritte l'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione sarà realizzato utilizzando moduli fotovoltaici ad elevate prestazioni e gruppi di conversione della corrente continua in alternata ad elevata efficienza.

Al termine dei lavori saranno effettuati tutte le verifiche tecnico-funzionali, in particolare:

- continuità elettrica e connessione dei moduli
- messa a terra di masse e scaricatori
- isolamento dei circuiti elettrici e delle masse.

### **12.1. Criteri di protezione**

L'impianto fotovoltaico descritto nella presente relazione sarà progettato e realizzato al fine di assicurare:

- la protezione delle persone e dei beni contro i pericoli ed i danni derivanti da loro utilizzo nelle condizioni previste
- il suo corretto funzionamento per l'uso previsto.

Saranno quindi adottate le seguenti misure di protezione, relativa alla protezione dai contatti diretti, protezione dai contatti indiretti, protezione dalle sovracorrenti ed al sezionamento.

#### **12.1.1. Misure di protezione contro i contatti diretti**

Protezione totale contro i pericoli derivanti da contatti con parti in tensione, realizzata in conformità al cap. 412 della Norma CEI 64-8 mediante:

1. Isolamento delle parti attive, rimovibile solo mediante distruzione ed in grado di resistere a tutte le sollecitazioni meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere sottoposto nel normale esercizio;
2. Involucri idonei ad assicurare complessivamente il grado di protezione IP XXB (parti in tensione non raggiungibili dal filo di prova) e, sulle superfici orizzontali superiori a portata di mano, il grado di protezione TP XXD (parti in tensione non raggiungibili dal filo di prova).

A tal fine saranno impiegati cavi a doppio isolamento (o cavi a semplice isolamento posati entro canalizzazioni in materiale isolante) e le connessioni verranno racchiuse entro apposite cassette con coperchio apribile mediante attrezzo.

#### **12.1.2. Misure di protezione contro i contatti indiretti**

Protezione contro i pericoli risultanti dal contatto con parti conduttrici che possono andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale, realizzata sul lato a Vac dell'impianto mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione secondo il paragrafo 413.1 della norma CEI 64.8, collegando all'impianto generale di terra tutte le masse presenti negli ambienti considerati ed impiegando interruttori automatici, il tutto coordinato in modo da soddisfare la condizione di cui all'art. 413.1.3.3. della norma CEI stessa.

Per quanto riguarda la protezione dei contatti indiretti sul lato corrente alternata, tutti i dispositivi elettrici connessi e quindi anche degli inverter ed i componenti del quadro di interfaccia, fanno parte dello stesso sistema elettrico classificabile come TT.

Quindi la protezione contro i contatti indiretti è assicurata dai seguenti accorgimenti:

- collegamento al conduttore di protezione PE di tutte le masse e le masse estranee dell'impianto
- utilizzo di dispositivi di protezione a corrente differenziale di tipo "A".

Il coordinamento della protezione dai contatti indiretti avverrà tramite la verifica in ogni punto dell'impianto della seguente disequazione:

$$50 \geq I_n \cdot R_a$$

dove:

50 è la massima tensione di contatto ammissibile;

$I_n$  è la corrente di intervento in 0,03 secondi;

$R_a$  è il valore che esprime la somma di resistenza di terra al punto di contatto.

Gli stessi accorgimenti sopra descritti sono efficaci anche per quanto riguarda la protezione dei contatti indiretti sul lato corrente continua, considerando che la presenza del trasformatore di isolamento e/o dell'interfaccia di isolamento tra la sezione c.c. e c.a. negli inverter determina la classificazione del sistema in esame come IT. Nello specifico sarà eseguito, come previsto in fase progettuale, l'interconnessione di tutte le strutture metalliche di fissaggio dei moduli fotovoltaici con un conduttore equipotenziale da 6 mmq in modo da poter garantire una continuità elettrica di tutte le masse estranee.

### **12.1.3. Protezione dalle sovracorrenti**

Protezione contro il riscaldamento anomalo degli isolanti dei cavi e contro gli sforzi elettromeccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni causati da correnti di sovraccarico o di cortocircuito, saranno realizzati mediante dispositivi unici di interruzione (interruttori magneto termici o fusibili) installati all'origine di ciascuna conduttura ed aventi caratteristiche tali da interrompere automaticamente l'alimentazione in occasione di un sovraccarico o di un cortocircuito, secondo quanto prescritto nel Cap. 43 e nella sez. 473 della Norma CEI 64-8 facendo riferimento alle tabelle CEI-UNEL relative alla portata dei Cavi in regime permanente.

### **12.1.4. Misure di protezione sul collegamento alla rete elettrica**

La protezione del sistema di generazione fotovoltaica nei confronti sia della rete autoproduttrice che della rete di distribuzione pubblica sarà realizzata in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-20 con riferimento a quanto contenuto nei documenti di unificazione Enel DK5940, DV1604 e DV604.

L'impianto dovrà essere equipaggiato con un sistema di protezione che si articola su 3 livelli:

- Dispositivo del generatore;
- Dispositivo di sicurezza;
- Dispositivo generale.

#### **12.1.4.a. Dispositivo Generatore**

L'inverter è internamente protetto contro il cortocircuito ed il sovraccarico; il verificarsi di un guasto interno provocano l'immediato distacco dell'inverter dalla rete elettrica.

L'interruttore automatico magnetotermico presente sull'uscita di ogni inverter agisce come ricalzo a tale funzione.

#### **12.1.4.b. Dispositivo di sicurezza**

Il dispositivo di sicurezza deve provocare il distacco dell'intero sistema di generazione fotovoltaica in caso di guasto sulla rete elettrica.



Il riconoscimento di eventuali anomalie sulla rete avviene considerando come anomali le condizioni di funzionamento che fuoriescono da un determinato range di valori di tensione e frequenza così caratterizzati:

- minima tensione            0.8 Vn
- massima tensione         1.2 Vn
- minima frequenza         49.7 Hz
- massima frequenza        50.3Hz

La protezione offerta dal dispositivo di sicurezza impedisce, tra l'altro, che l'inverter continuino a funzionare con particolari configurazioni di carico, anche nel caso di Black-out esterno. Questo fenomeno, detto funzionamento in isola, deve essere evitato assolutamente, perché in grado di provocare situazioni di grave pericolo per il personale addetto alla ricerca e riparazione dei guasti.

#### **12.1.4.c.     Dispositivo generale**

Il dispositivo generale ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione elettrica.

Il dispositivo di sicurezza ed il dispositivo generale, insieme ai dispositivi di protezione dei singoli inverter, come specificato negli schemi elettrici, compongono il quadro elettrico di interfaccia di rete.

#### **12.1.5.       Misure di protezione contro gli effetti delle scariche atmosferiche**

L'impianto fotovoltaico non influisce sulla forma o sul volume del terreno sul quale è insediato, pertanto non aumenta la probabilità di fulminazione diretta dell'area, mentre per quanto riguarda la fulminazione indiretta, l'abbattersi di scariche atmosferiche in prossimità dell' impianto può provocare sovratensioni in grado di mettere fuori uso i componenti del sistema con particolare riferimento agli inverter. I morsetti degli inverter sono protetti internamente con varistori.

## **12.2. Prescrizioni aggiuntive in materia di sicurezza e garanzie**

Al termine dei lavori l'Impresa esecutrice dovrà rilasciare la dichiarazione di conformità ai sensi dell'art. 9 della Legge 5 marzo 1990 n° 46 e dell'art. 7 del DPR 6 dicembre 1990 n° 447; inoltre per le diverse tipologie di impianto, dovranno essere eseguite le verifiche e le prove sotto menzionate, al fine di accertare la rispondenza degli impianti alle varie prescrizioni, nonché la piena ed ottimale funzionalità.

Tutte le verifiche e le prove eseguite dovranno essere effettuate con metodologia rigorosamente scientifica e secondo i criteri stabiliti dalle Norme CEI. Le verifiche che dovranno essere effettuate prima della messa in servizio dell'impianto saranno le seguenti:

- Esame a vista delle apparecchiature e dei macchinari
- Verifica congruenza degli schemi elettrici dell'impianto
- Verifica congruenza delle caratteristiche dell'impianto di generazione fotovoltaica
- Verifica congruenza delle caratteristiche del dispositivo/i di interfaccia e dispositivo generale di protezione
- Verifiche congruenza delle caratteristiche delle protezioni di interfaccia e delle tarature delle stesse con apposita strumentazione
- Verifica con impianto in tensione del regolare funzionamento in chiusura ed in apertura del dispositivo di interfaccia e dell'apertura dello stesso per mancanza di tensione
- Verifica funzionale di eventuali dispositivi di interblocco
- Rilievo caratteristiche di eventuali dispositivi non richiesti dall'ente distributore ma installati dal committente, che possono essere di interesse per il servizio. (es. dispositivi di richiusura automatica linee reinserzione di gruppi generatori, ecc.).

L'elenco delle verifiche periodiche che devono essere eseguite sono

- tutte le verifiche di prima installazione sopra elencate;
- eventuali modifiche ai valori di taratura delle protezioni che si rendono necessarie per inderogabili esigenze dell'ente distributore. Tali modifiche

saranno successivamente ufficializzate con l'aggiornamento delle modalità di esercizio e/o dalle prescrizioni tecniche;

- verifiche conseguenti a modifiche delle modalità di esercizio e/o delle prescrizioni tecniche che si rendono necessarie in seguito a nuove normative in materia o in seguito ad innovazioni tecnologiche.

### **13. MANUTENZIONE IMPIANTO**

La manutenzione dell'impianto si articolerà nelle seguenti fasi operative:

- monitoraggio e sorveglianza dell'impianto
- intervento per malfunzionamenti occasionali di componenti dell'impianto
- interventi di manutenzione periodica e programmata
- garanzie di produttività annuale dell'impianto.

#### **13.1. Monitoraggio e sorveglianza dell'impianto**

Il controllo di un impianto fotovoltaico è essenziale per:

1. Assicurare la massima efficienza nella produzione di energia elettrica nel corso degli anni onde poter accelerare il processo di recupero dell'investimento realizzato;
2. Monitorare le intrusioni non autorizzate al sito dell'impianto tramite barriere ad infrarosso

Il sistema di sorveglianza e manutenzione assolve a dette necessità con una procedura di telerilevamento satellitare.

L'azione di monitoraggio e sorveglianza può essere svolta tramite link di dati GPRS che periodicamente esegue un campionamento dei parametri controllati (energia attiva prodotta, parametri elettrici di campo del tipo Vdc e Vac, dati di irradianza locale, stato di funzionamento dei dispositivi, intrusione rilevata sulla recinzione, etc.) ad intervalli di 5 min, fornendo tali dati direttamente su cellulari con invio di sms di allarme, nel caso di condizioni di malfunzionamento significativo o di intrusione al sito.

Viceversa in condizione di funzionamento normale e di malfunzionamenti non significativi, si ha ogni 3 ore l'aggiornamento di un sito web dedicato al monitoraggio dell'impianto.

### **13.2. Interventi di manutenzione programmata dell'impianto**

Azioni periodiche atte a preservare la funzionalità dell'impianto fotovoltaico sono le seguenti:

1. sfalcio del terreno e pulizia in tale corrispondenza dei pannelli fotovoltaici
2. controllo della funzionalità degli inverter, dei motori degli inseguitori, dei dispositivi della cabina MT/BT
3. controllo delle connessioni delle stringhe
4. pulizia periodica dei pannelli

Tali operazioni possono essere facilitate dai dati di rilevamento dei parametri dell'impianto.

**- I TECNICI -**

**Ing. Gabriele CIABATTONI**

**Ing. Alessandra TARQUINI**

**Ing. Giancarlo MORBIDUCCI**