

### Riferimenti legislativi

- **DIRETTIVA (UE) 2018/2001 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO** dell'11 dicembre 2018: "Promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili"
- **LEGGE 28 febbraio 2020, n.8:** "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2019, n. 162, recante disposizioni urgenti in materia di proroga di termini legislativi, di organizzazione delle pubbliche amministrazioni, nonché di innovazione tecnologica"
- **Delibera 04 agosto 2020 - 318/2020/R/eel:** "Regolazione delle partite economiche relative all'energia elettrica condivisa da un gruppo di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente in edifici e condomini oppure condivisa in una comunità di energia rinnovabile"
- **DECRETO INTERMINISTERIALE 16 settembre 2020, n.395:** "Procedure per la presentazione delle proposte, criteri per la valutazione e modalità di erogazione dei finanziamenti per l'attuazione del «Programma innovativo nazionale per la qualità dell'abitare»"

### Riferimenti normativi

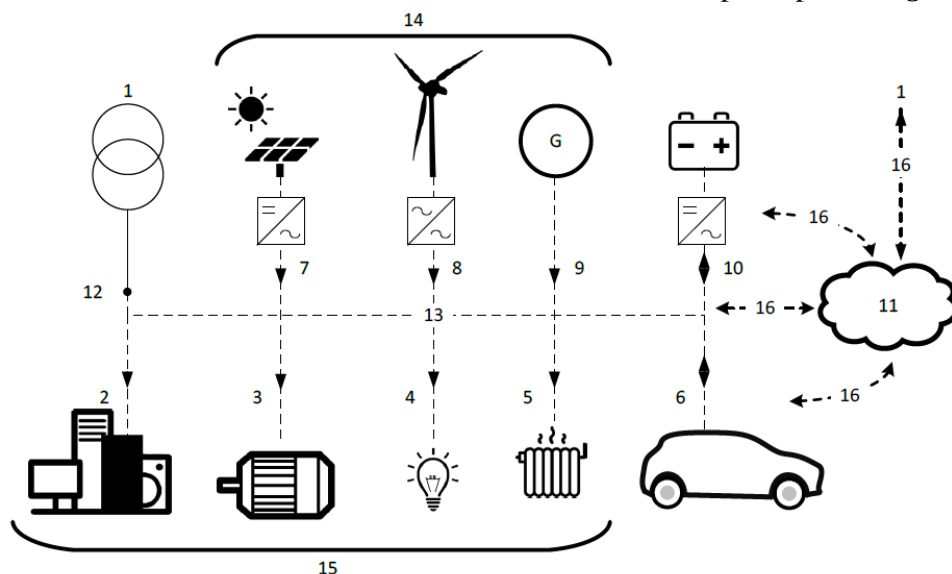
- **CEI 0-21:** "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica"
- **CEI 64-8 (VIII edizione – 2021):** "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua"
- **CEI 64-8/8-1 (II edizione - 2021):** "Efficienza energetica degli impianti elettrici"
- **CEI 64-8/8-2 (I edizione - 2021):** "Impianti elettrici a bassa tensione di utenti attivi (prosumer)"

### 1. Generalità

Un impianto elettrico di Prosumer (Prosumer Electrical Installation, PEI), definito nella norma CEI 64-8/8-2, include almeno un generatore locale che può essere connesso in parallelo alla rete di distribuzione e può avere la possibilità di funzionare in isola (si veda anche CEI 0-21).

Esempi di generatori locali sono: pannelli fotovoltaici, generatori mini-eolici, gruppi elettrogeni, ....

La PEI può essere dotata di sistemi di accumulo. Si veda schema di principio in **Figura 1**:



*Figura 1 -PEI: schema di principio (fonte CEI 64-8/8-2)*

La PEI può essere dotata di un sistema automatico di gestione dell'energia (EEMS) che gestisce, tra le altre cose, le operazioni di connessione dei generatori locali in modo da ottimizzare l'efficienza energetica dell'impianto nel suo insieme.

A questo scopo, le operazioni gestite dall'EEMS possono essere (si veda anche CEI 64-8/8-1):

- Connessione con smart grid, relativo scambio di dati e gestione della PEI finalizzata al controllo della domanda, ossia la fornitura del servizio richiesto dal cliente, tenuto conto di eventuali vincoli imposti dalla rete di distribuzione
- L'obiettivo di cui al punto precedente può essere raggiunto mediante l'uso combinato della produzione locale, dell'accumulo e della gestione della commutazione dei carichi.
- Produzione locale di energia e controllo dei carichi elettrici finalizzati ad esempio alla necessità del distributore di appiattare la curva giornaliera/settimanale/mensile di potenza distribuita
- Mantenimento della continuità di servizio
- Monitoraggio della qualità della tensione
- Interfaccia con l'utente

#### **Definizioni fondamentali:**

- **rete intelligente (smart grid) (fonte CEI 64-8/8-2):**  
sistema elettrico di potenza che utilizza le tecnologie di comando e di scambio delle informazioni, il calcolo distribuito e sensori e attuatori associati allo scopo di:
  - integrare il comportamento e gli interventi degli utenti della rete e delle altre parti interessate
  - fornire in modo efficace un'alimentazione elettrica sostenibile, economica e sicura
  
- **impianto elettrico dell'utente attivo (Prosumer) – PEI (fonte CEI 64-8/8-2):**  
impianto elettrico di bassa tensione collegato, o meno, a una rete di distribuzione pubblica, in grado di funzionare con:
  - i generatori locali, e/o
  - le unità di accumulo locale dell'energia,e che monitori e comandi l'energia dalle sorgenti collegate fornendola a:
  - gli apparecchi utilizzatori, e/o
  - le unità di accumulo locale dell'energia, e/o
  - la rete pubblica di distribuzione
  
- **sistema di gestione dell'energia elettrica – EEMS (fonte CEI 64-8/8-1)**  
sistema comprendente diverse apparecchiature e dispositivi all'interno dell'impianto, ai fini della gestione dell'energia  
**NOTA** Queste apparecchiature possono essere indipendenti o integrate in apparecchiature più grandi, come nel caso di sistemi elettronici di abitazioni e di edifici

## 2. Definizione dell'impianto

### Tipo di PEI

- PEI individuale
- PEI collettiva
- PEI condivisa

### Modalità di funzionamento

- Alimentazione diretta
- Alimentazione inversa
- In isola

### Generatori locali

- Fotovoltaico: ... kW
- Mini-eolico: ...kW
- Gruppo elettrogeno: ... kW
- Altro ... kW

### Sistema di accumulo:

- Presente: .... kAh
- Non presente

### Stazione di ricarica VE (Veicolo Elettrico)

- Presente
- Non presente

**Sistema di terra:** il progetto dell'installazione deve considerare che il sistema può modificarsi quando l'impianto connesso alla rete passa in funzionamento a isola.

### Sistema di terra/impianto connesso alla rete

- TT
- TN-S
- TN-C-S
- TN-C – Non possibile il funzionamento in isola
- IT

### Sistema di terra / impianto in isola (quando applicabile)

Impianto TT connesso alla rete, gestito in isola:

- TT
- TN-S
- IT

Impianto TN-S connesso alla rete, gestito in isola:

- TT
- TN-S
- IT

Impianto TN-C-S connesso alla rete, gestito in isola:

- TN-S
- TN-C-S

Impianto IT connesso alla rete, gestito in isola:

- TT
- TN-S
- IT

**“messa in isola” (quando applicabile) tramite:**

- EEMS
- Dispositivo di manovra per il modo in isola (SDFI – Switching Device for Islanding)

**Dispositivo di commutazione del neutro per la messa in isola:**

- Presente
- Non presente

**Corrente di guasto per la scelta del dispositivo di protezione secondo CEI 64-8**

- sistema connesso: ..... kA
- sistema in isola (quando applicabile) Generatore 1:.....kA
- sistema in isola (quando applicabile) Generatore 2:.....kA
- ....
- sistema in isola (quando applicabile) Generatore n :.....kA

**Scelta del dispositivo di sezionamento secondo CEI 64-8, nel caso di impianto con possibilità di funzionamento in isola:**

- Generatore locale 1: ...
- Generatore locale 2: ...
- ....
- Generatore locale n: ...

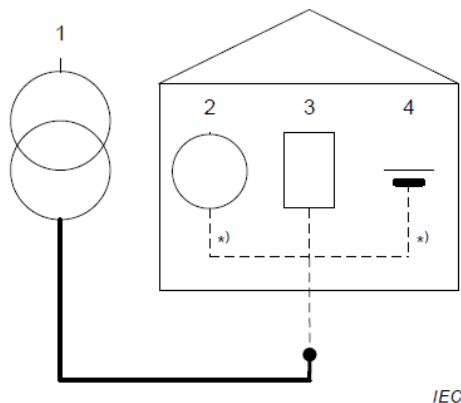
**Dispositivi di protezione da sovratensione:**

- Presenti sulle linee generazione
  - SPD 1: In= ... kA
  - SPD 2: In= ... kA
  - ....
  - SPDn: In= ...kA
- Non presente

**NOTA:** Per scelta e dimensionamento degli SPD si veda la norma CEI 64-8 art. 443 e art. 534

### 3. Esempio: PEI individuale TT connessa, TN-S in isola.

Lo schema di principio della PEI individuale è riportato in **Figura 2**:



**Figura 2** PEI individuale - schema di principio (fonte CEI 64-8/8-2)

La rete di distribuzione (1) alimenta l'installazione alla quale possono essere connessi in parallelo un generatore locale (2) e/o un sistema di accumulo (4) per l'alimentazione dei carichi (3).

La PEI ha tipicamente le seguenti modalità di funzionamento:

1. Generatori locali connessi in parallelo alla rete di distribuzione per:
  - a. alimentazione diretta dei carichi
  - b. alimentazione inversa, con fornitura dell'eccesso di potenza alla rete di distribuzione
2. Isola.

La commutazione tra le diverse modalità di funzionamento avviene in modo trasparente per l'utente. In particolare, la connessione in isola e riconnessione alla rete di distribuzione avviene con una transizione chiusa, senza interruzione dell'alimentazione ai carichi.

L'isolamento dalle sorgenti di alimentazione in caso di disconnessione deve rispettare i requisiti imposti da CEI 64-8/5 art.53.

### 4. Requisiti specifici per il progetto della PEI

- a. Generatore locale collegabile in parallelo alla rete di distribuzione  
Le condizioni incluse in CEI 64-8/5 art.55 si applicano, in particolare:
  - Le correnti presunte di corto di circuito e di guasto a terra devono essere stimate per ciascun generatore e dimensionare di conseguenza la corrente di corto circuito dei dispositivi di protezione dell'installazione.
  - I generatori locali devono avere caratteristiche tali da garantire che essi non siano danneggiati da connessione/disconnessione di carichi nell'installazione.
  - Deve essere previsto un sistema di disconnessione automatica di carichi o circuiti, nel caso la capacità di carico del generatore locale siano eccedute.
  - Il generatore locale deve essere sezionabile (si veda CEI 64-8/5 art. 53)
  - La protezione mediante disconnessione automatica delle sorgenti deve essere progettata secondo CEI 64-8/4, tenendo conto:
    1. La protezione non può contare sulla connessione di terra della rete di distribuzione quando l'installazione è in isola.
    2. Per le parti di installazione alimentate da convertitori statici, al cui protezione è basata sulla chiusura automatica dell'interruttore di by-pass e tale chiusura non dovesse rispettare le tempistiche richieste da IEC CEI 64-8/4, un collegamento equipotenziale supplementare deve essere previsto per la corrente di guasto tra le parti esposte simultaneamente accessibili e le

masse estranee lato carico del convertitore statico in accordo con CEI 64-8/4

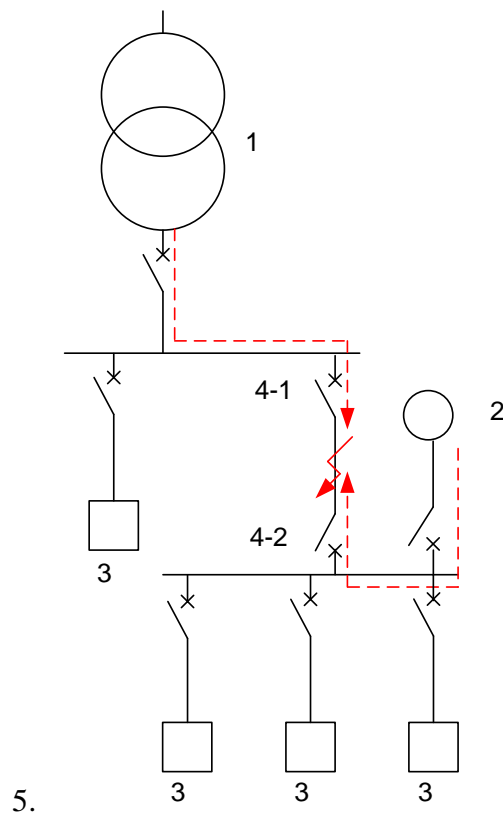
3. La resistenza di guasto di tale connessione deve essere:

4.  $R \leq \frac{50V}{I_a}$

5.  $I_a$ : Massima corrente di guasto verso terra che può essere generata dal convertitore statico per un periodo fino a 5s.

- I dispositivi di protezione da corto circuito relativi al generatore locale devono essere installati il più vicino possibile ai terminali del generatore.
- La protezione da guasto deve essere progettata considerando il guasto in ogni combinazione delle sorgenti di alimentazione.

Nel caso di PEI ci possono essere “più origini”, si veda esempio in **Figura 3**



1: rete di distribuzione

2: Generatore locale

3: carichi

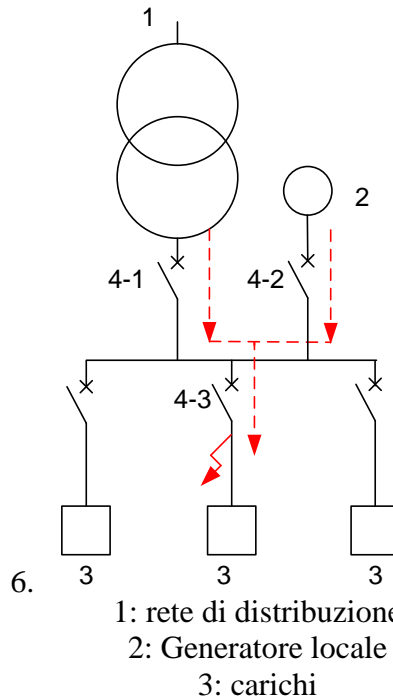
4-1: Dispositivo di protezione per guasto con alimentazione da rete

4-2: Dispositivo di protezione per guasto con alimentazione locale

**Figura 3** Esempio di protezione da sovracorrente per guasti con PEI connessa o in isola

Il coordinamento dei dispositivi di protezione deve tener conto delle diverse possibilità di guasto. Si veda esempio in

**Figura 4**



4-1: Dispositivo di protezione per guasto con alimentazione da rete

4-2: Dispositivo di protezione per guasto con alimentazione locale

4-3: Dispositivo di protezione di un particolare carico.

**Figura 4 Coordinamento tra dispositivi di protezione**

Il dispositivo 4-3 deve intervenire nel caso di un guasto al carico a valle in modo selettivo sia nel caso di alimentazione da rete (1) o da generatore locale (2). Nel caso di sorgenti di alimentazione a bassa corrente di guasto, il dispositivo 4-2 può essere un relè di minima tensione.

- La connessione di generatori locali deve mantenere attiva la protezione differenziale (si veda CEI 64-8/4 art. 41 ) in ogni combinazione delle sorgenti di alimentazione.
  1. Si devono prendere contromisure affinché il funzionamento degli interruttori differenziali non sia influenzato dalle correnti continue generate dai convertitori statici o dalla presenza di filtri.
  2. Un sistema di isolamento deve essere installato in ambo i lati del convertitore statico.
- I generatori locali che possono essere connessi in parallelo alla rete di distribuzione, devono avere un contenuto armonico limitato allo scopo di evitare il surriscaldamento dei conduttori.
- Le armoniche di corrente possono essere limitate mediante:
  - Avvolgimenti compensati nel generatore locale
    1. Impedenza di uscita adeguata

2. Interruttori di sezionamento interbloccati in modo da non interferire con le protezioni da guasto.
  3. Filtri
- Opzioni di connessione del generatore locale:
    1. A monte dei dispositivi di protezione dei circuiti
    2. A valle dei dispositivi di protezione dei circuiti, con i seguenti requisiti aggiuntivi:
      - a. I conduttori di tutti i circuiti devono essere dimensionati in modo da avere:  $I_z \geq I_n + I_g$  ( $I_z$ : corrente supportata dal circuito;  $I_n$ : corrente nominale del dispositivo di protezione;  $I_g$ : corrente nominale del generatore)
      - b. I generatori locali non possono essere collegati tramite presa e spina.
      - c. L' interruttore differenziale a protezione di ogni circuito (si veda CEI 64-8/4 art. 41) deve isolare i conduttori di fase e neutro.
      - d. I conduttori di ogni circuito non devono essere connessi a terra a valle dei dispositivi di protezione.
  - Il generatore locale può essere connesso se: tensione, frequenza, fase hanno valori inclusi nelle tolleranze consentite dalla rete di distribuzione (si veda CEI 0-21). La connessione/disconnessione deve avvenire garantendo la sincronizzazione di questi parametri.
  - Un sistema di protezione deve sganciare il generatore locale in caso di deviazione della sua tensione o frequenza al di fuori delle tolleranze ammesse dalla rete di distribuzione
  - Deve essere previsto un automatismo che impedisca la connessione del generatore locale (anti-islanding) se i valori di tensione e frequenza della rete di distribuzione sono al di fuori delle tolleranze dichiarate o in caso di mancanza di tensione di rete, nel caso il generatore locale non debba svolgere la funzione di mantenimento dell'alimentazione (back up). In questo caso si devono rispettare ulteriori requisiti (si veda punto .b)
  - Le sequenze di messa in isola e, successivamente, di riconnessione devono avvenire con una precisa tempistica.  
Si consideri il caso di una PEI connessa alla rete con sistema TT (si veda **Figura 5**).

Sequenza di messa in isola:

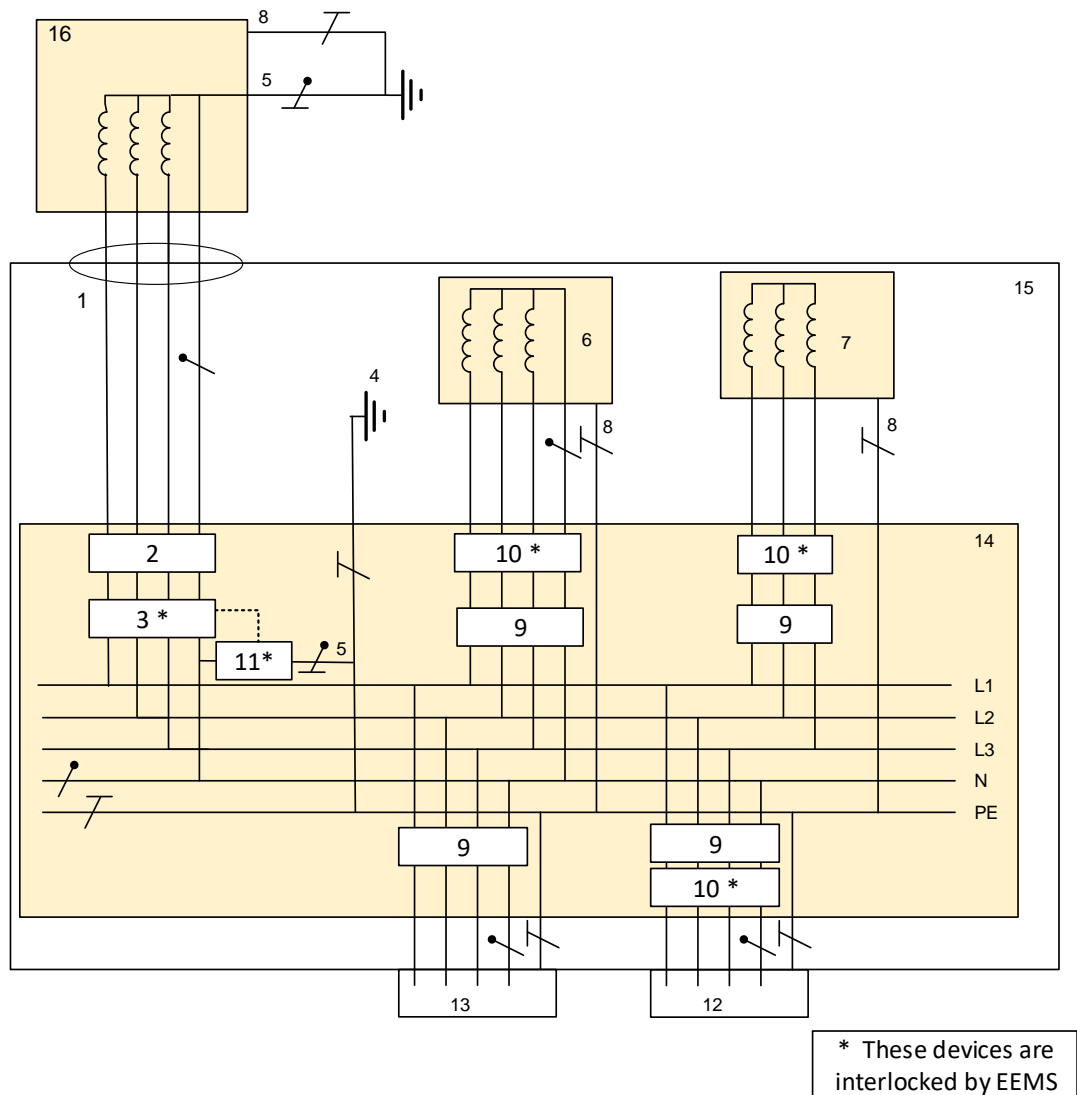
- 11 chiude collegando il neutro alla terra locale
- 3 Apre
- 2 Apre garantendo l'isolamento

Sequenza di riconnessione alla rete

- 2 chiude
- 3 chiude con sincronismo
- 11 apre.

Una volta in isola l'impianto passa da TT a TN.





- 1: POC – punto di connessione
- 2: Interruttore generale
- 3: Interruttore per messa in isola
- 4: Dispersore locale
- 5: Neutro DSO 10: Sezionatore
- 6: Generatore locale
- 7: Generatore locale 2
- 8: PE Generatore
- 9: Interruttore di protezione
- 10: Sezionatore
- 11: Commutatore per neutro
- 12: Carico 2
- 13: Carico 1
- 14: Quadro principale
- 15: PEI
- 16: Trasformatore MT/BT

**Figura 5 Esempio di PEI (15) - Sistema TT se connessa alla rete, TN in isola**

Si rimanda alla norma CEI 64-8/8-2 per gli schemi delle PEI con sistema TN, IT.

- b. generatore locale con funzione di mantenimento della continuità di servizio (back up)
  - Nel caso non sia previsto il parallelo, i dispositivi di connessione/disconnessione devono:
    - 1. operare in transizione aperta
    - 2. essere dotati di un sistema di interblocco a garanzia della transizione aperta
  - Nel caso di sistemi TN-S è consigliabile disconnettere il neutro dalla rete di distribuzione. Nel caso lo si dovesse mantenere, si devono prendere le adeguate contromisure per garantire il corretto funzionamento degli interruttori differenziali quanto l'installazione è alimentata dal generatore locale.
  
- c. Requisiti specifici per i sistemi di accumulo
  - Le batterie devono:
    - 1. essere accessibili solo a personale esperto
    - 2. essere installate in un luogo adeguatamente ventilato
    - 3. avere connessioni protette per evitare che parti con tensioni superiori ai 120V siano inavvertitamente toccate.
  
- d. Protezione da sovratensioni transitorie
  - Le sovratensioni transitorie sono più frequenti nelle PEI, spesso dovute a transitori di commutazione tra sorgenti. Deve essere valutata la predisposizione di dispositivi di scaricatori (SPD).

**Note :** \_\_\_\_\_