



Oggetto:

**REALIZZAZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 996 kWp  
SULLA COPERTURA DEFINITIVA DEI BACINI 9÷12  
DELLA DISCARICA CONTROLLATA PER RIFIUTI NON  
PERICOLOSI DI NOVELLARA**

Titolo:

**RELAZIONE TECNICA IMPIANTO ELETTRICO**

Tav. n°

Progettazione:



V. Manzoni, 20-42017 Novellara (RE)  
Tel. 0522-652022 Fax 0522-651603

**Per. Ind. Simone Bellini**

**AZIENDA CON SISTEMA DI  
GESTIONE PER LA QUALITÀ  
CERTIFICATO DA DNV**

**UNI EN ISO 9001:2000**

Timbro:

n°:

Revisione:

Data:

Data:

0 PRIMA EMISSIONE

18/02/2010

A PROGETTO DEFINITIVO

28/06/2010

**Novembre 2010**

Scala:

Collaboratori: Per. Ind. Sebastiano Casaccio, Per. Ind. Mauro Reggiani

## 1. PRESCRIZIONI TECNICHE

Gli impianti elettrici saranno eseguiti a regola d'arte come da legge 186/1968 e da DM 37/2008 in rispetto delle normative UNI e CEI in vigore.

Le opere da eseguire sono descritte nella presente relazione e specificate dagli elaborati grafici e schemi elettrici allegati. La verifica degli elaborati di progetto resi disponibili dalla committenza, l'elaborazione della documentazione PROGETTUALE ESECUTIVA il collaudo funzionale delle opere realizzate, la realizzazione degli elaborati progettuali AS-BUILT comprensivo dei calcoli di verifica del corretto dimensionamento degli impianti è compito e responsabilità dell'Impresa appaltatrice dei lavori così come il controllo ed eventuale adeguamento degli schemi unifilari dei quadri elettrici.

Inoltre è obbligo dell'Impresa appaltatrice preoccuparsi di realizzare tutte quelle opere elettriche che interagendo con altri impianti si rendano necessarie per la completa realizzazione e messa in servizio di tutti gli impianti del progetto anche inserendo componenti che si rendessero necessari anche dove non esplicitamente richiesto o computato secondo la regola dell'arte e del buon funzionamento dell'intera opera.

A fine lavori l'impresa appaltatrice deve consegnare tutti gli elaborati progettuali definitivi (AS-BUILT) che dovranno riprodurre fedelmente, come l'impianto è stato effettivamente realizzato e rilasciare la DICHIARAZIONE DI CONFORMITA', come richiesto dal DM 37/2008, e tutte le relazioni tecniche e certificazioni di tutti i quadri elettrici. Prima della consegna degli impianti saranno eseguite tutte le verifiche applicabili previste nelle norme CEI di riferimento.

## 2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Tutti gli impianti saranno eseguiti in osservanza delle vigenti norme, con relative varianti e integrazioni.

In particolare saranno rispettate:

- le norme C.E.I. (Comitato Elettrotecnico Italiano) per gli impianti e le apparecchiature elettriche.
- le varie leggi e le circolari ministeriali inerenti gli impianti elettrici e la sicurezza del lavoro
- le varie circolari e le disposizioni del Comando dei Vigili del Fuoco della località di esecuzione dei lavori.
- le norme UNI e UNEL per quanto riguarda i materiali unificati, gli impianti ed i loro componenti, criteri di progetto, le modalità di costruzione e di esecuzione, le modalità di collaudo ecc.

La rispondenza delle norme sopra citate sarà intesa nel senso più restrittivo e cioè non solo l'esecuzione dell'impianto sarà rispondente alle norme, bensì ogni singolo componente dell'impianto stesso. I materiali impiegati saranno tutti di primarie case costruttrici e muniti, ove possibile, dei marchi dell'Istituto Italiano di Qualità (I.M.Q.). Inoltre tutte le apparecchiature per le quali è richiesto dovranno essere dotate di marcature CE.

Nella redazione del presente progetto così come nella realizzazione degli impianti, sono state, e dovranno essere tenute come riferimento nella esecuzione dei lavori, le disposizioni di legge e le norme tecniche del CEI. Si richiamano di seguito le principali norme o leggi che regolamentano la realizzazione di apparecchiature e di impianti elettrici:

### Leggi e decreti

---

#### Normativa generale:

##### **Decreto Legislativo n. 504 del 26-10-1995, aggiornato 1-06-2007**

Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative.

**Direttiva CE n. 77 del 27-09-2001:** sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato dell'elettricità (2001/77/CE).

**Decreto Legislativo n. 387 del 29-12-2003:** attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

**Legge n. 239 del 23-08-2004:** riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.

**Decreto Legislativo n. 192 del 19-08-2005:** attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 311 del 29-12-2006:** disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 26 del 2-02-2007:** attuazione della direttiva 2003/96/CE che ristruttura il quadro comunitario per la tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità.

**Decreto Legge n. 73 del 18-06-2007:** testo coordinato del Decreto Legge 18 giugno 2007, n. 73.

**Decreto Legislativo del 30-05-2008:** attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.

**Decreto 2-03-2009:** disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

**Legge n.99/09 del 23/07/2009**

#### Sicurezza:

**D.Lgs. 81/2008** (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;

**DM 37/2008:** sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

#### Nuovo Conto Energia:

**DECRETO 19-02-2007:** 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.

**Legge n. 244 del 24-12-2007 (Legge finanziaria 2008):** disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato.

**Decreto Attuativo 18-12-2008 - Finanziaria 2008**

#### Norme Tecniche

---

**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:** impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.

**CEI EN 60904-1 (CEI 82-1):** dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.

**CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

**CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.

**CEI EN 61727 (CEI 82-9):** sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete.

**CEI EN 61215 (CEI 82-8):** moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.

**CEI EN 61646 (82-12):** moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 50380 (CEI 82-22):** fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.

**CEI 82-25:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione.

**CEI EN 62093 (CEI 82-24):** componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.

**CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31):** compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $I_n = 16$  A per fase).

**CEI EN 60555-1 (CEI 77-2):** disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni.

**CEI EN 60079-10 / CEI 31-30 (fasc. 7177):** Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 10: Classificazione dei luoghi pericolosi.

**CEI EN 60079-14 / CEI 31-33 (fasc. 7297):** Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 14: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo d'esplosione per la presenza di gas.

**CEI EN 60079-17/ CEI 31-34 (fasc. 7296):** Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 17: Verifica e manutenzione degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo d'esplosione per la presenza di gas.

**CEI 31-35 (fasc. 8705):** Costruzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gas. Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10. Classificazione dei luoghi con pericolo d'esplosione per la presenza di gas, vapori o nebbie infiammabili.

**CEI 31-35/A (fasc. 8851):** Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10. Classificazione dei luoghi con pericolo d'esplosione per la presenza di gas, vapori o nebbie infiammabili: esempi di applicazione.

**CEI EN 60439 (CEI 17-13):** apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).

Serie composta da:

**CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1):** apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS).

**CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2):** prescrizioni particolari per i condotti sbarre.

**CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3):** prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD).

**CEI EN 60445 (CEI 16-2):** principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico.

**CEI EN 60529 (CEI 70-1):** gradi di protezione degli involucri (codice IP).

**CEI EN 60099-1 (CEI 37-1):** scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata.

**CEI 20-19:** cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

**CEI 20-20:** cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

**CEI EN 62305 (CEI 81-10):** protezione contro i fulmini.

Connessione:

**Delibera ARG/elt 33/08:** condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV.

**Delibera ARG-elt -n.119-08:** disposizioni inerenti l'applicazione della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 33/08 e delle richieste di deroga alla norma CEI 0-16, in materia di connessioni alle reti elettriche di distribuzione con tensione maggiore di 1 kV.

Ritiro dedicato:

**Delibera ARG-elt n. 280-07:** modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387-03, e del comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239-04.

Servizio di misura:

**Delibera ARG-elt n. 88-07:** disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione.

Tariffe:

**Delibera ARG-elt n. 111/06:** condizioni per l'erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell'energia elettrica sul territorio nazionale e per l'approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79.

**Delibera ARG-elt n.156-07:** approvazione del Testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di vendita dell'energia elettrica di maggior tutela e di salvaguardia ai clienti finali ai sensi del decreto legge 18 giugno 2007, n. 73/07.

**Allegato A TIV Delibera A RG-elt n. 156-07:** testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di vendita dell'energia elettrica di maggior tutela e di salvaguardia ai clienti finali ai sensi del Decreto Legge 18 giugno 2007 n. 73/07.

**Delibera ARG-elt n. 171-08:** definizione per l'anno 2009 del corrispettivo di gradualità per fasce applicato all'energia elettrica prelevata dai punti di prelievo in bassa tensione diversi dall'illuminazione pubblica, non trattati monorari e serviti in maggior tutela o nel mercato libero.

**Delibera ARG-elt n. 188-08:** aggiornamento per l'anno 2009 delle tariffe per l'erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell'energia elettrica e delle condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione.

**Delibera ARG-elt n. 190-08:** aggiornamento per il primo trimestre 2009 (1 gennaio – 31 marzo) delle condizioni economiche del servizio di vendita di maggior tutela e modifiche al TIV e al TIT.

**Delibera ARG-elt n. 191-08:** aggiornamento per il trimestre gennaio – marzo 2009 delle componenti tariffarie destinate alla copertura degli oneri generali del sistema elettrico, di ulteriori componenti. Istituzione della componente tariffaria UC7 e modificazioni dell'Allegato A alla deliberazione dell'Autorità 29 dicembre 2007, n. 348/07.

**Delibera ARG-elt n. 348-07:** testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell'energia elettrica per il periodo di regolazione 2008-2011 e disposizioni in materia di condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione.

**Delibera ARG-elt n. 349-07:** prezzi di commercializzazione nella vendita di energia elettrica (PCV) nell'ambito del servizio di maggior tutela e conseguente la emunerazione agli esercenti la maggior tutela. Modificazioni della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 27 giugno 2007 n. 156/07 (TIV).

**Delibera ARG-elt n. 353-07:** aggiornamento delle componenti tariffarie destinate alla copertura degli oneri generali del sistema elettrico, di ulteriori componenti e disposizioni alla Cassa conguaglio per il settore elettrico.

TICA:

**Delibera ARG-elt n.90-07:** attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 19 febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici.

**Delibera ARG-elt n. 99-08 TICA:** testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA).

**Delibera ARG-elt n. 161-08:** modificazione della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 13 aprile 2007, n. 90/07, in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici.

**Delibera ARG-elt n. 179-08:** modifiche e integrazioni alle deliberazioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 e n. 281/05 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica.

**Delibera ARG-elt n. 186-09:** modifiche delle modalità e delle condizioni tecnico economiche per lo scambio sul posto derivanti dalla applicazione delle legge 99-09.

TISP:

**Delibera ARG-elt n. 188-05:** definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005 (deliberazione n. 188/05).

**Delibera ARG-elt n. 260-06:** modificazione ed integrazione della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 14 settembre 2005, n. 188/05 in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici.

**Delibera ARG-elt n. 74-08 TISP:** testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto (TISP).

**Delibera ARG-elt n. 184-08:** disposizioni transitorie in materia di scambio sul posto di energia elettrica.

**Delibera ARG-elt n.1-09:** attuazione dell'articolo 2, comma 153, della legge n. 244/07 e dell'articolo 20 del decreto ministeriale 18 dicembre 2008, in materia di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili tramite la tariffa fissa onnicomprensiva e di scambio sul posto.

TEP:

**Delibera EEN 3/08:** aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica.

Prezzi minimi:

**Delibera ARG-elt n. 109-08:** revisione dei prezzi minimi garantiti di cui alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 6 novembre 2007, n. 280/07.



**Circolare n. 46/E del 19/07/2007:** articolo 7, comma 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 – Disciplina fiscale degli incentivi per gli impianti fotovoltaici.

**Circolare n. 66 del 06/12/2007:** tariffa incentivante art. 7, c. 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387. Circolare n. 46/E del 19 luglio 2007 - Precisazione.

**Circolare n. 38/E del 11/04/2008:** articolo 1, commi 271-279, della legge 27 dicembre 2006, n. 296 – Credito d'imposta per acquisizioni di beni strumentali nuovi in aree svantaggiate.

**Risoluzione n. 21/E del 28/01/2008:** istanza di Interpello– Aliquota Iva applicabile alle prestazioni di servizio energia - nn. 103) e 122) della Tabella A, Parte terza, d.P.R. 26/10/1972, n. 633 - Alfa S.p.A.

**Risoluzione n. 22/E del 28/01/2008:** istanza di Interpello - Art. 7, comma 2, d. lgs. vo n. 387 del 29 dicembre 2003.

**Risoluzione n. 61/E del 22/02/2008:** trattamento fiscale ai fini dell'imposta sul valore aggiunto e dell'applicazione della ritenuta di acconto della tariffa incentivante per la produzione di energia fotovoltaica di cui all'art. 7, comma 2, del d.lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003.

**Risoluzione n. 13/E del 20/01/2009:** istanza di interpello – Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 – Gestore dei Servizi Elettrici, SPA –Dpr 26 ottobre 1972, n. 633 e Dpr 22 dicembre 1986, n. 917.

**Risoluzione n. 20/E del 27/01/2009:** interpello - Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 - ALFA – art.9 , DM 2 febbraio 2007.

**Risoluzione n. 3/2008:** accertamento delle centrali elettriche a pannelli fotovoltaici.

**Guida al nuovo Conto Energia, ed. 3 - marzo 2009.**

**Guida agli interventi validi ai fini del riconoscimento dell'integrazione architettonica del fotovoltaico.**

**Regole tecniche sulla disciplina dello scambio sul posto, ed. 1.**

**Estratto della risoluzione della Agenzia delle Entrate:** “trattamento fiscale del contributo in conto scambio di cui alla delibera AEEG n.74/2008”.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

### 3. IMPIANTI ELETTRICI DA INSTALLARE

Gli impianti oggetto della presente relazione sono destinati alla realizzazione di un impianto fotovoltaico avente potenza pari a 996,165kWp.

Tale impianto sarà connesso direttamente alla rete in media tensione dell'azienda di distribuzione elettrica di zona.

Oltre alla installazione del generatore fotovoltaico, reso disponibile dalla committenza, gli impianti comprendono anche la realizzazione del sistema di distribuzione e di interfaccia con gli impianti elettrici ausiliari al servizio del campo fotovoltaico.

Nello specifico si provvederà alla realizzazione di n° 2 cabine elettriche, come indicato sugli elaborati grafici di progetto allegati.

La prima cabina sarà al convogliamento della corrente alternata, già trasformata proveniente dal campo fotovoltaico.

Tale cabina sarà adibita alla trasformazione dell'energia elettrica da BT ad MT, mentre la seconda verrà utilizzata per il collegamento dell'impianto fotovoltaico alla rete di distribuzione in Media Tensione dell'ente distributore secondo le prescrizioni delle norme tecniche e di legge vigenti.

### 4. SISTEMA ALIMENTAZIONE E DISTRIBUZIONE PRINCIPALE ENERGIA ELETTRICA MT

#### 4.1 CABINA DI TRASFORMAZIONE

La cabina di trasformazione in questione è composta da un unico locale:

- LOCALE TRASFORMAZIONE;

All'interno del locale adibito a TRASFORMAZIONE, verranno installati tutti i dispositivi necessari al corretto funzionamento dell'intero campo fotovoltaico.

In particolare si installeranno:

- n° 1 quadro fotovoltaico ( installazione sezionamento stringhe e parallelo inverter);
- n° 1 quadro impianti ausiliari ( impianti ausiliari campo fotovoltaico, servizi di cabina);
- n° 1 trasformatore MT/BT – P=1250kVA – 400/15000V Basse perdite;
- n° 1 cella di protezione trasformatore;
- n° 1 cella partenza linea MT;

#### 4.2 CABINA DI RICEVIMENTO

La cabina in questione è suddivisa in 3 scomparti distinti:

- LOCALE ENEL;
- LOCALE MISURE;
- LOCALE UTENTE;

All'interno del locale UTENTE, verranno installati tutti i dispositivi necessari al corretto funzionamento dell'intero campo fotovoltaico.

In particolare si installeranno:

- n° 1 cella di protezione dispositivo generale;
- n° 1 cella arrivo linea MT;



Gli impianti da installare entro locale tecnici considerati come carico di incendio “ambienti ordinari”.

In generale, il personale presente che può accedere agli impianti in oggetto, è a conoscenza dei pericoli derivanti dal lavoro sugli impianti in tensione, e sono addestrati per tale lavoro.

Pertanto nell'installazione degli impianti si dovranno considerare le varie prescrizioni previste per gli impianti elettrici in questi luoghi.

## Caratteristiche cella MT

Cella di m.t. 24kv per partenza e protezione trasformatore con interruttore SF6 tipo nr-nvb/e. Armadio con struttura in lamiera, grado di protezione IP3X sull'involucro metallico.

### Caratteristiche tecniche cella MT:

- tensione nominale = 24 kV;
- tensione di esercizio = 15 kV;
- corrente nominale di picco = 31,5 kA picco;
- corrente nominale sbarre principali = 630 A;
- corrente di breve durata = 12,5 kA eff.-1s;
- frequenza = 50 Hz;
- tensione ausiliarie per protezioni, controllo e segnalazione = 220Vac
- temperatura ambiente max = 40°C;
- temperatura ambiente min = -5 °C ;
- grado di protezione IP4X;
- verniciatura RAL 7030
- ingressi: dal basso
- uscite: dal basso
- sviluppo: da sinistra a destra
- altitudine = <1000m
- umidità = valore medio nelle 24h <95%
- ambiente: normale non inquinato

## Scomparto Arrivo/Risalita Tipo Nr L=375mm

### Apparecchiature:

- n.1 Indicatori presenza tensione

## Scomparto Arrivo/Partenza Con Interruttore Tipo Nvb/E L=750mm

- n.1 Interruttore di manovra sezionatore isolato in SF6 24kV 630A con blocchi chiave
- n.1 Interruttore in vuoto 24kV 12.5kA 630A completo di : bobina di apertura, 5 contatti ausiliari, blocco a chiave in aperto, contamanovre
- n.2 TA toroidale per NA16 150/1A 1VA Cl.5P10
- n.1 Relè di protezione THYTRONIC a CEI 0-16 con data logger per funzioni 50-51-51N completo di toroide 100/1A 0,5VA Cl.5P20
- n.1 Indicatori di presenza tensione
- n.1 Cassonetto BT L=750mm
- n.1 Interruttore modulare bipolare fino a 25A

## Box Per Alloggio Trafo

- Box contenimento trasformatore tipo EE3RAFBA H=1240mm completo di porta incernierata con blocco a chiave.

## Trasformatore bt/mt

Il presente documento descrive in termini generali, le caratteristiche tecnico - costruttive che sono richieste per i trasformatori trifase con avvolgimenti primari inglobati in resina epossidica, e contestualmente specifica le condizioni ambientali in cui questo tipo di macchine elettriche statiche dovranno operare.

### Caratteristiche Ambientali

L'installazione è prevista in ambiente interno (coperto), ed al riparo della luce solare diretta, con normale atmosfera industriale e alle sotto indicate condizioni climatiche:

Minima temperatura prevista per l'ambiente di installazione: -25°C

Minima temperatura prevista per il trasporto e lo stoccaggio: -25°C

Massima temperatura prevista : 40°C  
(se non richiesta diversamente dal cliente )

Valore di umidità relativa massima: 100%

### Normative Di Riferimento

I trasformatori dovranno essere completamente rispondenti alle prescrizioni stabilite dalle seguenti normative nazionali ed internazionali:

- D.P.R.547 del 12/04/55 e successive integrazioni;
- IEC 60726 (CEI 14-8):
  - Trasformatori di potenza a secco;
- IEC 60076-11 (2004):
  - Trasformatori di potenza a secco;
- IEC 60076 (CEI 14-4):
  - Trasformatori di potenza;
- IEC 60270 (CEI 42-3):
  - Misure delle scariche parziali;
- IEC 60551 (CEI 14-9):
  - Determinazione del livello di rumore di trasformatori e reattori;
- HD 538.1 S1 (1992) (CEI 14-12):
  - Trasformatori del tipo a secco ed inglobati in resina con isolamento fino alla classe 36KV;
- IEC 60529 Grado di protezione delle custodie metalliche (codice IP..):

Le tolleranze ammesse sui valori garantiti sono intese quelle previste dalle normative sopramenzionate.

### CARATTERISTICHE DELLA RESINA

La resina impiegata per inglobare gli avvolgimenti di media tensione, sarà del tipo epossidico caricata con silice (quarzo) ed allumina triidrata; trattata in autoclave sotto vuoto, al fine di ottenere una totale ed ottimale degasificazione.

Il composto epossidico dovrà essere caratterizzato da ottime proprietà dielettriche e meccaniche in modo da poter resistere alle varie sollecitazioni, alle quali sarà sottoposto nel corso della vita il trasformatore.

La classe di isolamento termico dovrà essere rispondente alla classe F, certificata dal fornitore mediante autocertificazione, e supportata da prove di invecchiamento che dimostrino ampi margini su quanto previsto dalle normative di prova.

Il sistema epossidico di inglobamento, dovrà avere una totale assenza di igroscopicità ed essere autoestinguente; sarà

inoltre caratterizzato da un coefficiente di dilatazione molto simile a quello del conduttore, in modo da contenere al massimo i rischi di formazione di crepe o fessurazioni nel caso di violenti sbalzi termici o di carico.

## **CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE**

### **AVVOLGIMENTI MT**

L'avvolgimento di Media Tensione, è eseguito su macchine avvolgitrici altamente automatizzate, è costruito con la tecnica del disco continuo, realizzato in nastro di alluminio, con integrato un doppio strato di materiale isolante. Su questi dischi viene predisposta una rete in fibra di vetro con funzioni di supporto statico all'avvolgimento, al fine di impedire spostamenti dei dischi in alluminio (gallette) durante le varie fasi precedenti l'inserimento nell'impianto di colata. Questo tipo di lavorazione consente di ottenere un'uniformità dello spessore interno ed esterno della resina, secondo definite tolleranze di lavorazione, predefinite in fase di progetto, e a garantire l'uniforme resistenza a sollecitazioni dielettriche, alle quali il trasformatore sarà sottoposto in fase di collaudo o nel corso del suo esercizio sul luogo di installazione.

Sull'avvolgimento primario, dovranno essere previste le prese per la regolazione della tensione primaria pari al valore  $\pm 2 \times 2,5\%$ .

La classe termica dei materiali isolanti impiegati, dovrà corrispondere alla classe F, con le sovratemperatures ammesse dalle norme IEC 60726 (CEI 14.8) ovvero IEC 60076-11.

### **AVVOLGIMENTI BT**

L'avvolgimento di Bassa Tensione, realizzato a mezzo di apposite avvolgitrici, sarà composto da un nastro di alluminio unico, di altezza meccanica pari all'altezza elettrica dell'avvolgimento di MT, con integrato un foglio di materiale isolante che può essere in classe F oppure in classe H. L'avvolgimento siffatto, garantisce all'avvolgimento stesso, una compattezza tale da formare un unico cilindro resistente ad eventuali sforzi assiali e radiali conseguenti a fenomeni di corto circuito.

Tutte le saldature del nastro conduttore con le barre di uscita dovranno essere realizzate mediante saldatura di testa, in modo da evitare qualsiasi codolo di materiale, che possa incidere o danneggiare per sollecitazione ripetuta l'isolante interposto tra capo di uscita e spira successiva.

Tale avvolgimento dovrà essere impregnato con resina epossidica, mediante trattamento sotto vuoto, in modo da conferire la necessaria compattezza ed omogeneità, oltre che evitare l'assorbimento di umidità nel corso della vita della macchina, in qualsiasi ambiente la stessa si trovi ad operare, compresi quelli ad elevato valore di umidità quali ad esempio ambienti tropicali o marini. Questo trattamento consente di rispondere alla classificazione del sistema a livello F1 secondo le norme IEC 60726 (CEI 14.8) ovvero IEC 60076-11.

## **NUCLEO MAGNETICO**

Il nucleo magnetico viene prodotto presso subfornitori che dovranno essere selezionati, qualificati e periodicamente monitorati nel tempo mediante procedure predisposte nel Sistema di Gestione per la Qualità.

Mediante opportuni accorgimenti costruttivi, il nucleo magnetico è dotato di collegamento equipotenziale disconnettibile tra la struttura metallica (armature e carrello) e il pacco di lamierino magnetico.

Al fine di garantire la piena conformità tra le richieste di fornitura ed il prodotto, saranno impartite Istruzioni Operative e Procedure in merito a lavorazioni particolari di alcuni componenti del nucleo (armature, carrelli, ecc).

## SUPPORTI E CONNESSIONI DEGLI AVVOLGIMENTI

I supporti isolanti degli avvolgimenti, dovranno essere tali da garantire una sufficiente linea di fuga superficiale.

La connessione a triangolo tra gli avvolgimenti MT, sarà realizzata in conduttore rigido al fine di conservare nel tempo la sua forma, e isolato in superficie al fine di contenere le distanze di isolamento, a vantaggio di un minore ingombro.

Le connessioni MT saranno in perno di ottone, preferibilmente M12, già predisposte di dadi e rondella in ottone per la connessione al capicorda del cavo di media tensione.

Le connessioni BT saranno piatto di alluminio forato, poste in alto, e dal lato opposto a quelle di M.T..

## SISTEMA DI PROTEZIONE

Tutti i trasformatori dovranno essere protetti contro eventuali rischi di sovratemperatura conseguenti a fenomeni prolungati di sovraccarico o cattiva aerazione dei locali di installazione, mediante una terna di termoresistenze al platino PT 100 Ohm (una per ciascuna colonna di BT) e una apparecchiatura di controllo con visualizzazione della temperatura fornita come parte staccata da installare sul quadro elettrico.

Mediante tale apparecchiatura, sarà possibile programmare i due valori di temperatura, corrispondenti al livello di allarme e di sgancio predefiniti dal costruttore del trasformatore, in funzione della classe termica dei materiali isolanti impiegati nella costruzione.

Tutti i trasformatori esposti a fenomeni di sovratensione di breve durata, ossia: quando sono alimentati direttamente da linee aeree; oppure quando non si ha certezza sulla difesa dalle sovratensioni provenienti dalla rete MT di alimentazione; devono essere protetti da queste, attraverso l'installazione di una terna di scaricatori, collegati direttamente ai terminali di linea del trasformatore.

## ACCESSORI

Ciascuna macchina dovrà essere poi equipaggiata con i seguenti ulteriori accessori:

- Attacchi media tensione su isolatore fisso solidale con alla colonna MT;
- Attacchi di bassa tensione in piatto di alluminio;
- Attacchi per la traslazione orizzontale e golfari di sollevamento;
- Morsettiera cambio tensione per la regolazione della tensione primaria del  $\pm 2 \times 2,5\%$  da effettuarsi con trasformatore disinserito;
- Ruote di scorrimento orientabili di  $90^\circ$ ;
- Due attacchi di messa a terra;
- Targa caratteristiche a Norme CEI;
- Dispositivi di rilevazione della temperatura (termosonde) come descritto in corrispondenza del relativo paragrafo.

## CARATTERISTICHE TECNICHE

In merito alle ulteriori caratteristiche tecniche che definiscono i trasformatori, fare riferimento alla scheda tecnica allegata (Allegato –A- ).

## CLASSI DI SERVIZIO ECCEZIONALI

Salvo diversa prescrizione indicata sulla scheda tecnica, i trasformatori dovranno essere costruiti con composto epossidico caricato con allumina triidrata ed appartenere alla classe di comportamento al fuoco F1 .

A tal proposito il costruttore dovrà allegare alla sua offerta i risultati delle prove effettuate presso laboratori ufficiali attestanti l'avvenuto superamento delle prove previste dalla Norma CEI 14-8 e CENELEC 464 S1 / A3 1992, sul complesso bobina MT bobina BT montate su un simulacro di colonna nucleo.

L'appartenenza dei trasformatori a tale classe di comportamento al fuoco, dovrà inoltre essere stampigliata sulla targa come prescritto dalla Norma citata.

## PROVE E COLLAUDI

Tutte le macchine prodotte per essere immesse sul mercato, devono superare con esito positivo le prove di accettazione, e quello di tipo eventualmente previste.

Sia la società committente che l'eventuale cliente finale, si riservano il diritto di partecipare ai collaudi presso la sala prova del fornitore, e di poter procedere, previo avviso, a visite ispettive prima e nel corso dell'esecuzione della commessa.

Tutte le prove dovranno essere eseguite in piena conformità alle normative vigenti e specificatamente IEC 60726 (CEI 14.8) ovvero IEC 60076-11.

## CONTROLLI DI FABBRICAZIONE

I trasformatori dovranno essere fabbricati seguendo un Sistema di Gestione per la Qualità conforme alla normativa UNI EN ISO 9001:2000.

La società di costruttrice dovrà avere certificazione del proprio sistema di qualità rilasciato da primario ente qualificante

## PROTEZIONI AGGIUNTIVE

I trasformatori in resina devono essere protetti contro il sovraccarico e il cortocircuito tramite appositi organi di protezione sia sul lato di media tensione che su quello di bassa tensione. La scelta degli organi di protezione dipende dalle prestazioni del trasformatore (potenza, tensione primaria, secondaria ecc. ecc.) e dalle prestazioni/coordinamenti richiesti dall'impianto in cui è installato il trasformatore.

Tuttavia per le condizioni anomale di esercizio che si possono verificare durante la vita di esercizio del trasformatore quali: transitori di tensione, scariche atmosferiche, sovratensioni e quanto altro legato alla architettura impiantistica della rete elettrica di media tensione è consigliabile l'uso di opportuni scaricatori di tensione. L'impiego di detti organi aumenta l'affidabilità di esercizio dei trasformatori proteggendoli dalla maggior parte delle cause di fuori servizio imputabili ad eventi esterni.

## RIFASAMENTO DEGLI IMPIANTI

Per ovviare ad eventuale basso fattore di potenza  $C (\cos \phi)$  dell'impianto, si deve procedere ad un adeguato rifasamento.

Il calcolo della potenza in kVA delle batterie di condensatori necessari deve essere fatto tenendo presenti:

1. la potenza assorbita;
2. il fattore di potenza  $(\cos \phi)$  contrattuale di 0,9 (provvedimento CIP);
3. l'orario di lavoro e di inserimento dei vari carichi.

L'installazione del complesso di rifasamento deve essere fatta in osservanza alle Norme CEI EN 60831-1, al D.Lgs. 19 settembre 1994, n. 626, al D.L. 19 marzo 1996, n. 242 ed al D.L. 14 agosto 1996, n. 493, e ad altre eventuali prescrizioni in vigore.

Devono essere installate le seguenti protezioni:

1. protezione contro i sovraccarichi e cortocircuiti;
2. protezione contro i contatti indiretti;
3. protezione dell'operatore da scariche residue a mezzo di apposite resistenze di scarica.

Sarà oggetto di accordi particolari l'ubicazione delle batterie di rifasamento e l'eventuale adozione di un sistema di inserimento automatico.

## IMPIANTO ELETTRICO CABINA MT/BT

### Linee di bassa tensione.

Saranno in cavi isolati, sotto guaina; questi potranno essere installati in vista (introdotti o non in tubazioni rigide) ovvero in cunicoli od in tubazioni incassate. Preferibilmente, dal trasformatore sarà raggiunto verticalmente un cunicolo a pavimento, per collegarsi al quadro di controllo, misura e manovra.

**Quadro di bassa tensione, di comando, di controllo e di parallelo.**

Detto quadro troverà posto nella cabina, fuori dalla zona di media tensione. Per ogni trasformatore, all'uscita in B.T. sarà disposto un interruttore automatico quadripolare e gruppo di misura dei principali parametri elettrici.

**Illuminazione.**

La cabina sarà completata da un impianto di illuminazione e, per riserva, sarà corredata di impianto di illuminazione di emergenza costituito da apparecchi illuminanti autoalimentati con batterie al Nichel Cadmio aventi autonomia non inferiore a 1 ora con tempo di ricarica non superiore a 12 ore. Tutti gli apparecchi illuminanti di illuminazione ordinaria e di emergenza saranno del tipo stagno con installazione a parete/soffitto. L'illuminamento medio richiesto dalla norma UNI 120464-1 per l'illuminazione ordinaria dovrà essere non inferiore a 200lux e per quanto riguarda l'illuminazione di emergenza, sulle vie di esodo, dovranno essere garantiti 5lux



### **Forza motrice**

La cabina sarà completa di un impianto forza motrice costituito da prese di servizio del tipo unel bivalenti 10/16A di servizio. All'esterno di entrambe le cabine elettriche saranno installati pulsanti di sgancio di emergenza illuminati, con vetro a rompere, a lancio di corrente che consentirà di togliere tensione all'impianto fotovoltaico.

## 5. DISTRIBUZIONE PRINCIPALE ENERGIA ELETTRICA B.T.

Gli impianti ausiliari a servizio dell'intero impianto fotovoltaico saranno alimentati direttamente da una fornitura dedicata avente le seguenti caratteristiche  $P=10,0\text{kW}$  –  $V=400\text{V}$

Tutti i circuiti di servizio saranno derivati dal quadro ausiliari ubicato all'interno del locale UTENTE.

### 5.1. Sistema elettrico di B.T. e protezioni

Sul lato di B.T. il sistema di messa a terra è di tipo TN cioè con centro stella collegato all'impianto di terra unico per l'intero sistema di generazione.

La distribuzione è di tipo TN-S cioè a cinque fili con conduttore di terra e neutro distribuito separatamente.

La protezione contro le sovracorrenti delle singole linee sono realizzate con interruttori automatici magnetotermici installati sui quadri elettrici.

La protezione contro i contatti diretti è ottenuta attraverso totale isolamento delle parti attive per quanto riguarda i cavi e i componenti di classe II, mentre per le parti attive delle varie apparecchiature la protezione è ottenuta con involucri barriere ostacoli e contenitori per le apparecchiature.

In generale la protezione contro i contatti indiretti sugli impianti, derivati dai quadri elettrici principali è ottenuta mediante interruzione automatica del circuito utilizzando dispositivi automatici contro le sovracorrenti (interuttori automatici). Per garantire questa protezione le caratteristiche dei dispositivi di protezione (interuttori automatici magnetotermici) e le impedenze dei circuiti sono tali che in presenza di un guasto di impedenza trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase e un conduttore di protezione o una massa, l'interruzione dell'alimentazione avvenga entro un tempo di seguito specificato, soddisfacendo la seguente condizione definita dalle norme :

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

Dove:

$Z_s$  è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente di alimentazione, cioè il trasformatore, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente.

$I_a$  è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro i tempi di seguito riportati in funzione di  $U_0$  per i circuiti terminali oppure entro un tempo convenzionale non superiore a 5 secondi per i circuiti di distribuzione .

$U_0$  è la tensione nominale in corrente alternata valore efficace tra fase e terra. Nel nostro caso 230V

Come definito dalle norme CEI, i tempi massimi di interruzione sopra riportati, soddisfano l'esigenza di limitare o eliminare eventuali effetti fisiologici dannosi per persone che in contatto con parti conduttrici in tensione, conseguenti ad un guasto verso massa nel circuito o componente elettrico interessato, sono sottoposti da una tensione di contatto limite convenzionale UL superiore a 50 V in corrente alterna e 120V in corrente continua .

Per i circuiti di distribuzione il tempo di intervento massimo delle protezioni è pari a 5 s

Tutte le linee in partenza saranno protette contro le sovracorrenti e contro i guasti a terra con protezione differenziale di tipo indiretto a due soglie (allarme e scatto). La soluzione adottata delle protezioni differenziali di tipo indiretto permette una selettività di protezione con le protezioni a valle e permette, al fine di garantire il più possibile l'esigenza di continuità d'esercizio, la loro esclusione fino all'eliminazione del guasto che provoca l'intervento.

La prima soglia (allarme) delle protezioni differenziali saranno riportate in morsettiera.

## 6. IMPIANTO DI TERRA GENERALE

### 6.1. Descrizione impianto da realizzare

Il complesso impiantistico in oggetto sarà dotato di un sistema per la messa a terra generale degli impianti e delle strutture.

L'impianto ha le seguenti funzioni:

- messa terra di protezione di tutte le masse metalliche delle apparecchiature in bassa e media tensione della centrale elettrica, del complesso;
- messa a terra dei poli delle prese di corrente installate nell'intero fabbricato tecnologici ;
- messa a terra delle masse metalliche delle strutture dell'impianto fotovoltaico e delle strutture delle varie parti di impianti.

Il sistema generale di terra del complesso sarà un sistema di dispersione unico costituito da:

- un certo numero di dispersori di corrente in prossimità del fabbricato cabina di trasformazione, infissi verticalmente nel terreno e dotati ciascuno di targa indicatrice, morsetto di sezionamento individuale, e pozzetto di ispezione.
- un anello di intercollegamento fra tutte le strutture di sostegno dell'impianto fotovoltaico e i vari dispersori di corrente del fabbricato cabina di trasformazione e degli altri eventuali impianti, realizzato con la posa di un cavo in rame nudo direttamente interrato.
- un certo numero di connessioni di continuità ai ferri dei plinti di fondazione dell'edificio cabina di trasformazione ed agli altri elementi strutturali.

Tutti gli impianti di protezione interni al complesso si devono attestare al collettore di cabina denominato C-CAB installato all'interno del locale UTENTE. Le connessioni sull'impianto di protezione dovranno essere eseguite con morsetti a pressione applicati con pinze oleodinamiche e protette con nastro isolante.

In generale per il collegamento a terra delle grosse utenze si utilizza il collettore di protezione comune posato ad anello entro le canaline portacavi, dal quale ci si deriverà con un cavo unipolare isolato in PVC tipo N07V-K di sezione adeguata.

L'impianto di terra della nuova cabina di trasformazione sarà fisicamente connesso all'impianto esterno delle strutture impianto fotovoltaico tramite conduttore in corda di rame nuda di sezione 35mm<sup>2</sup>.

#### 6.1.2 PROTEZIONI ELETTRICHE GENERALI MT

La realizzazione delle protezioni sarà realizzato seguendo le prescrizioni previste dal documento CEI 0-16 "CRITERI DI ALLACCIAMENTO ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE ".

La nuova connessione prevede la realizzazione del quadro elettrico generale di Media Tensione della cabina di ricezione energia elettrica "Cabina – ricezione". Il nuovo quadro sarà completo di scomparto con interruttore generale (DG) e protezioni elettriche generali (PG) per il comando dell'interruttore generale e in grado di disinserire e reinserire il trasformatore in caso di mancanza rete necessario per limitare la corrente di inserzione.

Le protezioni di massima corrente e di massima corrente omopolare e le protezione direzionale di terra saranno dichiarate conforme alla CEI 0-16.

## 7. DATI DI PROGETTO SISTEMA DI PRODUZIONE

Il sistema di produzione elettrica da generatore fotovoltaico avrà le seguenti caratteristiche tecniche e di installazione.

### 7.1. Caratteristiche fisiche del sito

ORIENTAMENTO PLANARITA'	<u>SUD (+0°)</u>
INCLINAZIONE STRUTTURA	superficie resa piana
PORTANTE SUPERFICIE	<u>30° da orizzontale</u>
PORTANTE	struttura in acciaio zincato a caldo su palo a conficcamento

#### Luogo di installazione

ALTITUDINE < 1000 M  
TEMPERATURE MIN/MAX ESTERNE -10°C/+40°C  
RESISTIVITA' DEL TERRENO <200  $\Omega$ /m  
GRADI DI PROTEZIONE INVOLUCRI IP65/66 esterno – IP 40/20 LOCALI INTERNI  
AMBIENTI PARTICOLARI nessuno

### 7.2. Caratteristiche del sistema generatore fotovoltaico

TIPO GENERATORE	campo fotovoltaico
TIPO DI MODULI	celle silicio policristallino
POTENZA UNIT. MODULO	235Wp nominali UNI
POTENZA NOMINALE IMPIANTO	996,165 kWp nominali
SISTEMA DI CONVERSIONE	Inverters statici installati sulle strutture di sostegno
SISTEMA PROTEZIONE	Scaricatori sovratensione

### 7.3. Caratteristiche del sistema elettrico a cui intercollegare il generatore

SISTEMA ELETTRICO	sistema TN-S
TENSIONE NOMINALE ALIMENTAZIONE	15KV
FREQUENZA	50 Hz
POTENZA ELETTRICA IMPEGNATA	1.000 kW

## 8. DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

### 8.1. Tipo di luogo

La zona di installazione corrisponde ad un'area di smaltimento dei rifiuti urbani presso discarica intercomunale nel comune di Novellara (RE), in Via Levata, 64.

### 8.2. Classificazione degli ambienti

Gli ambienti oggetto della presente classificazione si possono riassumere in due tipologie e precisamente:

A – Aree esterne

B – Aree destinate ad apparati tecnologici

La normativa CEI impone diversi tipi di impianti rispetto alla destinazione d'uso degli impianti, nel caso in questione si eseguirà una classificazione sui tipi di ambienti presenti nell'edificio:

	DESTINAZIONE	AREA	TIPO DI IMPIANTO	NORMA
A	AREE ESTERNE	Piano di campagna	Impiantistica con adeguate protezioni	CEI-EN 60079-10
B	CABINE MT – BT/MT	Piano terreno	Impiantistica con adeguate protezioni	CEI -64-8

### 8.3. Informazioni per il Datore di lavoro

Si evidenzia che ai sensi del Titolo XI del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, il datore di lavoro ha i seguenti obblighi in presenza di zone con pericolo d'esplosione:

- adottare tutte le misure tecniche e organizzative del caso ai fini della prevenzione e protezione contro le esplosioni;
- effettuare un'attenta valutazione dei rischi specifici derivanti da atmosfere esplosive, da allegare alla valutazione dei rischi generica eseguita secondo l'art. 17 comma a) del D.Lgs. 81/08. Deve in particolare valutare:
  - a) probabilità e durata della presenza di atmosfere esplosive;
  - b) probabilità che le fonti di accensione, non solo di natura elettrica e comprese le scariche elettrostatiche, siano presenti e divengano attive ed efficaci;
  - c) caratteristiche dell'impianto, sostanze utilizzate, processi e loro possibili interazioni;
  - d) entità degli effetti prevedibili.
- effettuare la classificazione delle zone con pericolo d'esplosione (obbligo evaso con la presente relazione);
- applicare alle attrezzature ed ai luoghi di lavoro le prescrizioni di sicurezza previste dall'Allegato L al D.Lgs. 81/08;
- segnalare i punti di accesso alle aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive con segnaletica conforme all'Allegato LI al D.Lgs. 81/08



- predisporre il documento sulla protezione contro le esplosioni;
- in presenza di più imprese, coordinare l'attività ai fini della sicurezza;
- denunciare all'Asl gli impianti elettrici nelle zone 0 e 1 per la presenza di gas, vapori o nebbie infiammabili e nelle zone 20 e 21 per la presenza di polveri combustibili;
- far effettuare, ogni due anni, la verifica degli impianti elettrici in tali zone da parte dell'Asl o di Organismo abilitati da parte del Ministero delle attività produttive.



### 8.3. Ambienti soggetti a normativa specifica

Fabbricati tecnologici, specifiche tecniche relative alle cabine di trasformazione MT/BT e apparati con condensatori di potenza.

## 9. CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE

L'impianto fotovoltaico oggetto della seguente progettazione sarà suddiviso in due sottocampi.

Parte dell'impianto sarà realizzato in esecuzione fissa cioè senza parti in movimento direttamente e rigidamente ancorato al terreno a mezzo di traversine di sostegno. Si è deciso di adottare questa soluzione in quanto la natura instabile del piano di posa dei moduli fotovoltaici, non consente l'installazione di strutture a conficcamento nel terreno. Questo tipo di soluzione è tra tutte dal punto di vista installativo la più semplice con il vantaggio non trascurabile, per un impianto che deve avere una vita media dell'ordine dei 20-25 anni

Il sistema inoltre costituisce una naturale gabbia di Faraday, garantendo una perfetta messa a terra dell'impianto FV. La struttura di sostegno verrà installata con un angolo di Azimut pari a 0° SUD ed un angolo di Tilt pari a 30° rispetto all'orizzonte.

La potenza totale installata su struttura fissa è pari a 947,52kWp.

La seconda parte dell'impianto sarà realizzata in esecuzione mobile con inseguitore solare modulare monoasse con inclinazione 60°/30°/60° predisposto per 8 pannelli fotovoltaici (dimensioni medie 830x1660 mm ) sovrapposti e movimentati mediante attuatore lineare completo di dispositivo elettronico a inseguimento solare di tipo analogico e relativo quadro elettrico.

Il sistema di inseguimento solare di tipo mono-assiale. Tale soluzione installativa consente di raggiungere il miglior compromesso tra:

- Costo della macchina elettromeccanica inseguitrice;
- Potenza fotovoltaica di picco installabile per ogni macchina;
- Produzione energia in surplus rispetto ad un sistema fisso;
- Spazio complessivamente occupato (comprese ombre tra una macchina e un'altra);
- Affidabilità del sistema rispetto ad un sistema ad inseguimento biassiale;
- Facilità di stoccaggio, posizionamento e montaggio;
- Modularità del sistema;
- Peso ridotto rispetto ai monotrave e peso distribuito, volendo non necessita di zavorra ma possono essere fissati a tetto piano tramite staffe;
- Minore impatto ambientale
- Completamente riciclabile

La rimanente potenza verrà installata su struttura ad inseguimento monoassiale con un angolo di Tilt pari a 30° rispetto all'orizzonte.

La potenza totale installata su struttura fissa è pari a 48,645kWp.

### 9.1 Quadri elettrici – Cassette di campo (stringa)

Le singole stringhe, composte da n° 21..23 moduli al silicio policristallino, saranno convogliate alle cassette di campo, come indicato sulle tavole grafiche allegate.

Più precisamente ogni cassetta di campo gestirà un massimo di 4 singole stringhe.

La trasformazione da corrente continua a corrente alternata avverrà direttamente in campo.

## 9.2. Tubazioni canalizzazioni e passaggi impianto

### Descrizione sommaria dei componenti da installare

Le linee elettriche posate all'interno dell'area oggetto dei lavori saranno realizzate sostanzialmente secondo due modalità:

IMPIANTI REALIZZATI IN ESTERNO (FABBRICATO CABINA TRASFORMAZIONE) – tubazioni adatte a posa in esterno di tipo in materiale isolante autoestinguente adatte per posa all'esterno a vista sulle pareti.

IMPIANTI INTERRATI (LINEE IMPIANTO FOTOVOLTAICO E LINEE BT IMPIANTI AUSILIARI) – tubazioni adatte a posa interrata di tipo in materiale isolante liscio e corrugato

### Conduttori posati in tubazioni di tipo rigido in materiale plastico

Le tubazioni rigide in materiale plastico sono adatte a posa su strutture di materiale incombustibile, con portanze tali da supportare il peso delle tubazioni e dei conduttori posati al loro interno. Devono seguire il più possibile percorsi adatti a raccordarsi alle parti terminali di impianto ed alle altre tubazioni o cassette di derivazione e ove occorranza cambi di direzione devono essere installati accessori atti a garantire la stabilità del fissaggio.

Tutte le parti che si raccordano ad altri componenti devono essere dotate di accessori adatti allo scopo (pressacavi, raccordi tubo-cassetta etc.). Tutte le tubazioni devono essere del tipo pesante e con resistenza agli urti di valore adeguato al locale di installazione. In seguito alla posa esterna, al loro interno possono essere posati solamente cavi isolati con guaina esterna di protezione adatti per la posa esterna. Il grado di protezione della tubazione posata finito deve rispettare le classificazioni specifiche per l'ambiente di posa.

### Guaine di tipo flessibile in materiale plastico

Le guaine flessibili in materiale plastico sono adatte a posa esterna su pareti e soffitti, con portanze tali da supportare il peso delle tubazioni e dei conduttori posati al loro interno.

Devono seguire il più possibile percorsi adatti a raccordarsi alle parti terminali di impianto ed alle altre tubazioni o cassette di derivazione e ove occorranza cambi di direzione devono essere installati accessori atti a garantire la stabilità del fissaggio.

Tutte le parti che si raccordano ad altri componenti devono essere dotate di accessori adatti allo scopo (pressacavi, raccordi tubo-cassetta etc.).

## 9.3. Conduttori

### Descrizione sommaria dei componenti installati

Le linee elettriche saranno realizzate con conduttori adatti a tutte le pose realizzate negli ambienti in cui saranno impiegati e precisamente:

IMPIANTI ESTERNI ED INTERNI AL VOLUME FABBRICATO – conduttori multipolari in rame stagnato con isolamento e guaina protettiva tipo FG7OR 0,6/1kV completi di conduttore di terra giallo verde ove necessario

### Conduttori posati in tubazioni portacavi in materiale plastico, in passerella portacavi metallica o in cunicolo

I conduttori che saranno posati al loro interno si riconducono a conduttori unipolari con isolamento semplice e con guaina esterna isolante di protezione.

Conduttori ammessi per il tipo di posa:

1. solare unipolare antiradiazione UV (ultravioletta);
2. FG7R unipolare U0/U 0,6/1kV;
3. FG7OR multipolare U0/U 0,6/1kV;
4. FTG10OM1 multipolare U0/U 0,6/1kV;
5. RG7H1R unipolare U0/U 12/20kV Il grado di protezione delle tubazioni posate devono rispettare le classificazioni specifiche per i conduttori da installare e per l'ambiente di posa.

#### 9.4. Apparecchiature di comando e protezione

Le apparecchiature da installare all'interno dei quadri elettrici saranno a seconda dei casi, di tipo modulare per installazione su barra DIN e/o del tipo in scatola isolante, le portate delle apparecchiature. I poteri di interruzione, i comandi e le portate funzionali delle stesse sono coordinati con le linee da installare.

Negli ambienti soggetti a normativa specifica si adotteranno tutti gli accorgimenti atti a garantire il rispetto normativo specifico e le prescrizioni in materia di sicurezza e protezione.

#### 9.5. Distribuzione elettrica

Tutte le linee elettriche saranno distribuite a tutti i carichi elettrici disposti nell'area oggetto dei lavori e dove indicato nelle tavole planimetriche.

Tutte le linee elettriche devono risultare protette dai contatti indiretti tramite interruttore dedicato, di tipo magnetotermico differenziale.

Tutte le linee principali, e quelle dedicate a servizio del lato continuo che quelle dal lato alternata, saranno protette da interruttore magnetotermico differenziale, dovranno essere derivate esclusivamente dal quadro denominato QFV.

Non sono ammesse protezioni in cascata posizionate localmente al carico ad eccezione di protezione realizzate ai fini della sicurezza degli operatori.

Tutte le linee saranno complete di conduttore di protezione che sarà quindi collegato alla barra equipotenziale.

#### 9.7. Sistema monitoraggio impianto

Verrà realizzato un impianto di monitoraggio dei parametri dell'intero campo fotovoltaico, con il quale sarà possibile acquisire parametri relativi alla produzione dei moduli fotovoltaici, stato dell'inverter ecc..

La comunicazione tra il sistema di monitoraggio, DATA LOGGER e gli apparecchi in campo, verrà realizzata su protocollo TCP/IP.

Tramite lo stesso protocollo è inoltre possibile visualizzare i parametri dell'impianto anche da postazione remota. Ogni inverter ha integrato un suo datalogger / webserver che invia i dati dell'inverter ad un'istanza superiore per le analisi dell'impianto complessivo.

Il portale consente il monitoraggio di ogni impianto tramite la visualizzazione di tutti i parametri importanti e la loro rappresentazione basata sul giorno, mese, anno oppure il periodo d'esercizio totale dell'impianto. Oltre agli eventuali messaggi di allarme provenienti dagli inverter intervengono complessi algoritmi di controllo. Allarmi e reportistica vengono comunicati in via telematica tramite sms oppure e-mail.

#### 9.6. Impianto illuminazione esterna

L'impianto di illuminazione esterna non è previsto in questa fase della progettazione.

La realizzazione dell'impianto di illuminazione esterna al servizio dell'impianto fotovoltaico dovrà essere conforme a quanto stabilito dalla L.R. dell'Emilia Romagna n° 19/2003 in materia di inquinamento luminoso.

Le lampade destinate ad illuminare le parti perimetrali del campo fotovoltaico dovranno inoltre essere alimentate dal quadro elettrico ausiliari installato all'interno della cabina di trasformazione MT/BT

I componenti impiegati nella realizzazione dell'impianto, nonché le lampade e gli accessori necessari dovranno essere protetti contro la pioggia, l'umidità e la polvere e saranno certificati secondo la L.R. dell' Emilia Romagna n° 19/2003.

## 10. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI PRODUZIONE

### 10.1. Radiazione solare media giornaliera prevista UNI 10349

E' stata eseguita una stima della radiazione media giornaliera sui pannelli, alla latitudine con le caratteristiche di inclinazione ed orientamento del futuro campo fotovoltaico.

### 10.2. Scelta dei moduli fotovoltaici

In base alla dimensione ed alla forma che si vuole ottenere del campo fotovoltaico si è proceduto alla scelta dei pannelli fotovoltaici, si è optato quindi per pannelli, che per dimensione e rendimento ottimizzano la futura realizzazione.

Tabella n.1 – Dati tecnici moduli da installare

Pannelli Fotovoltaici	
Vetro frontale	Vetro temperato
Celle	In Silicio policristallino
Inglobante	EVA (Etilen Vinil Acetato)
Protez. posteriore	Multistrato Tedlar/poliester/Tedalar
Cornice	Lega di alluminio anodizzato
Disposizione cella	60 (6x10)
Pmax	235,00Wp
Vmax sistema	1000,00 V
Efficienza modulo	14,41 %
lunghezza	1638,00 mm
larghezza	995,00 mm
Spessore	50,00 mm

### 10.3. Scelta dei gruppi di conversione (Inverter)

Data la potenza nominale del futuro impianto si sono scelti gruppi di conversione inverter in sistema trifase.

Tabella n.1 – Vedi specifiche tecniche allegate

<i>Indice dei dati in entrata</i>	<i>Indice dei valori</i>
	13K                      20K
Gamma tensione MMP	(420-850) V dc – (480-800) V dc
Tensione max entrata	1000 V dc
Corrente max entrata	30 A – 41 A

<i>Indice dei dati in uscita</i>	<i>Indice dei valori</i>
Potenza nominale in uscita P nom	12,4kWp – 19,2kWp
Tensione di rete nominale	3F+N 400 V
Frequenza nominale	50 Hz
Fattore di potenza	1

<i>Indice dei dati generali</i>	<i>Indice dei valori</i>
Grado di efficienza massimo	98,00% - 98,20%
Raffreddamento	Aria forzata
Grado di protezione	IP 21
Temperatura ambientale ammessa	-25°C / +60°C

### 10.4. Criteri di scelta dei dispositivi di protezione contro i fulmini

L'impianto è auto protetto contro le scariche atmosferiche . Verranno installati scaricatori di sovratensione come ulteriore protezione contro eventuali sovratensioni generate da scariche indirette.

#### Scelta dei dispositivi di protezione

Si sono scelti gruppi di protezione contro le sovratensioni del tipo scaricatore a diodi, di tipo 1 e 2, questa scelta permette di limitare al minimo il periodo di fermo di produzione per intervento delle protezioni, in caso di intervento è necessaria la sostituzione del singolo scaricatore di tipo modulare per ripristinare il funzionamento in sicurezza dell'impianto.

### **Impianto di messa a terra e protezione**

Gli impianti saranno tutti collegati allo stesso impianto di messa a terra.

Il sistema di messa a terra e protezione degli impianti farà capo a una barra in rame denominata in seguito collettore generale di terra o barra equipotenziale, tutte le linee di alimentazione ai vari componenti saranno complete di conduttore di protezione in rame isolato di colore giallo - verde.

I conduttori di protezione potranno essere parti isolate di cavi multipolari a condizione del rispetto della colorazione dell'isolante e delle normative vigenti, tutti i conduttori di protezione faranno capo alla barra equipotenziale fissati con bullonerie atte a garantire la continuità del circuito e la minore resistenza di contatto possibile, dovrà inoltre essere possibile la rimozione di ogni conduttore di protezione dal collettore di terra senza interrompere la continuità elettrica ad altri.

Al collettore di terra dovranno essere collegate anche tutte le masse estranee presenti all'interno dell'area di intervento quali ad esempio le strutture metalliche.

Ogni conduttore collegato alla barra sarà siglato in modo da definirne la destinazione e la eventuale misura di resistenza o per provarne la continuità.

Il collettore di terra sarà quindi collegato mediante minimo due conduttori in rame isolati di colore giallo verde (di sezione adeguata) alla rete di terra esistente entro lo stabilimento.

A fine dei lavori sarà effettuata una misura del valore della resistenza totale di terra, oltre ad una verifica strumentale dei vari collegamenti del sistema equipotenziale.

### **10.5. Interconnessioni con altri impianti**

La connessione alla rete elettrica sarà eseguita sulla rete di MT ENEL seguendo le prescrizioni alla NORMA CEI 0-16 e regolamenti tecnici di connessione ENEL.

### **10.6. Caratteristiche apparecchiatura di protezione**

I dispositivi di protezione saranno installati in appositi quadri in lamiera di acciaio come sopra riportato.

Essi avranno caratteristiche di portata, tensione di isolamento e potere di interruzione adeguate all'impianto.

Gli apparecchi installati saranno di tipo automatico o a fusibili e avranno caratteristiche di protezione magnetotermiche su tutte le linee alternate in uscita dal quadro. Gli interruttori principali a monte delle linee principali in uscita dall'impianto di generazione saranno dotati anche di protezioni differenziale per garantire la protezione contro i contatti indiretti.

Ogni quadro sarà dotato di interruttore generale di arrivo/partenza linea.



## 11. RIEPILOGO DATI ELETTRICI GENERALI E CORRENTI DI CORTO CIRCUITO

### Connessione energia da richiedere

Tensione nominale	15 kV - 3F
Potenza disponibile	1000kW
Potenza di corto circuito	da verificare con azienda distributrice
Corrente di corto circuito trifase	da verificare con azienda distributrice

### Valori elettrici nel punto di connessione impianto fotovoltaico

Tensione nominale	= connessione rete
Sistema elettrico	= connessione rete
Corrente di corto circuito con fornitura da rete	= connessione rete

### Valori impianto fotovoltaico lato AC

Tensione nominale	380 V 3F+N
Potenza nominale	1000 kW (somma secondari inverter)
Corrente nominale	1500 A (somma secondari inverter)

## 12. ELENCO ALLEGATI

- Calcolo di produzione impianto fotovoltaico.

IL PROGETTISTA IMPIANTI

---

Bellini Per. Ind. Simone

## **CALCOLO PRODUZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

## PREMESSA

### *Valenza dell'iniziativa*

Con la realizzazione dell'impianto, denominato "SABAR SPA", si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

### *Attenzione per l'ambiente*

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, 1 088 590.60 kWh, e la perdita di efficienza annuale, 0.90 %, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

#### Risparmio sul combustibile

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]. Questo coefficiente individua le T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Risparmio di combustibile

Risparmio di combustibile in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	203.57
TEP risparmiate in 20 anni	3 741.33

Fonte dati: Delibera EEN 3/08, art. 2

#### Emissioni evitate in atmosfera

Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Emissioni evitate in atmosfera

Emissioni evitate in atmosfera di	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	496.0	0.670	0.523	0.024
Emissioni evitate in un anno [kg]	539 940.94	729.36	569.33	26.13
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	9 923 524.53	13 404.76	10 463.72	480.17

Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL 2007

## ***Normativa di riferimento***

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- alle prescrizioni del gestore della rete;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

L'elenco completo delle norme alla base della progettazione è riportato in Appendice A.

## SITO DI INSTALLAZIONE

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e albedo).

### **Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico**

La descrizione del sito in cui verrà installato l'impianto fotovoltaico è la seguente:  
DISCARICA INTERCOMUNALE

### **Disponibilità della fonte solare**

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "UNI 10349" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di NOVELLARA (RE) avente latitudine 44.8461°, longitudine 10.7311° e altitudine di 24 m.s.l.m.m., i valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono pari a:

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [ kWh/m <sup>2</sup> ]											
Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1.22	2.00	3.39	4.86	6.00	6.75	7.06	5.78	4.36	2.78	1.47	1.11

Fonte dati: UNI 10349

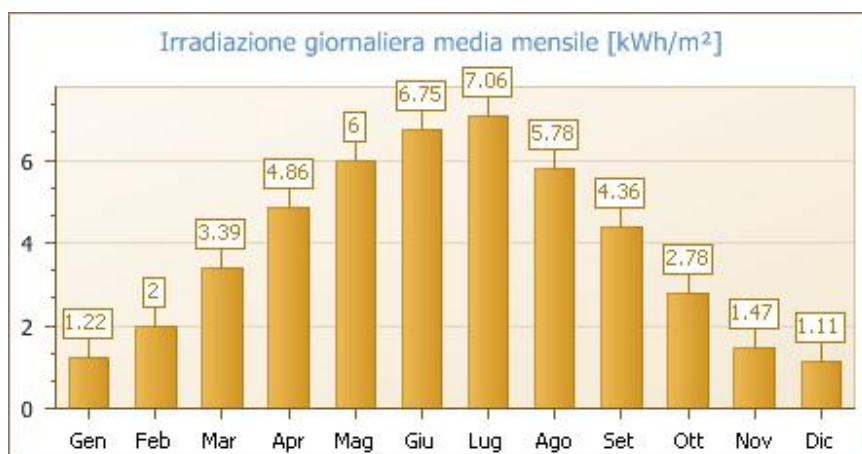


Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [ kWh/m<sup>2</sup>]- Fonte dati: UNI 10349

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **1 426.74 kWh/m<sup>2</sup>** (Fonte dati: UNI 10349).

Non essendoci la disponibilità, per la località sede dell'impianto, di valori diretti si sono stimati gli stessi mediante la procedura della UNI 10349, ovvero, mediante media ponderata rispetto alla latitudine dei valori di irradiazione relativi a due località di riferimento scelte secondo i criteri della vicinanza e dell'appartenenza allo stesso versante geografico.

La località di riferimento N. 1 è REGGIO NELL'EMILIA avente latitudine 44.6994°, longitudine 10.6328° e altitudine di 58 m.s.l.m.m..

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m<sup>2</sup>]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
4.40	7.20	12.20	17.50	21.60	24.30	25.40	20.80	15.70	10.00	5.30	4.00

Fonte dati: UNI 10349

La località di riferimento N. 2 è MODENA avente latitudine 44.6481°, longitudine 10.9247° e altitudine di 34 m.s.l.m.m..

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m<sup>2</sup>]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
4.40	7.00	11.80	17.20	21.60	24.00	25.00	20.30	15.10	10.00	5.30	4.10

Fonte dati: UNI 10349

## Fattori morfologici e ambientali

### Ombreggiamento

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 **0.90**.

Di seguito il diagramma solare per il comune di NOVELLARA:

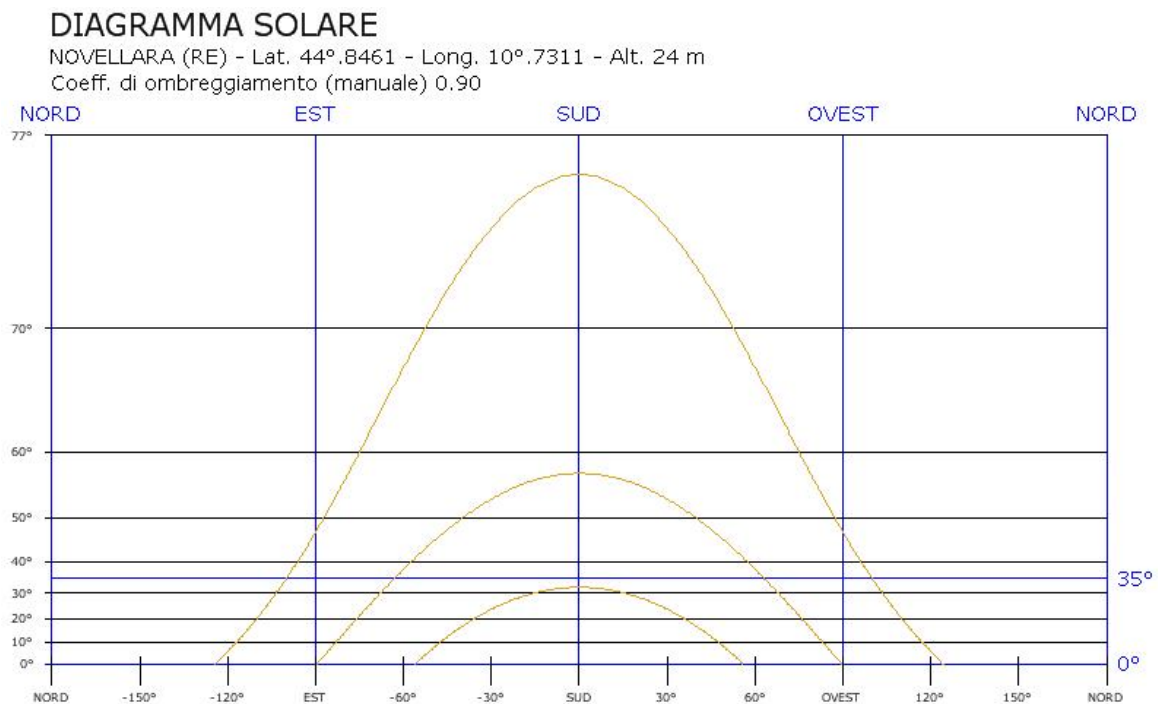


Fig. 2: Diagramma solare



## Albedo

---

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 8477:

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**.

# DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

## ***Procedure di calcolo***

### Criterio generale di progetto

---

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud e evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

Dal punto di vista dell'inserimento architettonico, nel caso di applicazioni su coperture a falda, la scelta dell'orientazione e dell'inclinazione va effettuata tenendo conto che è generalmente opportuno mantenere il piano dei moduli parallelo o addirittura complanare a quello della falda stessa. Ciò in modo da non alterare la sagoma dell'edificio e non aumentare l'azione del vento sui moduli stessi. In questo caso, è utile favorire la circolazione d'aria fra la parte posteriore dei moduli e la superficie dell'edificio, al fine di limitare le perdite per temperatura.

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.

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli ( $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) e dei valori massimi di lavoro degli stessi ( $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

### **TENSIONI MPPT**

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ( $V_{mppt\ min}$ ).

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  minore o uguale alla Tensione MPPT massima ( $V_{mppt\ max}$ ).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

### **TENSIONE MASSIMA**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

### **TENSIONE MASSIMA MODULO**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

### **CORRENTE MASSIMA**

Corrente massima (corto circuito) generata,  $I_{sc}$ , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

### **DIMENSIONAMENTO**

Dimensionamento compreso tra il 70% e 120%.

Per dimensionamento si intende il rapporto di potenze tra l'inverter e il generatore fotovoltaico ad esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

## Impianto SABAR SPA

L'impianto, denominato "SABAR SPA", è di tipo grid-connected, la tipologia di allaccio è: trifase in media tensione.

Ha una potenza totale pari a **996.16 kW** e una produzione di energia annua pari a **1 088 590.60 kWh**, derivante da 4 239 moduli che occupano una superficie di 6 943.48 m<sup>2</sup>, ed è composto da 2 generatori.

### Scheda tecnica dell'impianto

---

Dati generali	
Committente	<b>SABAR SPA</b>
Indirizzo	<b>VIA LEVATA, 64</b>
CAP Comune (Provincia)	<b>42017 NOVELLARA (RE)</b>
Latitudine	<b>44.8461°</b>
Longitudine	<b>10.7311°</b>
Altitudine	<b>24 m</b>
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	<b>1 426.74 kWh/m<sup>2</sup></b>
Coefficiente di ombreggiamento	<b>0.90</b>

Dati tecnici	
Superficie totale moduli	<b>6 943.48 m<sup>2</sup></b>
Numero totale moduli	<b>4 239</b>
Numero totale inverter	<b>51</b>
Energia totale annua	<b>1 088 590.60 kWh</b>
Potenza totale	<b>996.16 kW</b>
Potenza fase L1	<b>332.05 kW</b>
Potenza fase L2	<b>332.05 kW</b>
Potenza fase L3	<b>332.05 kW</b>
BOS	<b>74.97 %</b>

## Energia prodotta

---

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è **1 088 590.60 kWh**.

Nel grafico si riporta l'energia prodotta mensilmente:

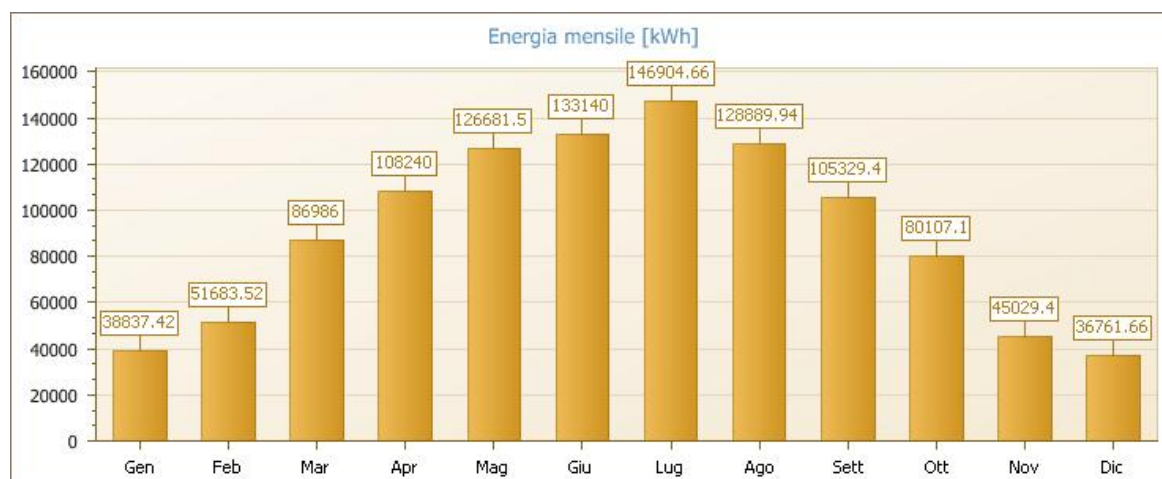


Fig. 3: Energia mensile prodotta dall'impianto

## Generatore FV-FISSO

Il generatore, denominato “FV-FISSO”, ha una potenza pari a **947.52 kW** e una produzione di energia annua pari a **1 025 033.70 kWh**, derivante da 4032 moduli con una superficie totale dei moduli di 6 604.42 m<sup>2</sup>.

Il generatore ha una connessione trifase.

### Scheda tecnica

---

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	<b>Non complanare alle superfici</b>
Struttura di sostegno	<b>Fissa</b>
Inclinazione dei moduli (Tilt)	<b>30°</b>
Orientazione dei moduli (Azimut)	<b>0°</b>
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	<b>1 436.13 kWh/m<sup>2</sup></b>
Potenza totale	<b>947.52 kW</b>
Energia totale annua	<b>1 025 033.70 kWh</b>

Modulo	
Marca – Modello	<b>AUXIN SOLAR - AXN-235 P6</b>
Numero totale moduli	<b>4032</b>
Numero di stringhe per ogni inverter	<b>4</b>
Numero di moduli per ogni stringa	<b>21</b>
Superficie totale moduli	<b>6 604.42 m<sup>2</sup></b>

Inverter	
Marca – Modello	<b>REFUSOL - REFUSOL 20K</b>
Numero totale	<b>48</b>
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %)	<b>97.26 % (VERIFICATO)</b>
Tipo fase	<b>Trifase</b>

## Verifiche elettriche

---

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

<b>TENSIONI MPPT</b>	
V <sub>m</sub> a 70 °C (502.08 V) maggiore di V <sub>mppt</sub> min. (480.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (765.33 V) minore di V <sub>mppt</sub> max. (800.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (902.67 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (902.67 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>CORRENTE MASSIMA</b>	
Corrente max. generata (33.04 A) inferiore alla corrente max. dell'inverter (41.00 A)	<b>VERIFICATO</b>



## Generatore FV-INSEGUIMENTO

Il generatore, denominato “FV-INSEGUIMENTO”, ha una potenza pari a **48.64 kW** e una produzione di energia annua pari a **63 556.90 kWh**, derivante da 207 moduli con una superficie totale dei moduli di 339.07 m<sup>2</sup>.

Il generatore ha una connessione trifase.

### Scheda tecnica

---

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	<b>Non complanare alle superfici</b>
Struttura di sostegno	<b>Mobile ad un asse orizzontale</b>
Inclinazione dei moduli (Tilt)	---°
Orientazione dei moduli (Azimut)	0°
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	<b>1 735.18 kWh/m<sup>2</sup></b>
Potenza totale	<b>48.64 kW</b>
Energia totale annua	<b>63 556.90 kWh</b>

Modulo	
Marca – Modello	<b>AUXIN SOLAR - AXN-235 P6</b>
Numero totale moduli	<b>207</b>
Numero di stringhe per ogni inverter	<b>3</b>
Numero di moduli per ogni stringa	<b>23</b>
Superficie totale moduli	<b>339.07 m<sup>2</sup></b>

Inverter	
Marca – Modello	<b>REFUSOL - REFUSOL 13K</b>
Numero totale	<b>3</b>
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %)	<b>76.48 % (VERIFICATO)</b>
Tipo fase	<b>Trifase</b>

## Verifiche elettriche

---

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

<b>TENSIONI MPPT</b>	
V <sub>m</sub> a 70 °C (549.90 V) maggiore di V <sub>mppt</sub> min. (420.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (838.22 V) minore di V <sub>mppt</sub> max. (850.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (988.64 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (988.64 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>CORRENTE MASSIMA</b>	
Corrente max. generata (24.78 A) inferiore alla corrente max. dell'inverter (30.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

**Committente :**

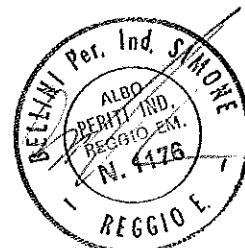
**SABAR SPA**

*Via Levata 64 - 42017 Novellara (RE)*

**Titolo**



**Valutazione della compatibilità di  
nuovo parco fotovoltaico rispetto  
alle zone con pericolo d'esplosione**



## INDICE

1. Premessa .....	3
2. Formazione del biogas.....	3
3. Valutazioni operate .....	5
4. Prescrizioni.....	5

## RIFERIMENTI

1. Documento di classificazione delle zone con pericolo d'esplosione originate dalle "teste di pozzo"
2. Documento sulla protezione contro le esplosioni



## 1. Premessa

Nella discarica intercomunale di Novellara gestita da S.a.ba.r. SpA è prevista l'installazione di un parco fotovoltaico con potenzialità complessiva di 996 kWp. Tale progetto, avente lo scopo di riqualificare le superfici dei bacini n.9 – 10 – 11 -12 definitivamente riempiti e ricoperti, prevede l'installazione dei pannelli fissati su supporti zavorrati. La disposizione planimetrica dell'impianto, indicata nei disegni di progetto, e la tipologia delle strutture impiantistiche, sono state selezionate in modo che sia evitata ogni possibile interferenza con la gestione post operativa della discarica; in particolare:

- a) la dislocazione dei moduli lascerà lo spazio di rispetto e di manovra per assicurare l'operatività dell'esistente rete di captazione ed il futuro eventuale adeguamento;
- b) la dislocazione dei moduli si manterrà a distanza dei pozzi di captazione del percolato;
- c) le strutture di supporto dei moduli saranno facilmente rimovibili e rilocabili ove necessario e si adatteranno ai movimenti della superficie della discarica.

**Scopo della presente relazione è quello di valutare la compatibilità dell'impianto alla presenza di biogas, in quanto infiammabile.**

## 2. Formazione del biogas

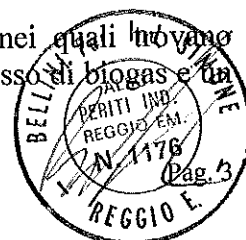
Le discariche sono sorgenti significative di metano ( $\text{CH}_4$ ) e biossido di carbonio ( $\text{CO}_2$ ). In aggiunta a questi due gas sono prodotte anche minori quantità di composti organici non metanici (NMOCs) tra i quali alcuni composti organici volatili reattivi (VOCs) e pericolosi (HAPs).

Il metano ed il biossido di carbonio sono i costituenti primari di quello che viene comunemente chiamato "biogas" e sono prodotti durante la decomposizione anaerobica della cellulosa e delle proteine presenti nei rifiuti smaltiti in discarica che vengono inizialmente trasformati in zuccheri, poi principalmente in acido acetico ed, infine, in  $\text{CH}_4$  e  $\text{CO}_2$ .

Al fine di limitarne la diffusione nell'atmosfera, considerate le caratteristiche d'infiammabilità ed olfattive, il biogas viene captato tramite un sistema "attivo" che fornisce artificialmente un gradiente di pressione mediante aspirazione. Va evidenziato che comunque all'interno della discarica si instaura naturalmente un gradiente di pressione, a seguito dei processi di generazione di biogas (sistema di captazione "passivo").

Il sistema di captazione ha origine nei pozzi, aventi la funzione di raccogliere il biogas ed il percolato dai vari strati, ed è realizzato con condotti di estrazione distribuiti uniformemente su tutta la superficie della discarica, in modo da evitare zone di ristagno per i gas; il loro posizionamento, la loro spaziatura reciproca e la profondità di immersione sono state definite in sede di progetto della discarica.

Dai pozzi di captazione, il biogas confluisce prima nei presidi di gestione, nei quali trovano collocazione i collettori di trasporto del biogas, i dispositivi di regolazione del flusso del biogas e un



pozzi di raccolta del condensato, separato nei collettori di trasporto del biogas, e per ultimo nel presidio di aspirazione, il cui ampliamento è oggetto della presente relazione di classificazione.

Il biogas aspirato e convogliato nel presidio di aspirazione viene normalmente distrutto tramite combustione con produzione di energia elettrica, utilizzando motori a combustione interna. Solo in occasione di avarie dei motori o di eccessiva portata, viene distrutto tramite combustione in torcia.

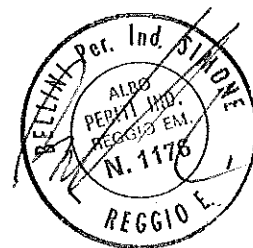
Tutto il sistema di aspirazione viene gestito in modo automatizzato e computerizzato mediante controllo continuo dei flussi e della composizione del biogas in ingresso nel presidio.

Quando l'estrazione attiva del biogas cessa di funzionare, per azione volontaria o per anomalie, si ha l'effetto di "rimbalzo di pressione", passando da una condizione di depressione a quella di un aumento della pressione del biogas, in funzione del tasso di generazione del gas, del volume occupato dal gas, della temperatura e della velocità di uscita (funzione a sua volta della permeabilità degli stati della discarica). Con buona approssimazione la pressione raggiunta durante il "rimbalzo" può ritenersi funzione del solo tasso di generazione e secondo la letteratura può assumere il valore di **1500 Pa**.

L'impianto di captazione del biogas è costituito da dorsali principali, che partono dai presidi di gestione, alle quali viene convogliato il biogas attraverso le dorsali secondarie. Alle dorsali secondarie sono collegati i pozzi di captazione verticali. Il biogas viene raccolto dai pozzi verticali mediante la depressione originata dalla centrale di aspirazione e trasportato mediante la rete secondaria e dorsale in hdpe, dotata dei necessari separatori di condensa. Dalla centrale di aspirazione il biogas viene inviato ai motori accoppiati a generatori.

Secondo i dati reperiti in letteratura l'efficienza media di captazione risulta di circa il 60% in fase operativa e può arrivare fino all'80% dopo la chiusura.

**La massima produzione di biogas si ha dopo circa 1 anno dalla chiusura e tende a ridursi drasticamente dopo circa 8 anni, quando la componente organica a rapida biodegradazione tende ad esaurirsi: i bacini interessati dall'istallazione sono stati chiusi 12 anni fa.**



### 3. Valutazioni operate

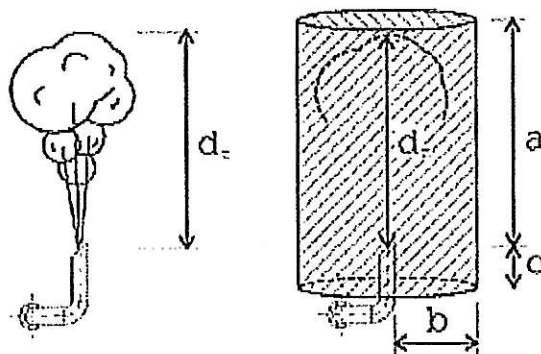
Emissioni di biogas, che possono interessare l'impianto fotovoltaico, possono aversi:

- a) dalla copertura (emissioni diffuse) che, tenuto conto dell'efficienza della captazione e dell'età dei bacini, si ritengono significative solo in concomitanza con il fermo dell'impianto di captazione;
- b) dalle teste di pozzo.

Relativamente alle emissioni diffuse è stata operata una campagna di rilevamenti strumentali con in atto il "rimbalzo di pressione", conseguente alla fermata volontaria dell'impianto di captazione, avvenuta 24 ore prima dell'inizio delle misure. In tali condizioni non è stata rilevata la presenza di gas metano all'altezza di 50 cm.

Relativamente alle teste di pozzo è stato considerato il documento di classificazione delle aree con pericolo d'esplosione e il relativo documento di protezione, redatti ai sensi del DLgs 81/08. Tali documenti hanno evidenziato la presenza di una Zona 2 che si estende dalle teste di pozzo per:

- a = 30 m
- b = 1/6 a = 5 m
- c = fino al suolo



### 4. Prescrizioni

Con riferimento alle valutazioni operate si dovrà:

- a) collocare al di fuori delle Zone 2, individuate sul documento di classificazione relativo alle teste di pozzo, i pannelli ed ogni componente dell'impianto fotovoltaico.
- b) evitare la perforazione del manto di ricopertura.
- c) contenere la fermata dell'impianto di captazione entro le 24 ore.
- d) osservare le prescrizioni contenute nella classificazione relativa alle teste di pozzo e nel documento sulla protezione contro le protezioni.

