



ZUCCHETTI
Centro Sistemi



ZSM-CCI Azzurro

VADEMECUM DI INSTALLAZIONE

Installazione TA e TV

Identificazione: GID-GE-MD-00
Rev. 01 del 14.01.22 - Applicazione: GID

Zucchetti Centro Sistemi S.p.A. - Green Innovation Division
Palazzo dell'Innovazione - Via Lungarno, 167
52028 Terranuova Bracciolini - Arezzo, Italy
tel. +39 055 91971 - fax. +39 055 9197515
innovation@zcscompany.com - zcs@pec.it - zcsazzurro.com

Reg. Pile IT12110P00002965 - Capitale Sociale € 100.000,00 I.V.
Reg. Impr. AR n.03225010481 - REA AR - 94189
Azienda Certificata
ISO 9001 - Certificato n. 9151 - CNSQ - IT-17778
ISO14001 - Certificato n.1425 - CNSQ - IT-134812



Certificazione
sistema di gestione
ISO 9001
ISO 14001



Ed01

INTRODUZIONE

Il tema dell'installazione corretta dei TA e dei TV, come quello del corretto dimensionamento dei TA, non è scontato e spesso crea confusione e determina misure errate al punto di consegna. In alcune situazioni installative può essere difficile individuare l'errore per cui può essere necessario ricorrere a strumenti specifici (analizzatori di rete con fasori). Nella maggior parte dei casi però è possibile verificare la corretta installazione semplicemente analizzando i valori letti.

SOMMARIO

1	TRASFORMATORI AMPEROMETRICI	3
1.1	SCELTA DEI TA	3
1.1.1	CALCOLO DELLA CORRENTE NOMINALE DELL'IMPIANTO	3
1.1.2	SCELTA DEL RAPPORTO DI TRASFORMAZIONE	3
1.1.3	SCELTA DELLA CORRENTE SECONDARIA: 1 A o 5 A	4
1.1.4	CLASSE DI PRECISIONE	5
1.2	INSTALLAZIONE DEI TA	6
2	TRASFORMATORI VOLTMETRICI	8
2.1	SCELTA DEI TV	8
2.2	INSTALLAZIONE DEI TV	9
2.2.1	INSERZIONE ALTERNATIVA	10
3	SCHEMI DI INSERZIONE	11
4	IDENTIFICARE GLI ERRORI DI INSTALLAZIONE	13
4.1	CESSIONE TOTALE	13
4.1.1	UN TA INVERTITO	13
4.1.2	FASI DI MISURA DEI TA E DEI TV NON CORRISPONDENTI	14
4.1.3	TUTTI I TA INVERTITI	15
4.2	CESSIONE PARZIALE	16
4.2.1	UN TA INVERTITO	16
4.2.2	TUTTI I TA INVERTITI	16
4.2.3	FASI DI MISURA DEI TA E DEI TV NON CORRISPONDENTI	17

1 TRASFORMATORI AMPEROMETRICI

Il corretto dimensionamento dei TA la loro corretta installazione sono due aspetti fondamentali per effettuare delle misure corrette e precise delle potenze al punto di consegna.

1.1 SCELTA DEI TA

Ai fini dell'acquisizione delle grandezze elettriche da parte del Controllore Centrale di Impianto (CCI), le correnti al Punto di Consegna (PdC) devono essere rilevate mediante Trasformatori Amperometrici (TA) opportunamente dimensionati in funzione della potenza dell'impianto e della corrente nominale prevista.

In generale, i TA utilizzati, devono essere idonei all'installazione su reti di Media Tensione e avere livello di isolamento conforme alla tensione nominale della rete.

1.1.1 CALCOLO DELLA CORRENTE NOMINALE DELL'IMPIANTO

La corrente nominale dell'impianto può essere calcolata a partire dalla potenza apparente nominale dell'impianto:

$$I_n = \frac{S}{V \cdot \sqrt{3}}$$

dove:

I_n = corrente nominale [A]

S = potenza apparente [VA]

V = tensione concatenata della rete MT [V]

Esempio:

Considerando un impianto con potenza apparente nominale pari a 1000 kVA connesso a una rete MT a 20 kV la corrente nominale calcolata con la formula riportata sopra sarà pari a circa 29 A.

NB: la potenza apparente usata per questo calcolo NON è la stessa calcolata come S_{max} per la "Scheda impianto" sul sito <https://areaclienti.cci.zcsazzurro.com/>

1.1.2 SCELTA DEL RAPPORTO DI TRASFORMAZIONE

Il rapporto di trasformazione del TA deve essere scelto in modo che la corrente nominale dell'impianto sia il più possibile prossima alla corrente primaria nominale del trasformatore, evitando un eccessivo sovradimensionamento che causerebbe una perdita di accuratezza della misura ai bassi carichi.

Per l'esempio precedente, $S = 1000 \text{ kVA}$ connesso a una rete MT a 20 kV con una corrente nominale di circa 29 A :

- TA 30/5 A (scelta ottimale, difficile da reperire)
- TA 50/5 A (sovradimensionato, facile da reperire)
- TA 300/5 A (eccessivamente sovradimensionato)

1.1.3 SCELTA DELLA CORRENTE SECONDARIA: 1 A o 5 A

I trasformatori amperometrici, a parità di rapporto di trasformazione, possono essere forniti con corrente secondaria nominale pari a 1 A oppure 5 A . La scelta deve essere effettuata tenendo conto sia delle caratteristiche dell'impianto sia delle prestazioni richieste al sistema di misura.

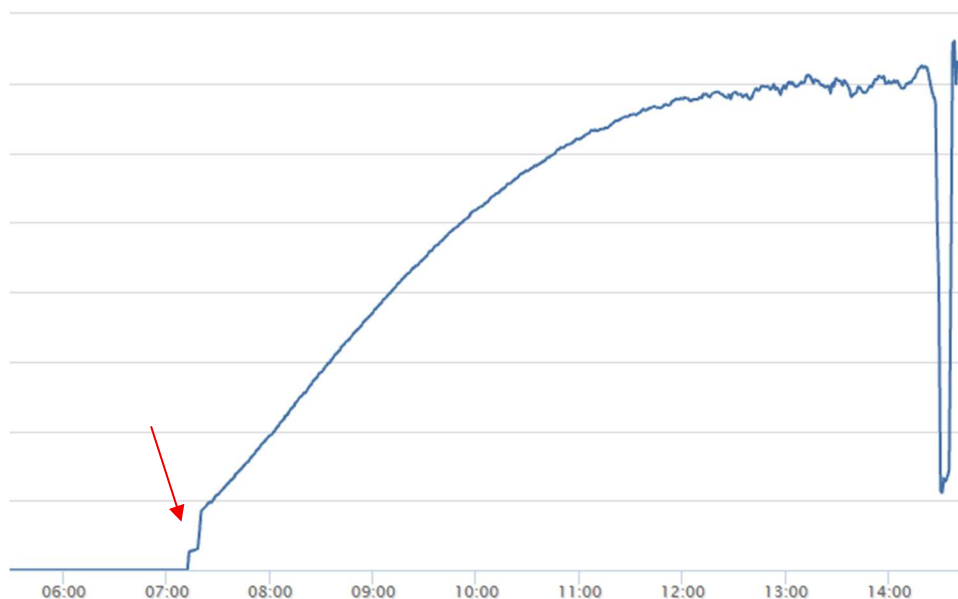
I TA con secondario a 1 A consentono di ridurre sensibilmente il burden del circuito secondario e le cadute di tensione sui collegamenti, risultando particolarmente indicati quando la distanza tra il punto di misura e l'analizzatore di rete è elevata ($> 20 \text{ metri}$).

I TA con secondario a 5 A , a parità di rapporto di trasformazione, generano invece una corrente secondaria maggiore. Questa caratteristica può risultare vantaggiosa quando il sistema di misura deve rilevare correttamente correnti molto basse, in quanto riduce il rischio che il segnale misurato scenda al di sotto della soglia minima di acquisizione o della risoluzione dello strumento.

Pertanto, qualora non si sia in presenza di collegamenti lunghi tra TA e Meter, ai fini del CCI è sempre preferibile avere TA con secondario a 5 A .

In ogni caso, il rapporto di trasformazione del TA dovrà essere scelto il più vicino possibile alla corrente nominale dell'impianto, come spiegato nel precedente paragrafo

Di seguito è riportato il classico comportamento del caso in cui i TA sono stati sovradimensionati. Durante la fase di accensione dell'impianto, quindi per basse correnti, la corrente al secondario dei TA è inferiore alla corrente minima di acquisizione del meter. Per questo, invece di avere un andamento continuo, la potenza misurata ha un andamento iniziale a gradino:



1.1.4 CLASSE DI PRECISIONE

Per garantire l'accuratezza delle misure richieste dalle funzionalità di osservabilità e regolazione, come indicato nella Norma CEI 0-16, viene richiesto l'impiego di TA di misura aventi classe di precisione non inferiore a 0,5.

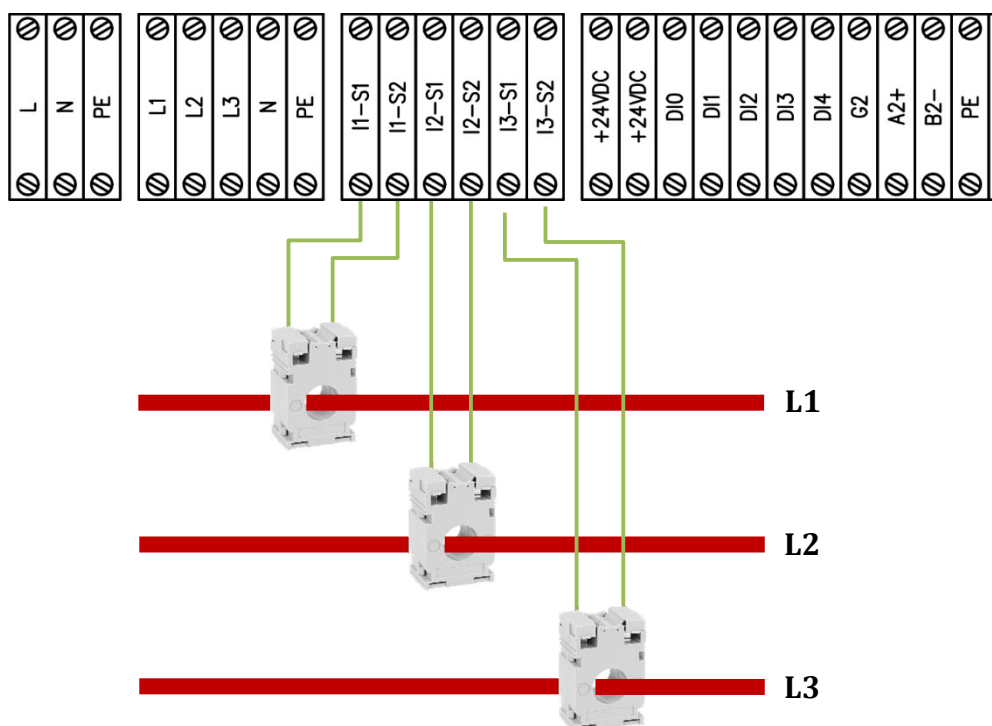
Per garantire una maggiore accuratezza alle basse correnti è preferibile, tuttavia, utilizzare TA in classe 0,5S.





1.2 INSTALLAZIONE DEI TA

Una corretta installazione dei trasformatori amperometrici è un requisito fondamentale per l'ottenimento di misure attendibili e precise. Come richiesto dalla norma, ogni TA va installato in modo tale da avere potenza attiva positiva quando uscente dall'impianto (immessa in rete). Viene da sé che tutti i TA devono essere installati nello stesso verso.



NB: è fondamentale che venga rispettata la corrispondenza tra le fasi di misura dei TA e dei TV. Ciò significa che il TA i cui morsetti S1 e S2 vengono collegati ai morsetti I1-S1 e I1-S2 del quadro CCI, deve essere installato sul conduttore denominato L1. Sullo stesso conduttore deve essere misurata la tensione tramite il TV il cui secondario sarà collegato al morsetto L1 del quadro CCI.

In caso ciò non venga rispettato, in caso di impianto in cessione totale è facilmente identificabile dall'analisi delle potenze e del fattore di potenza. Infatti, in questo caso, le correnti e le tensioni si trovano sfasate per cui risulta una elevata potenza reattiva (a discapito della potenza attiva) ed un fattore di potenza molto diverso da 1. Questo caso viene trattato in maniera approfondita di seguito nel paragrafo dedicato.

2 TRASFORMATORI VOLTMETRICI

Anche nel caso dei TV è necessario che questi rispettino le caratteristiche richieste dalla norma e che seguano uno schema di inserzione idoneo allo scopo di misurare le tre tensioni concatenate lato MT.

Nel caso si utilizzino dei TV già presenti per la misura delle tensioni da parte di altri strumenti, è necessario assicurarsi che la potenza nominale sia compatibile con la potenza totale assorbita detta "Burden" (somma delle potenze assorbite di tutti gli strumenti di misura collegati).

Tuttavia, in merito a ciò la norma specifica che *"È esclusa la possibilità di utilizzare i TV dedicati alle misure di tipo fiscale"*.

2.1 SCELTA DEI TV

Ai fini dell'acquisizione delle grandezze elettriche da parte del Controllore Centrale di Impianto (CCI), le tensioni al Punto di Consegna (PdC) devono essere rilevate mediante Trasformatori Voltmetrici (TV) opportunamente dimensionati in funzione della tensione di fornitura e degli strumenti di misura collegati.

Tuttavia, spesso i TV sono già presenti in impianto pertanto è necessario assicurarsi che siano idonei agli scopi del CCI.

Come per i TA la norma prevede che i TV utilizzati abbiano una classe di precisione 0,5 o migliore.

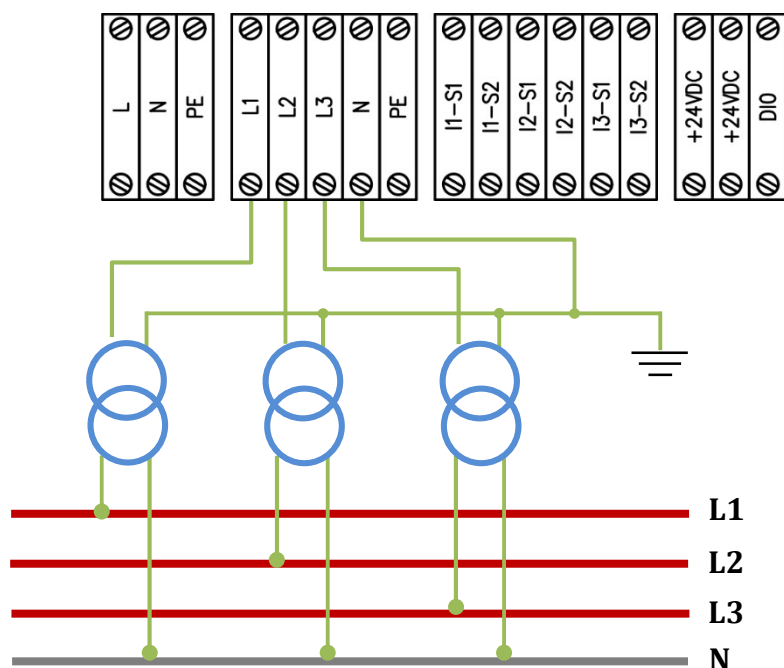
Un caso di TV tipicamente utilizzato può essere il seguente:

- Rapporto di trasformazione: $20 \text{ kV} / \sqrt{3} : 100 \text{ V} / \sqrt{3}$
- Classe di precisione: 0.2
- Carico nominale: 25 VA



2.2 INSTALLAZIONE DEI TV

Una corretta installazione e collegamento dei trasformatori voltmetrici è un requisito fondamentale per l'ottenimento di misure attendibili e precise. Lo schema di inserzione consigliato, che permette di acquisire le misure più attendibili, è quello che prevede l'utilizzo di tre TV ognuno collegato tra una fase ed il neutro:



In una rete MT tipicamente il conduttore di Neutro non viene distribuito. Quello che negli schemi di inserzione viene indicato come neutro in realtà è il **punto stellato** dei tre TV che si genera appunto installandoli a stella.

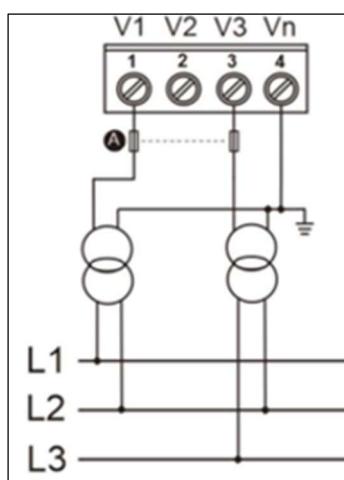
Solitamente questo punto viene poi messo a terra per stabilizzare il riferimento.



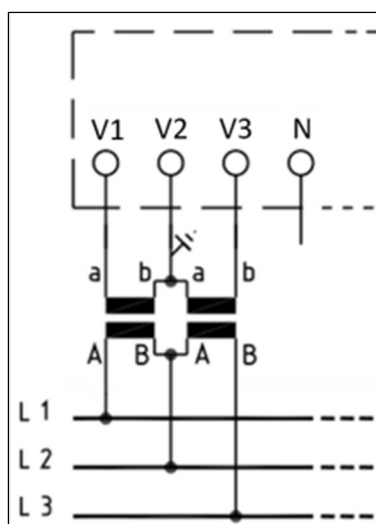
2.2.1 INSERZIONE ALTERNATIVA

Anche se sconsigliato, è possibile utilizzare anche lo schema di inserzione Aron in cui sono previsti solo 2 TV tra le tre fasi e la terza tensione viene calcolata matematicamente. In questo caso il cablaggio varia in base al meter presente:

METER PECTECH



METER FRER

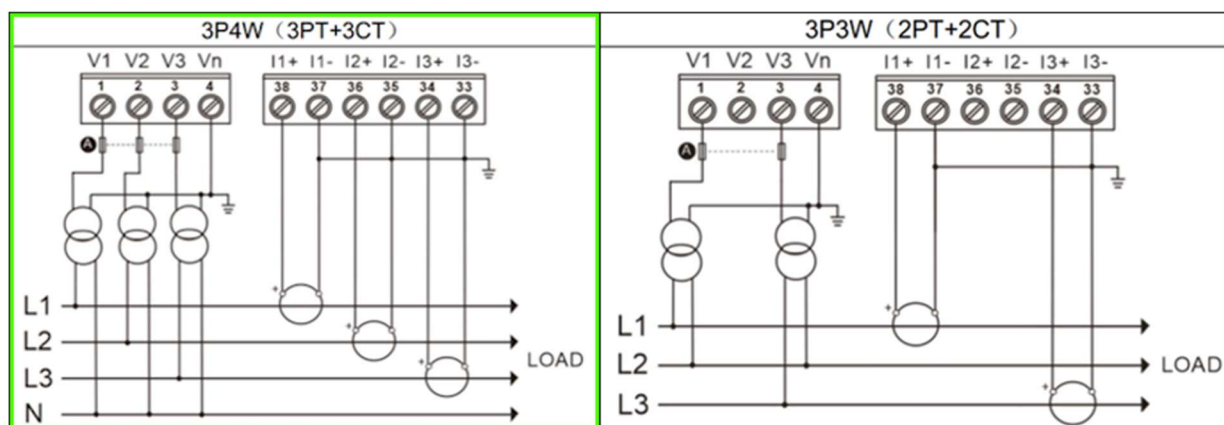




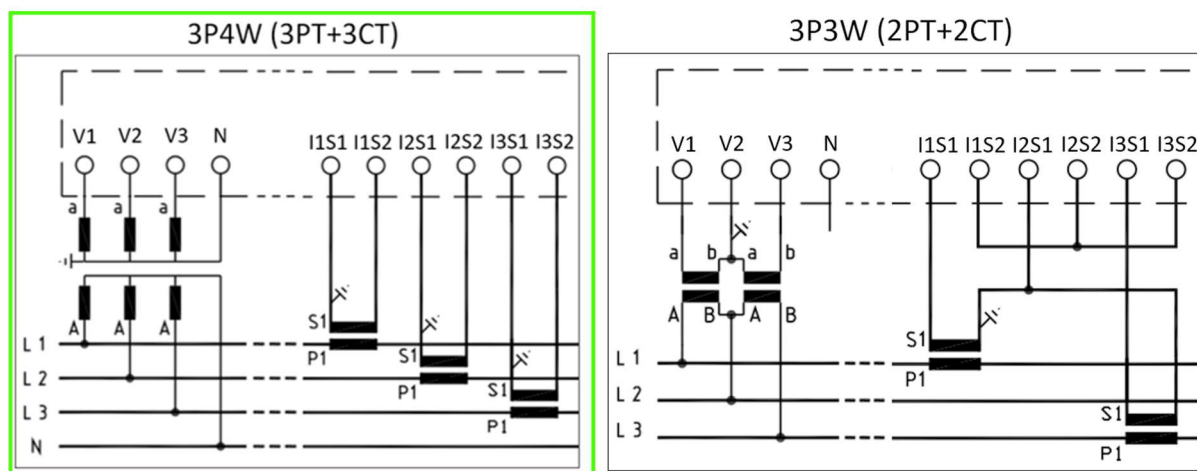
3 SCHEMI DI INSERZIONE

In base al modello di meter presente, considerando sia i TA che i TV, è possibile implementare i seguenti schemi di inserzione (evidenziati in verde quelli consigliati):

METER PECTECH

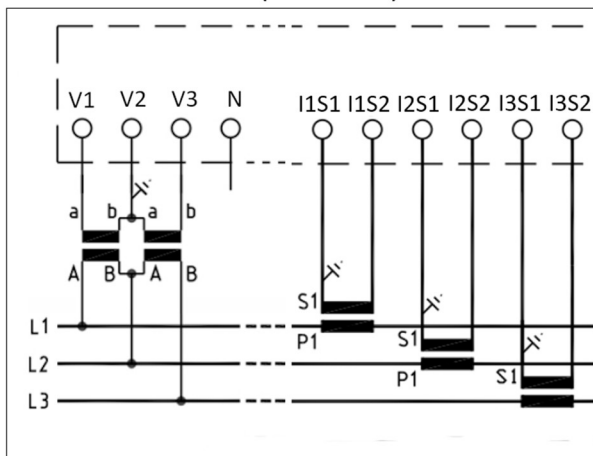


METER FRER





3P3W (2PT+3CT)



4 IDENTIFICARE GLI ERRORI DI INSTALLAZIONE

Nella maggior parte dei casi è possibile identificare errori di installazione semplicemente analizzando i dati misurati. I casi riportati di seguito vengono distinti in due gruppi poiché cambiano le assunzioni a monte.

4.1 CESSIONE TOTALE

Assunzioni:

- Tutta la potenza prodotta dagli inverter viene immessa in rete
- La potenza reattiva deve essere molto bassa ed il fattore di potenza deve essere prossimo ad 1

4.1.1 UN TA INVERTITO

DIAGNOSI:

Una delle tre potenze attive di fase è negativa durante la produzione mentre le altre due sono positive. La potenza attiva totale immessa in rete è inferiore alla potenza totale prodotta dagli inverter (a causa del contributo negativo della potenza della fase L1).

SOLUZIONE:

Invertire il TA L1 o semplicemente invertire i relativi segnali S1 e S2 lato morsettiera del quadro CCI

4.1.2 FASI DI MISURA DEI TA E DEI TV NON CORRISPONDENTI

DIAGNOSI:

Viene misurata una potenza reattiva molto elevata a discapito della potenza attiva. Di conseguenza il fattore di potenza è molto diverso da valore 1.

SOLUZIONE:

Ripristinare la corrispondenza delle fasi di misura dei TA e dei TV. Se possibile il modo migliore è seguire fisicamente i conduttori. In caso questo non fosse possibile è necessario ricorrere ad un analizzatore di rete in grado di misurare i fasori. Come ultima opzione spostare i collegamenti dei secondari dei TA o dei TV lato morsettiera nel quadro CCI sino ad avere dei valori attendibili (potenza attiva molto simile a quella totale prodotta dagli inverter, potenza reattiva bassa, fattore di potenza prossimo a valore 1).

4.1.3 TUTTI I TA INVERTITI

DIAGNOSI:

Tutte le potenze attive di fase sono negative. La potenza attiva totale immessa in rete è coerente con la produzione totale degli inverter ma ha segno negativo.

SOLUZIONE:

Invertire tutti i TA o semplicemente invertire i relativi segnali S1 e S2 lato morsettiera del quadro CCI.

4.2 CESSIONE PARZIALE

Assunzioni:

- Ci sono dei carichi che possono essere presenti sia di giorno che di notte
- I carichi possono essere reattivi
- In questo caso i ragionamenti vanno fatti sui dati notturni quando non c'è immissione o eventualmente spegnendo gli inverter

4.2.1 UN TA INVERTITO

DIAGNOSI:

Una delle tre potenze attive di fase è positiva durante la notte mentre le altre due sono negative. Ciò non è possibile poiché di notte non può esserci immissione.

SOLUZIONE:

Invertire il TA L1 o semplicemente invertire i relativi segnali S1 e S2 lato morsettiera del quadro CCI

4.2.2 TUTTI I TA INVERTITI

DIAGNOSI:

Tutte e tre le potenze attive di fase e la potenza attiva totale sono positive di notte. Ciò non è possibile poiché di notte non può esserci immissione.

SOLUZIONE:

Invertire i TA o semplicemente invertire i relativi segnali S1 e S2 lato morsettiera del quadro CCI

4.2.3 FASI DI MISURA DEI TA E DEI TV NON CORRISPONDENTI

Nel caso di cessione parziale, essendo presenti carichi attivi e reattivi, non è possibile usare la potenza reattiva ed il fattore di potenza per identificare l'eventuale errore installativo. Gli unici modi per essere sicuri della corretta installazione dal punto di vista della corrispondenza tra le fasi di misura dei TA e dei TV sono:

- Spegnere tutti i carichi lasciando il solo contributo dell'impianto PV e ragionare come spiegato nel paragrafo 4.1.2
- Usare un analizzatore di rete per valutare i fasori