

REGIONE BASILICATA
PROVINCIA DI MATERA
COMUNE DI GROTTOLE



PROGETTO DEFINITIVO

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VALBASENTO, integrato da un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

Titolo elaborato

A.6. Relazione tecnica delle opere architettoniche

Codice elaborato

COMMESSA	FASE	ELABORATO	REV.
F0441	A	R09	A

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

Scala

—

DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
Aprile 2022	Prima emissione	MMA	MLO	GDS

Proponente

BLUSOLAR GROTTOLE 1 s.r.l.

Via Caravaggio 125,
65125 Pescara (PE)

Progettazione



F4 Ingegneria srl

Via Di Giura - Centro Direzionale, 85100 Potenza
Tel: +39 0971 1944797 - Fax: +39 0971 55452
www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Il Direttore Tecnico
(ing. Giovanni DI SANTO)



Società certificata secondo la norma UNI-EN ISO 9001:2015 per l'erogazione di servizi di ingegneria nei settori: civile, idraulica, acustica, energia, ambiente (settore IAF: 34).





Sommario

Premessa	2
A.6.a Pannelli fotovoltaici e strutture di sostegno	3
A.6.a.1 Pannelli fotovoltaici	3
A.6.a.2 Strutture di supporto	5
A.6.b Cabine di campo e trasformazione	8
A.6.c Sottostazione di condivisione e trasformazione MT/AT	10



Premessa

Il presente progetto si riferisce alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico di grande generazione e delle opere ad esso connesse da realizzare nell'area SIN (Sito di Interesse Nazionale) VALBASENTO nel territorio comunale di Grottole (MT). Nella fattispecie l'impianto, caratterizzato da una potenza di picco di 19,830 MWp, sarà utilizzato per la restituzione dell'energia nella rete Terna mediante la connessione alla cabina RTN sita nel territorio comunale di Grottole, passando per l'area condivisa di stazione utenza 150/380V in progetto. Integrato all'impianto verrà realizzato un sistema di accumulo con una potenza di picco in immissione e in prelievo di 20MWp e una capacità complessiva dei moduli batteria di 20MWh.

Il sito di realizzazione dell'impianto fotovoltaico ricade interamente all'interno del territorio comunale di Grottole (MT) e le coordinate sono le seguenti:

- Latitudine: 40.573972° N
- Longitudine: 16.403166° E
- Altitudine: circa 120 mslm.

Dal punto di vista catastale, le aree oggetto di intervento, comprensive sia dell'impianto fotovoltaico che delle necessarie opere di connessione, risultano attualmente distinte in catasto come segue:

- foglio di mappa 15,26,27,36,40,41,42,43,48,49,50,53,55,58,60,61 per il territorio di Grottole;
- foglio di mappa 81,82,118 per il territorio di Matera;

Le opere oggetto della presente relazione sono:

- i pannelli fotovoltaici e le strutture di sostegno;
- le cabine di campo e trasformazione;
- la sottostazione di condivisione e trasformazione in MT/AT.



A.6.a Pannelli fotovoltaici e strutture di sostegno

A.6.a.1 Pannelli fotovoltaici

Al fine di ottimizzare la produzione di energia, l'impianto fotovoltaico in progetto sarà composto da un modulo tipo JAM78S30-600/GR o similare. I moduli sono assemblati con 156 (6x26) celle in silicio monocristallino PERC da 11BB e tecnologia di connessione a nastro gap-less, che offrono una maggiore potenza di uscita con una migliore efficienza del modulo. I pannelli sfruttano la tecnologia "*half cut cells*" letteralmente celle tagliate a metà.

La tecnologia "*half cut cells*" permette l'aumento della potenza del singolo modulo e della producibilità, grazie ai seguenti fattori:

A) Maggiore tolleranza all'ombreggiamento

Nei moduli tradizionali le celle sono collegate in serie in una matrice 6 x 10 e l'effetto di un'eventuale ombra è mitigato dai 3 diodi di by-pass. Nell'eventualità in cui una cella non venga irraggiata come le altre, uno dei 3 diodi si attiva e la produzione del modulo viene garantita solo per 2/3 (un modulo da 300W potrebbe produrre 200W). Considerando invece un modulo con 120 celle half-cut ci saranno 2 serie da 60 celle in parallelo aventi in comune i 3 diodi di by-pass. In questo modo se una cella viene ombreggiata solo 1/6 del modulo risentirà dell'ombra (un modulo da 300W potrebbe quindi produrre 250W).

B) Diminuzione delle perdite resistive

Nelle celle half cut, essendo la superficie metà rispetto alle celle intere, la corrente prodotta sarà anch'essa dimezzata e di conseguenza le perdite saranno ridotte di $\frac{1}{4}$ (essendo le perdite proporzionali al quadrato della corrente). Inoltre, con una minore corrente circolante nei bus bar, la temperatura del modulo sarà più bassa concorrendo così ad aumentarne la producibilità.

C) Minore possibilità di crack

In una cella a minore superficie i microcrack che si formano nel tempo influiranno meno e il modulo fotovoltaico manterrà le prestazioni più a lungo nel tempo.

In allegato alla presente relazione è presente la scheda tecnica di dettaglio del modulo, mentre nel seguito si riportano le caratteristiche principali:

- **produttore: JA Solar;**
- **modello: JAM78S30-600/GR;**
- **potenza di picco: 600 Wp;**
- **tensione a circuito aperto (Voc a STC): 53.5 V;**
- **corrente di corto circuito (Isc a STC): 14.03 A;**
- **dimensioni: 2465x1134x35 mm;**
- **peso: 31.1 kg.**

Dal punto di vista del collegamento elettrico, si prevede di collegare 25 moduli in serie, uniti lungo il lato maggiore (1x25 portrait) per formare una "stringa".

Ogni stringa, pertanto, produce una potenza pari a:

$$25 \times 600 \text{ W} = 15 \text{ kW}$$

Unendo in parallelo fino a 3 stringhe si prevede di formare una struttura di supporto unica, denominata "tracker", un inseguitore monoassiale autoalimentato, che grazie ad un algoritmo è in





grado di seguire con precisione la posizione del sole nell'arco della giornata, andando ad aumentare le ore di irraggiamento diretto in impianti di produzione dell'energia da fonte solare.

Le 3 configurazioni dei tracker utilizzati per la realizzazione del parco sono le seguenti:

- SH75 (75 moduli, 3 stringhe da 25 moduli, configurazione 1X75 p)
- SH50 (50 moduli, 2 stringhe da 25 moduli, configurazione 1X 50 p)
- SH25 (25 moduli, 1 stringa da 25 moduli, configurazione 1X25 p)

Per ogni tracker, infine, verrà aggiunto un quadro di parallelo.

Le stringhe da 25 moduli saranno unite in parallelo per formare un array di massimo 18 stringhe che sarà collegato ad un inverter concentrato da 200kW che la trasformano in corrente alternata con tensione di uscita di 600V.

Dai convertitori l'energia prodotta verrà trasferita mediante conduttori elettrici interrati alle cabine di campo che fungeranno anche da "cabine di trasformazione" in grado di incrementare il voltaggio fino alla media tensione (MT 30kV).

L'impianto, come detto, è suddiviso in 5 "sottocampi", collegati ad altrettante cabine di campo caratterizzate dalle seguenti potenze di picco:

- sottocampo 1: 248 stringhe x 25 Moduli
6200 moduli da 600 Wp
12 smart combiner box
1 inverter centralizzato da 3060 kVA
Potenza totale in DC: 3.720 kWp
Potenza totale in AC: 3.060 kVA
- sottocampo 2: 248 stringhe x 25 Moduli
6200 moduli da 600 Wp
12 smart combiner box
1 inverter centralizzato da 3060 kVA
Potenza totale in DC: 3.720 kWp
Potenza totale in AC: 3.060 kVA
- sottocampo 3: 248 stringhe x 25 Moduli
6200 moduli da 600 Wp
12 smart combiner box
1 inverter centralizzato da 3060 kVA
Potenza totale in DC: 3.720 kWp
Potenza totale in AC: 3.060 kVA
- sottocampo 4: 248 stringhe x 25 Moduli
6200 moduli da 600 Wp
12 smart combiner box
1 inverter centralizzato da 3060 kVA
Potenza totale in DC: 3.720 kWp
Potenza totale in AC: 3.060 kVA
- sottocampo 5: 330 stringhe x 25 Moduli



8250 moduli da 600 Wp
16 smart combiner box
1 inverter centralizzato da 4000 kVA
Potenza totale in DC: 4.950 kWp
Potenza totale in AC: 4.000 kVA

La configurazione del presente progetto è la seguente:

- n° 123 tracker 1x25 moduli = 3.075 moduli
- n° 145 tracker 1x50 moduli = 7.250 moduli
- n° 303 tracker 1x75 moduli = 22.725 moduli

In totale, quindi, saranno installati 33.050 moduli per una potenza di picco installata in corrente continua pari a:

$$33.050 \text{ moduli} \times 600 \text{ Wp} = 19.830 \text{ Wp} = 19,83 \text{ MW DC}$$

La potenza apparente totale dell'impianto, in corrente alternata, data dalla somma della potenza degli inverter sarà pari a:

$$3.060_{(\text{campo1})} + 3.060_{(\text{campo2})} + 3.060_{(\text{campo3})} + 3.060_{(\text{campo4})} + 4.000_{(\text{campo5})} = 16.240 \text{ kVA}$$

Assumendo un cosfi di 0,9 ne deriva una potenza nominale in AC di 14,62 MW

A.6.a.2 Strutture di supporto

Le strutture metalliche di supporto ai pannelli fotovoltaici, denominate "tracker", saranno posizionate con asse nord-sud dato che sono in grado di variare l'angolazione orientare i pannelli in modo da "inseguire" la fonte solare durante il suo moto apparente sulla volta celeste. In allegato alla presente relazione è presente la scheda tecnica di dettaglio della struttura, mentre nel seguito si riportano le caratteristiche principali:

- **produttore: COMAL Impianti;**
- **modello: SunHunter 18AB;**
- **range di rotazione: 110° (da -55° a +55°);**
- **ground coverage ratio (GCR): 49.7%;**

Alla base della progettazione del tracker SunHunter sono state poste l'affidabilità del sistema e la facilità nell'installazione, entrambe caratteristiche frutto dell'esperienza di Comal Impianti nella costruzione di impianti fotovoltaici industriali. L'inseguitore è costituito da travi scatolate a sezione quadrata, sorrette da pali con profilo a Z ed incernierate nella parte centrale dell'inseguitore al gruppo di riduzione/motore; ancorati alle travi sono i supporti dei moduli, con profilo omega e zeta. I moduli vengono fissati con bulloni e almeno uno di essi è dotato di un dado antifurto.

Al variare della taglia dell'inseguitore, varia il numero di pali di fondazione. Ogni inseguitore è sempre dotato di un palo centrale di tipo HEA 160 ed un numero variabile di pali Z. Il particolare profilo dei pali Z consente una efficace penetrazione in differenti tipologie di terreni ed un'ottima



tenuta alle sollecitazioni dovute alla movimentazione della struttura e carichi da vento. Entrambe le tipologie di pali presentano delle asolature per il successivo fissaggio delle teste palo. La presenza di asole consente una più accurata regolazione dell'allineamento della struttura e la compensazione di eventuali errori in fase di infissione. Prove di pull-out vengono eseguite prima della determinazione della lunghezza dei pali per lo specifico progetto.

Sul palo centrale sono imbullonate due piastre ad L per l'ancoraggio del gruppo motore (definite teste motore) e su queste viene fissato il gruppo motore stesso, al quale vengono successivamente accoppiate le prime due travi centrali. Analogamente per ogni palo Z sono presenti delle piastre a T (teste palo), sulle quali sono fissati i cuscinetti per la rotazione della struttura. I cuscinetti sono realizzati in materiale plastico polimerico a matrice vetrosa, progettati e testati da Comal Impianti garantiscono alte prestazioni e durabilità per l'intera vita del progetto (stimata in 25 anni).

Nella parte centrale della struttura è presente il motore e gruppo di riduzione. Le travi sono l'elemento portante dell'intera struttura. Queste sono ancorate al motore e passanti all'interno dei cuscinetti. Le travi attraverso opportuni giunti sono collegate in serie, andando a formare un'unica struttura. Sulle travi vengono installati i moduli fotovoltaici. Specifici supporti con profilo omega (zeta quelli terminali) vengono fissati alle travi e, grazie alla presenza di fori di dimensioni compatibili con quelli presenti sui moduli, è possibile l'ancoraggio del generatore fotovoltaico all'inseguitore

Grazie alla modularità con la quale è stato progettato il tracker SunHunter, la fase di installazione in campo richiede poco tempo e soprattutto non presenta operazioni critiche che ne possano pregiudicare il corretto funzionamento. La maggior parte delle componenti infatti è stata ideata con delle tolleranze tali da permettere di recuperare eventuali imprecisioni commesse nelle fasi precedenti.

Per quanto riguarda la manutenzione dopo la messa in servizio delle strutture, anche questa fase richiede dei tempi minimi. Per lo più infatti la manutenzione del SunHunter è di tipo ordinario.

L'inseguimento monoassiale semplifica la pulizia dei pannelli e l'eventuale gestione del verde, in quanto non sono presenti ostacoli tra le file: i tracker adiacenti, infatti, possono essere ruotati l'uno di fronte all'altro per consentire una pulizia simultanea.

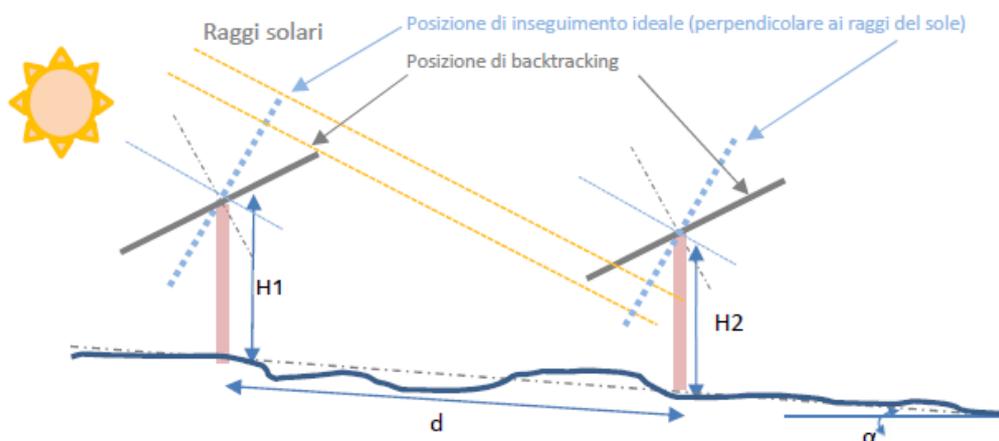


Figura 1. Schema di inseguimento del tracker



Il "tracker", secondo la scheda tecnica, può essere installato su diverse fondazioni: blocchi di cemento, pali infissi, pali a vite. I pali hanno un profilo a C e, nel caso specifico, si tratta di pali infissi direttamente nel suolo.

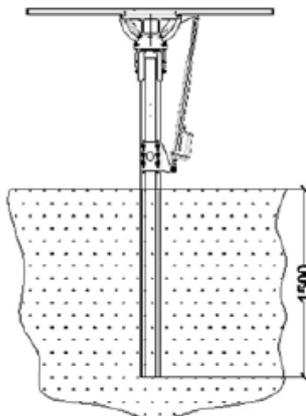


Figura 2. Pilo del tracker interrato nel suolo

Le fondazioni sono costituite, dunque, da pali in acciaio UPN160 infissi.

L'avanzamento nel terreno alla profondità desiderata avviene attraverso un processo di battitura del palo componente la struttura del "tracker".

Ciascun "tracker" monofila è in grado di muoversi in maniera indipendente rispetto agli altri, infatti ognuno è movimentato del proprio sistema di motorizzazione.

Per poter rendere la giacitura del terreno compatibile con l'installazione delle strutture di supporto, inoltre, sono previste anche minime attività di movimento terra finalizzate ad operazioni di livellamento e regolarizzazione del piano campagna.

Le strutture di supporto sono state dimensionate in maniera tale da non consentire un elevato impatto visivo. L'altezza massima raggiungibile da ciascun pannello, infatti, è inferiore a 3.00 m rispetto al piano campagna. In questo modo, tra l'altro, gli elementi da installare ricadono all'interno della casistica A.5.9 (in quanto trattasi di "Pannelli solari e fotovoltaici su strutture di sostegno (pali e simili) di altezza $\leq 3,00$ m dotati di certificato e/o brevetto ministeriale") della DGR 739 del 12.06.2012 "Atto di indirizzo per la definizione delle Opere Minori ai fini della sicurezza per le costruzioni in zona sismica" che disciplina le opere che risultano esentate dall'applicazione delle disposizioni della l.r. 38/1997 e del d.p.R. 380/2001 e che, pertanto, non sono soggette al deposito presso gli uffici dell'ex Genio Civile.

Le strutture di inseguimento scelte saranno del tipo:

- **SH75** (75 moduli, 3 stringhe da 25 moduli, configurazione 1X75 p)
- **SH50** (50 moduli, 2 stringhe da 25 moduli, configurazione 1X 50 p)
- **SH25** (25 moduli, 1 stringa da 25 moduli, configurazione 1X25 p)

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici.



A.6.b Cabine di campo e trasformazione

Nel presente progetto, come già detto in precedenza, è prevista la divisione dell'impianto fotovoltaico in 5 sottocampi. In ognuno di essi, sarà situata una cabina di campo e trasformazione BT/MT contenente al suo interno un inverter (di potenza variabile da 3060kVA a 4000 kVA), atto a gestire ogni singolo sottocampo.

Le cabine saranno costituite da elementi prefabbricati poggiati su una fondazione in cls armato gettato in opera.

Le cabine saranno composte dai seguenti locali:

- locale misure;
- locale quadri;
- locale batterie;
- locale servizi igienici;
- locale SCADA.



Figura 3. Esempio di soluzione integrata inverter e trasformatore in container da 20 piedi

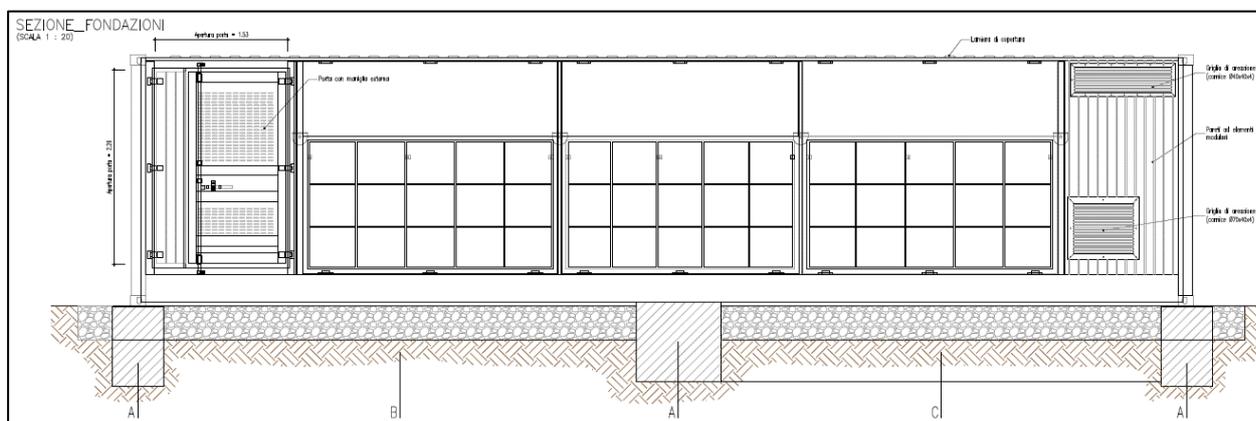


Figura 4. Sezione fondazioni di una cabina di campo e trasformazione



A.6. Relazione tecnica delle opere architettoniche

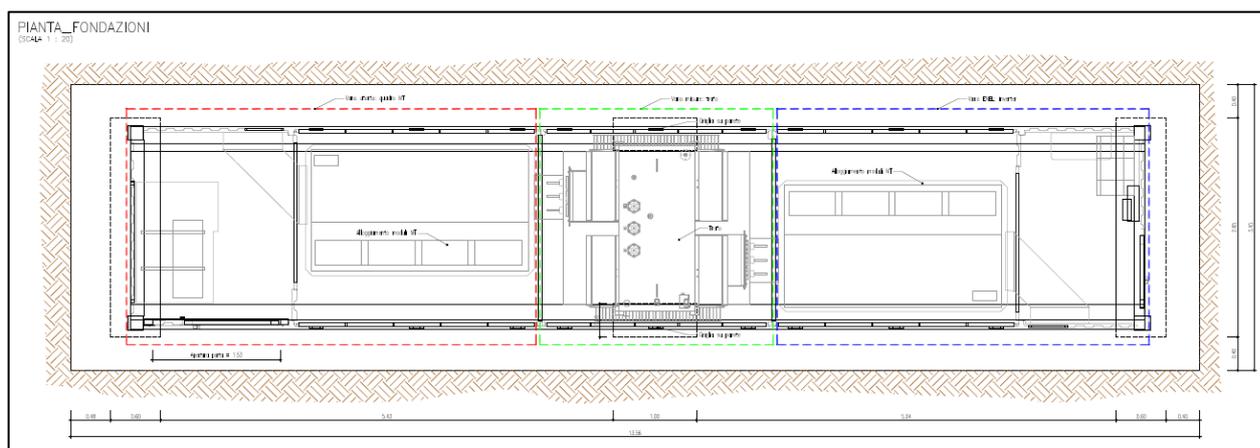


Figura 5. Pianta fondazioni di una cabina di campo e trasformazione

A valle della trasformazione della tensione in MT è prevista la posa di un cavidotto interno in MT che collegherà tutte le cabine in entra-esce tra loro.

Le cabine saranno collegate ad un quadro MT di campo dal quale l'energia verrà trasferita mediante un unico cavidotto esterno alla sottostazione di condivisione e trasformazione e, da qui, alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) tramite il punto di connessione posto nel territorio comunale di Grottole.

Nella seguente figura è rappresentato un diagramma schematico di funzionamento della cabina di trasformazione.

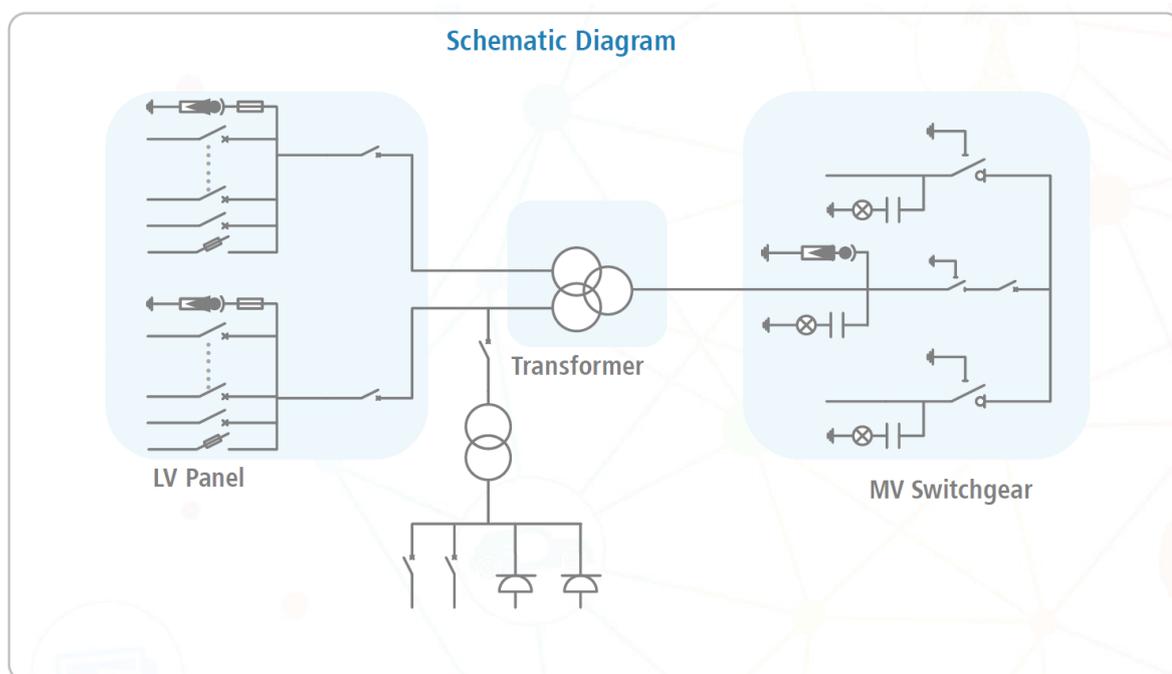


Figura 6. diagramma schematico di funzionamento della cabina di campo e trasformazione



A.6.c Sottostazione di condivisione e trasformazione MT/AT

A valle cavidotto esterno in MT, come detto, è prevista la realizzazione di una sottostazione elettrica di condivisione e trasformazione da media ad alta tensione MT/AT situata nelle immediate vicinanze del punto di consegna. Tale sottostazione, pertanto, sarà distinguibile in due unità separate: la prima, indicata anche come "stazione di condivisione a 150 kV", sarà utilizzata per condividere lo stallo di connessione assegnato da Terna spa tra diversi produttori di energia e la seconda, indicata anche come "stazione utenza di trasformazione 30/150 kV".

La seconda, in particolare, sarà costituita da:

- un montante trasformatore (completo di trasformatore AT/MT);
- un locale per l'alloggiamento dei quadri di potenza e controllo e delle apparecchiature di misura dell'energia elettrica.

Il montante trasformatore, in particolare, sarà costituito dalle seguenti apparecchiature:

- trasformatore AT/MT;
- scaricatori di sovratensione AT;
- trasformatori di corrente;
- interruttore tripolare AT con comando motorizzato;
- trasformatore di tensione capacitivo AT;
- sezionatore tripolare AT con comando motorizzato.

Il trasformatore sarà dotato di sonde termometriche installate sugli avvolgimenti secondari del trasformatore stesso e di dispositivi per la rilevazione della pressione dell'olio di isolamento; i segnali delle protezioni sopra descritte saranno inviate al quadro di controllo della sottostazione e utilizzate per le eventuali segnalazioni di allarme e blocco.

Il collegamento tra la sottostazione di trasformazione e la sottostazione di consegna verrà realizzato mediante un (breve) cavo in alta tensione come previsto dalla STMG, in modo da trasferire l'energia elettrica prodotta alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).