

CERIGNOLA

REGIONE PUGLIA

PROVINCIA DI FOGGIA

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO E RELATIVE OPERE ED  
INFRASTRUTTURE CONNESSE DELLA POTENZA ELETTRICA DI  
140,66 MW (ex 120MW) SITO NEL COMUNE DI CERIGNOLA**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**CALCOLI PRELIMINARI IMPIANTI**

Proponente:

**CERIGNOLA SOLAR 2 S.R.L.**

Via Antonio Locatelli n.1  
37122 Verona  
P.IVA 04741630232  
cerignolasolar2@pec.it

Progettazione:

**WH Group s.r.l.**

Via A. Locatelli n.1 - 37122 Verona (VR)  
P.IVA 12336131003  
ingegneria@enitgroup.eu

Ing. Antonio Tartaglia



Spazio riservato agli Enti:

File: PEI7Q60_4.2.II_2_CalcoloPreliminarilmpianti		Cod. PEI7Q60		Scala: ---	
<b>4.2.II_2</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Redatto</b>	<b>Approvato</b>
	02	08/03/2022	V.I.A. Ministeriale	A. Tartaglia	S.M. Caputo
	01	01/07/2020	Richiesta Integrazione		
	00	14/10/2019	Prima Emissione		
<p><b>CERIGNOLA SOLAR 2 S.R.L.</b>   Via Antonio Locatelli n.1 37122 Verona   cerignolasolar2@pec.it</p>					

## INDICE

<b>1</b>	<b>OGGETTO DEL DOCUMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DATI DI PROGETTO .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI.....</b>	<b>7</b>
3.1	Configurazione dell'impianto .....	8
3.2	Cabine di Conversione.....	9
3.3	Vano di trasformazione .....	10
3.4	Dispositivi di protezione .....	12
3.5	Misura dell'energia elettrica prodotta.....	12
3.6	Tracciato dell'elettrodotto .....	12
3.7	Scelta del tipo di posa.....	13
3.8	Scelta del tipo di cavi a MT .....	13
3.9	Temperatura di posa.....	16
3.10	Segnalazione della presenza dei cavi .....	16
3.11	Prova di isolamento .....	16
3.12	Impianto di terra.....	16
3.13	Impianti BT per i fabbricati uffici .....	16
3.14	Impianto di videosorveglianza.....	17
<b>4</b>	<b>SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE E CONSEGNA .....</b>	<b>18</b>
4.1	Raccordo AT in cavo.....	18
4.1.1	<i>Conduttori.....</i>	18
4.1.2	<i>Modalità di posa.....</i>	19
4.2	Montante AT .....	20
4.2.1	<i>Interruttore tripolare in SF6.....</i>	20
4.2.2	<i>Scaricatori di sovratensione.....</i>	21
4.2.3	<i>Trasformatore AT/MT.....</i>	21
4.2.4	<i>Conduttori, morse e collegamenti AT.....</i>	21
4.2.5	<i>Strutture metalliche di sostegno.....</i>	21
4.2.6	<i>Collegamenti ausiliari.....</i>	21
4.3	Apparecchiature a MT.....	22
4.3.1	<i>Quadro generale MT di sottostazione .....</i>	22
4.3.2	<i>Servizi ausiliari essenziali .....</i>	23
4.4	Rete di terra .....	23
4.5	Illuminazione esterna ed impianto FM - RTN e cliente .....	24
4.6	Impianti speciali .....	24
4.7	Protezione apparecchiature sottostazione .....	24
4.7.1	<i>Protezione lato MT.....</i>	24
4.7.2	<i>Protezione di interfaccia.....</i>	25
4.7.3	<i>Protezione del trasformatore MT/AT .....</i>	25

<b>5</b>	<b>STAZIONE DI TRASFORMAZIONE AT/AAT TERNA .....</b>	<b>26</b>
<b>6</b>	<b>SISTEMA DI PROTEZIONE E CONTROLLO SCADA.....</b>	<b>27</b>
6.1	RTU della sottostazione.....	27
6.2	Unità di controllo dello stallo AT.....	28
6.3	SCADA .....	28
6.4	RTU della cabina di smistamento.....	28
<b>7</b>	<b>APPARECCHIATURE DI MISURA DELL'ENERGIA .....</b>	<b>28</b>
7.1	Specifiche generali .....	28
7.2	AdM su consegna 150 kV .....	29
7.3	AdM a bocca di centrale .....	30
7.4	AdM su servizi ausiliari .....	30
<b>8</b>	<b>SICUREZZA DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>30</b>
8.1	Protezione da corto circuiti sul lato c.c. dell'impianto.....	30
8.2	Protezione da contatti accidentali lato c.c. ....	30
8.3	Protezione dalle fulminazioni .....	31
8.4	Sicurezze sul lato c.a. dell'impianto .....	31
8.5	Impianto di messa a terra .....	31
<b>9</b>	<b>CRITERI DI COSTRUZIONE .....</b>	<b>32</b>
9.1	Esecuzione degli scavi.....	32
<b>10</b>	<b>ESECUZIONE DI POZZETTI E CAMERETTE .....</b>	<b>32</b>
10.1	Esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni a MT .....	32
10.2	Messa a terra dei rivestimenti metallici .....	32

## I OGGETTO DEL DOCUMENTO

La presente relazione descrive tecnicamente la centrale di conversione dell'energia solare in energia elettrica tramite tecnologia fotovoltaica e le relative opere ed infrastrutture connesse e necessarie, da realizzarsi nell'agro del Comune di Cerignola, in Provincia di Foggia.

Il progetto prevede una potenza complessiva di 140,66455 MWp, articolata in tre diversi campi fotovoltaici:

- A. Campo fotovoltaico "A1" con potenza pari a 75,7068 MW;
- B. Campo fotovoltaico "A2" con potenza pari a 35,4913 MW;
- C. Campo fotovoltaico "B" con potenza pari a 29,46645 MW.

Si ritiene opportuno evidenziare come l'opera, rientrante negli "impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili", autorizzata tramite procedimento unico regionale è dichiarata di pubblica utilità ed indifferibile ed urgente, ai sensi dell'art. 12 del D. Lgs. 387/2003.

Le opere, data la loro specificità, sono da intendersi di interesse pubblico, indifferibili ed urgenti ai sensi di quanto affermato dall'art. 1 comma 4 della legge 10/91 e ribadito dall'art. 12 comma 1 del Decreto Legislativo 387/2003, nonché urbanisticamente compatibili con la destinazione agricola dei suoli come sancito dal comma 7 dello stesso articolo del decreto legislativo.

Tutta la progettazione è stata sviluppata utilizzando tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo; considerando che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tecnologie e le caratteristiche delle componenti principali (moduli fotovoltaici, inverter, strutture di supporto), ma resteranno invariate le caratteristiche complessive e principali dell'intero impianto in termini di potenza massima di produzione, occupazione del suolo e fabbricati.

## 2 DATI DI PROGETTO

Proponente	<b>CERIGNOLA SOLAR 2 s.r.l.</b>
Sede legale	Via Antonio Locatelli n.1 37122 Verona (VR) cerignolasolar2@pec.it P.IVA 04741630232
<b>LOCALIZZAZIONE</b>	
Ubicazione dei campi e altitudine media	Loc. La Vangelese nel Comune di Cerignola Loc. Giardino nel Comune di Cerignola
Dati catastali dei campi	<p><b>Loc. La Vangelese campo "A1" nel Comune di Cerignola</b> Foglio 5 – p.lle 33, 34, 37, 112, 115, 155, 156, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279.</p> <p><b>Loc. La Vangelese campo "A2" nel Comune di Cerignola</b> Foglio 4 – p.lle 14, 15, 21, 51, 52, 56, 59, 60, 61, 62, 63, 83.</p> <p><b>Loc. Giardino campo "B" nel Comune di Cerignola</b> Foglio 16 – p.lle 14, 15, 19, 27, 30, 50, 55. Foglio 17 – p.lle 1, 2, 5, 7, 8, 41.</p>
Superficie occupata al confine delle recinzioni dei singoli campi	<p style="text-align: right;"><b>Superficie totale occupata    174,74 ha</b></p> <p style="text-align: right;">Superficie campo "A1"    90,55 ha</p> <p style="text-align: right;">Superficie campo "A2"    44,29 ha</p> <p style="text-align: right;">Superficie campo "B"    39,84 ha</p>

Coordinate	Geografiche WGS84		WGS84 UTM33N		
	LAT	LONG	E	N	
	Campo A1	41.423961°	15.904348°	575568.046	4586217.059
	Campo A2	41.419682°	15.920734°	576942.287	4585756.462
Campo B	41.403023°	15.910363°	576095.056	4583897.871	

USO DEL SUOLO		
<b>Superficie Agricola Utilizzata (S.A.U.)</b>	<b>250,2</b>	<b>ha</b>
Superficie occupata al confine della recinzione della centrale FV	174,74	ha
Superficie Agricola Coltivata	241,09	ha
Superficie Agricola Non Coltivata	9,11	ha
di cui:		
Superficie occupata da strade interne e viabilità di accesso di nuova realizzazione, di tipo brecciate	9,11	ha
Incidenza superficie non coltivata su S.A.U.	3,64	%

DATI IMPIANTISTICI	
Potenza nominale dell'impianto	140,66455 MWp
Range di tensione in corrente continua in ingresso al gruppo di conversione	≤1500V
Tensione in corrente alternata in uscita al gruppo di conversione	<1000V
Dati del collegamento elettrico	Tensione nominale Trasporto 30 kV
	Tensione nominale Consegna 150 kV
Punto di Consegna	Sottostazione ubicata nel fg. 91 p.IIa 190, fg. 93 p.IIa 331 del Comune di Cerignola (in Loc "Mass. Dell'Erba")

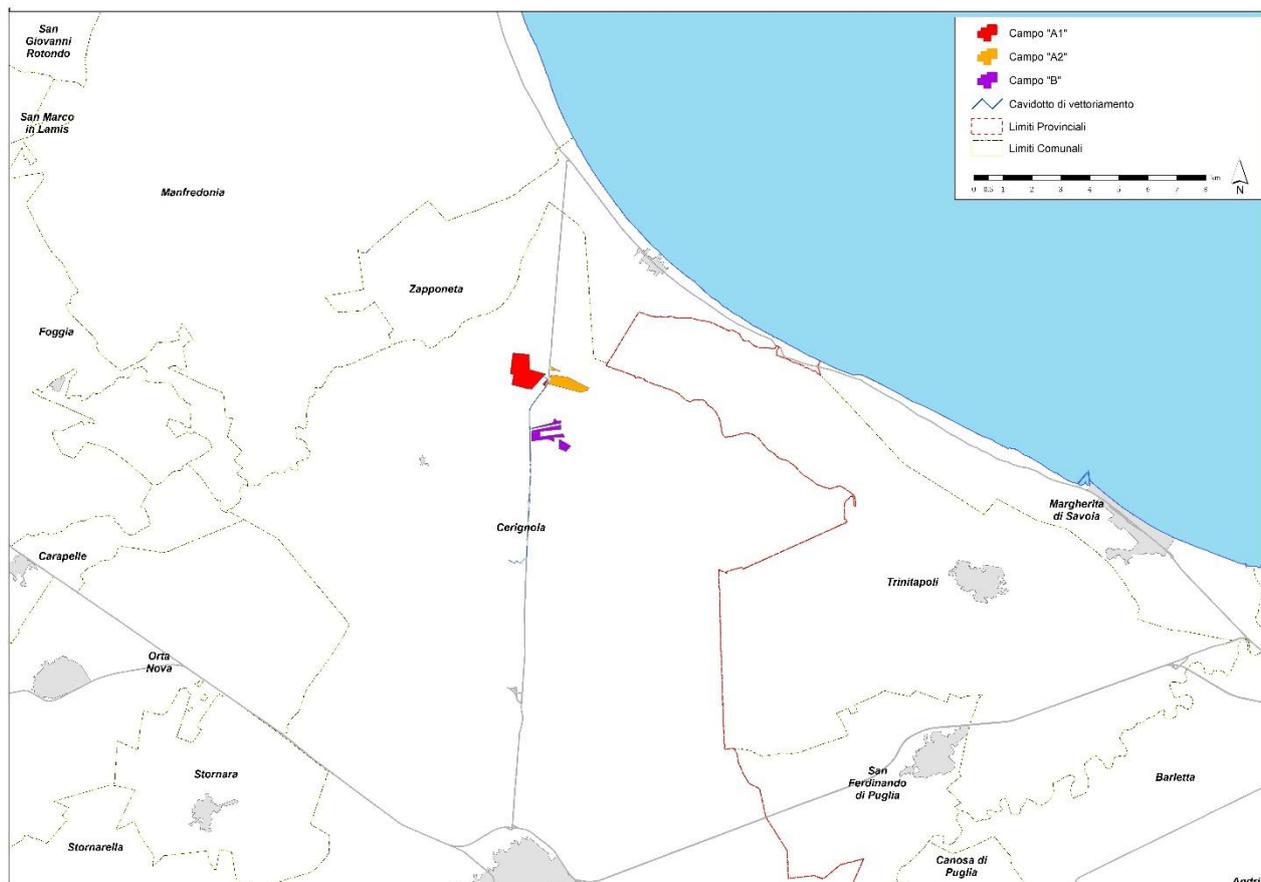


Figura 1 – Inquadramento della centrale agro-voltaica su confini amministrativi comunali e provinciali

### 3 RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

Nella redazione del presente progetto sono state e dovranno essere osservate anche in fase di esecuzione dei lavori di installazione, le disposizioni di legge vigenti in materia e le norme tecniche del CEI.

In particolare, si richiamano le seguenti Norme e disposizioni di legge:

- norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale (in particolare CEI 64-8, CEI 99-2, CEI 99-3, CEI 81-10);
- norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici (in particolare CEI EN 60904, 61215);
- conformità al marchio CE per tutti gli apparati di bassa tensione;
- UNI 10349 per il dimensionamento del generatore fotovoltaico;
- UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici e per le opere civili;
- le norme EN 60439 e IEC 439 per i quadri elettrici, le norme CEI sulla compatibilità elettromagnetica (EMC), sui limiti per il contenuto di armoniche i disturbi indotti sulla rete dal gruppo di conversione e la limitazione delle emissioni in RF.

Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni, si ricorda:

- il D.Lgs 81/2008 "Testo Unico della sicurezza" e s.m.i.
- il D.M. 37/2008 e s.m.i. per la sicurezza elettrica.

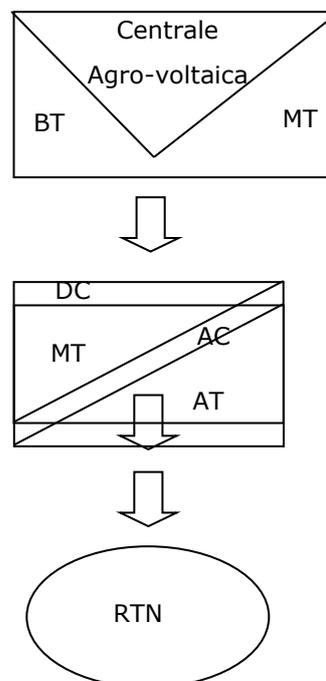
Per quanto riguarda il collegamento alla rete e l'esercizio dell'impianto, le scelte progettuali devono essere conformi alle seguenti normative e leggi:

- norma CEI 99-2, CEI 99-3 per le sezioni MT ed AT e per il collegamento alla rete pubblica, la CEI EN 61727 e le disposizioni del documento Terna "Requisiti e caratteristiche di riferimento delle stazioni elettriche della RTN" per il collegamento alla rete ad alta tensione di Terna S.p.A.;
- norme CEI EN 61724 per la misura e acquisizione dati;
- norme CEI 82-1; CEI 82-25 per i sistemi fotovoltaici;
- Decreto Ministeriale 19 febbraio 2007, emesso dai Ministeri delle Attività Produttive e dell'Ambiente in attuazione del Decreto Legislativo n. 387 del 29/12/2003; quest'ultimo è stato emanato a sua volta in attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili;
- D.G.R. Puglia 35/2007 per il procedimento unico regionale di autorizzazione.

Dovranno essere inoltre rispettate tutte le leggi in materia fiscale ed in materia di edilizia e realizzazione di strutture.

### 3.1 Configurazione dell'impianto

L'impianto sarà di tipo inseguitore monoassiale dotati di una tecnologia elettromeccanica per seguire ogni giorno l'esposizione solare Est-Ovest. Lo schema a blocchi dell'impianto sarà:



Nei paragrafi successivi saranno descritti in maniera più approfondita le varie componenti del ciclo produttivo sopra indicato.

### 3.2 Cabine di Conversione

All'interno dei locali di conversione avviene il passaggio da corrente continua a corrente alternata. Tale trasformazione avviene per mezzo di convertitori statici con caratteristiche idonee alla scelta dei pannelli fotovoltaici costituenti i singoli sottocampi. Si tratta di inverter trifase con le seguenti caratteristiche elettriche o similari:

Grandezza	Valore
Range di tensione in ingresso	778 - 1077 Vdc
Tensione di uscita alla Pnom	690 Vac $\pm$ 15%
Frequenza di uscita	50 Hz $\pm$ 2%
cos $\phi$	1
Grado di protezione	IP 65 - IP 34
Range di temperatura di funzionamento	-40°C +60°C
Potenza nominale in ingresso (CC)	2500/3000 kW
Potenza nominale di uscita (CA)	2500/3000 kVA
Rendimento Europeo	98,3/98,6 %

*Tabella 1 - Caratteristiche tecniche del convertitore statico CC/CA*

Tali apparecchi saranno dotati di idonei dispositivi esterni atti a sezionare e proteggere sia il lato in corrente continua che il lato in corrente alternata, che saranno posti in idonei quadri.

Le cabine poggeranno su fondazione prefabbricata in calcestruzzo, saranno del tipo prefabbricato in cemento armato vibrato o messe in opera con pannelli prefabbricati o container meccanico preassemblato; saranno dotate di porta di chiusura in lamiera e aperture di aerazione per il corretto ricambio d'aria.

Tutte le parti attive del generatore fotovoltaico saranno isolate da terra, mentre le masse metalliche saranno collegate all'impianto di terra di protezione; a protezione dei contatti indiretti, in ottemperanza alla norma CEI 64-8 l'impianto disporrà di un dispositivo di controllo dell'isolamento che indicherà il verificarsi del primo guasto a terra, interrompendo il circuito e quindi il servizio.

Dalle cabine di conversione partono cavi verso il vano di trasformazione per l'elevazione a 30.000 V.

La protezione contro i contatti diretti sarà assicurata mediante isolamento delle parti attive o con l'utilizzo di involucri e barriere; in ogni caso il contatto verrà impedito in modo totale.

L'impianto verrà realizzato con grado di protezione complessivo IP65.

La protezione contro i contatti indiretti nella sezione bassa tensione, in corrente alternata alla frequenza di rete, si attuerà mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione, soddisfacendo la prescrizione:

$$R_t \times I_d < 50$$

Ove:

- $R_t$  è la resistenza del dispersore al quale sono collegate le masse
- $I_d$  è la corrente di 1° guasto
- 50 è il valore di tensione verso massa, (50 V)

Le linee elettriche prevedono conduttori di tipo FG16OR16.

Ogni sottocampo da circa 3000 kW verrà installata una cabina di conversione in un container marittimo da 20 piedi in cui è posizionato in modo opportuno e perfettamente abbinati un inverter Sunny Central, un robusto trasformatore di media tensione e un impianto di distribuzione in media tensione, più una distribuzione BT.

Dai calcoli effettuati risulta che si possono installare:

- N.43 cabine conversione, con relativi N.43 inverter centralizzati;

Come già detto tali numeri possono variare a seconda delle caratteristiche tecniche dei convertitori scelti in fase esecutiva.

### 3.3 Vano di trasformazione

All'interno di tali vani, avviene l'elevazione di tensione da 690 V a 30.000 V in corrente alternata, le cabine di conversione sono collegate fra di loro in anello per ogni macro sottocampo (A1, A2 e B) e confluenti in una cabina di consegna.

Per poter convogliare l'energia prodotta dai campi fotovoltaici verso la sottostazione, le tre cabine di consegna sono fra di loro collegate con l'interposizione di 2 cabine di sezionamento situate come indicato negli elaborati, quindi si giunge alla sottostazione 30/150 kV per essere quindi ceduta all'Ente distributore.

I dispositivi previsti in cabina sono:

- quadro elettrico di bassa tensione contenente gli interruttori magnetotermici differenziali di protezione delle linee CA dei gruppi di conversione
- dispositivo di protezione del trasformatore
- trasformatore elevatore 690/30.000V completo di accessori
- dispositivo generale di media tensione
- accessori di cabina, linee elettriche di connessione
- impianto di terra.

I quadri MT di tipo protetto per interni sono composti da unità modulari (con funzioni di protezione e/o sezionamento per la connessione entra-esce) con le seguenti caratteristiche

comuni:

- tensione nominale: 36 kV;
- tensione di prova a 50 Hz: 70 kV;
- tensione di prova ad impulso: 170 kV;
- tensione di esercizio: 30 kV;
- corrente nominale termica: 630 A o 1250 A;
- corrente ammissibile di breve durata: 16 kA;
- durata nominale del corto circuito: 1 s.

Le celle facenti parte delle unità modulari, in base alle diverse funzioni, potranno contenere:

- IMS (Interruttore di Manovra - Sezionatore) o sezionatore rotativo a tre posizioni (chiuso sulla linea, aperto e messo a terra) isolato in SF6, contenuto in un involucro "sigillato a vita", (IEC 56 allegato EE) riempito di resina epossidica con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20 °C uguale a 0,4 bar; il potere di chiusura della messa a terra dell'IMS sarà uguale a 2,5 volte la corrente nominale ammissibile di breve durata;
- fusibili di media tensione tipo FUSARC - CF;
- terna di derivatori capacitivi, installati in corrispondenza dei terminali cavi;
- attacchi per l'allacciamento dei cavi di potenza;
- trasformatori di misura (TA e TV), conformi alle norme e alle prescrizioni UTF;
- comando a leverismi dei sezionatori;
- sbarra di messa a terra;
- sbarre principali e derivazioni, realizzate in rame rivestito con isolati termorestringenti e dimensionate per sopportare le correnti di corto circuito fino a 20 kA per 1 secondo.

Saranno installate cabine di raccolta per ogni sottocampo in cui saranno installate celle MT per chiudere l'anello a 30 kV proveniente dall'impianto e 2 partenze per i cavi che si collegheranno con gli altri impianti prima di giungere alla cabina AT, il tutto con Cavi MT interrati.

Il numero delle cabine di conversione/trasformazione è:

- Circa 43 cabine conversione/trasformazione di cui alcune di conversione/trasformazione e smistamento;

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari di tutte le cabine interne alla centrale sarà richiesta al Gestore una apposita fornitura in BT 400/230 V che alimenterà, direttamente o tramite convertitori per le utenze in corrente continua:

- Prese F.M. interne
- Illuminazione interna ed esterna
- Resistenze anticondensa quadri
- Segnalazioni, allarmi quadri

- Comandi motorizzati degli interruttori di manovra - sezionatori
- Eventuali apparecchiature di telecomunicazione.

### **3.4 Dispositivi di protezione**

La protezione del sistema di generazione fotovoltaica nei confronti sia della rete del produttore che della rete di distribuzione pubblica è realizzata in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 99-3, con riferimento anche a quanto contenuto nei documenti tecnici Terna.

Eventuali modifiche all'architettura finale del sistema di connessione, protezione e regolazione saranno concordate con il gestore di rete come richiesto nella Delibera 188/05 dell'Autorità dell'energia elettrica ed il gas, modificata ed integrata con Delibera 260/06.

L'impianto risulta equipaggiato con un sistema di protezione che si articola su tre livelli:

- dispositivo del generatore;
- dispositivo di interfaccia (eventualmente coincidente con il dispositivo generale);
- dispositivo generale.

#### **3.4.1 Dispositivo del generatore**

Ciascun inverter è protetto in uscita da un interruttore automatico con sganciatore di apertura con relè di protezione per massima corrente in uscita all'inverter in modo da agire di rincalzo a quest'ultimo.

L'inverter è anche dotato di dispositivi contro le sovratensioni generate in condizioni anomale lato c.a.

### **3.5 Misura dell'energia elettrica prodotta**

I sistemi di misura dell'energia elettrica prodotta (misure GSE e UTF) sono collocati in uscita alle cabine che fungono da smistamento cavi MT per i 3 campi costituenti la centrale agro-voltaica e poi in corrispondenza del punto di consegna AT (si veda il paragrafo relativo), ed è in grado di rilevare e registrare, per ciascuna ora, l'energia elettrica immessa in rete.

Il sistema di misura è conforme alle disposizioni dell'Autorità dell'energia elettrica e il gas e alle norme CEI, in particolare sarà dotato di sistemi meccanici di sigillatura che garantiscano da manomissioni o alterazioni dei dati di misura.

Saranno pertanto installati gli opportuni contatori, TA e TV.

Il sistema di misura è idoneo a consentire la tele lettura dell'energia elettrica prodotta da parte del distributore.

### **3.6 Tracciato dell'elettrodotto**

La potenza elettrica raccolta dalle aree di produzione è trasferita in elettrodotto MT, in esecuzione completamente interrata, partendo dalla cabina di smistamento o trasformazione/smistamento.

L'elettrodotto si compone delle seguenti sezioni fondamentali:

- 1) collegamenti tra Cabine di Conversione/trasformazione di Sottocampo poste all'interno della centrale;
- 2) collegamenti della cabina di smistamento o trasformazione/smistamento e quindi con la cabina di sezionamento e la sottostazione di consegna;
- 3) il collegamento della sottostazione alla rete nazionale a 150 Kv (stazione 150/380 kV).

Per il collegamento delle cabine di trasformazione/conversione si prevede la realizzazione di linee MT costituite da collegamenti del tipo entra-esce.

Il percorso dell'elettrodotto è rappresentato nelle tavole allegate.

Il percorso di collegamento della centrale agro-voltaica alla sottostazione è stato scelto tenendo conto della necessità di utilizzare quanto più possibile la viabilità esistente; risultato progettuale è che tutto l'elettrodotto è situato principalmente su viabilità pubblica (strada vicinale, provinciale).

Il tracciato dei cavidotti dovrà essere quanto più rettilineo possibile.

### **3.7 Scelta del tipo di posa**

I cavi saranno direttamente interrati tranne nei casi in cui sia necessaria una maggiore protezione meccanica, realizzata con tubazioni in PVC. Le eventuali tubazioni saranno a loro volta rinfiancate con sabbia (o terra vagliata) e lo scavo sarà riempito con materiale di risulta (salvo diversa prescrizione dell'Ente Proprietario della strada).

Il cavo direttamente interrato garantisce una maggiore portata a parità di sezione rispetto al caso di cavo in tubo.

L'impiego di pozzetti o camerette deve essere limitato ai casi di reale necessità, ad esempio per facilitare la posa dei cavi lungo un percorso tortuoso o per l'ispezionabilità dei giunti.

### **3.8 Scelta del tipo di cavi a MT**

Dovranno essere impiegate terne di cavi disposti ad elica visibile con isolamento estruso, tipo ARG7H1R **18/30 kV** di sezione che varia da 185 mm<sup>2</sup> a 630 mm<sup>2</sup>.

Il conduttore è in alluminio a corda rigida rotonda e compatta di cui alla norma CEI 20 - 29. Tra il conduttore e l'isolante è interposto uno strato di semiconduttore estruso, di spessore minimo 0,3 mm. L'isolante è in polietilene reticolato (XLPE) rispondente alle norme HD 620 DIX8 e CEI 20-13. Tra l'isolante e lo schermo metallico è interposto uno strato di semiconduttore estruso, di spessore compreso fra 0,3 e 0,6 mm, che, a sua volta è coperto da un nastro semiconduttore (eventuale) realizzato con nastri avvolti con sormonto min. 25%.

Lo schermo metallico esterno è costituito da fili di rame ricotto non stagnato disposti secondo un'elica unidirezionale o a senso periodicamente invertito, con nastro equalizzatore di rame non stagnato oppure uno o più fili di rame disposti longitudinalmente. Il rivestimento protettivo esterno è una guaina in PVC di qualità Rz/ST2 di colore rosso.

Il cavo suddetto è definito a campo radiale in quanto, essendo ciascuna anima rivestita da uno schermo metallico, le linee di forza elettriche risultano perpendicolari agli strati dell'isolante.

La scelta dell'alluminio come materiale conduttore del cavo è stata determinata dalla più ampia reperibilità sul mercato e dal più basso costo, ma soprattutto da considerazioni di sicurezza tipicamente legate ad eventi locali. Infatti, l'esperienza in altri cantieri ha evidenziato l'improponibilità dell'utilizzo di cavi in rame a causa dei ripetuti furti e danneggiamenti subiti dai cavi in fase di posa che hanno reso estremamente difficoltoso il normale svolgimento della costruzione degli elettrodotti.

La scelta delle sezioni dei cavi è stata fatta considerando:

- le correnti di impiego determinate dalla potenza effettiva, che equivale alla potenza nominale ridotta del 15% per tener conto della effettiva potenza massima che i moduli FV riescono a produrre (a valle delle perdite nella conversione), per evitare un sovradimensionamento dei cavi;
- le portate dei cavi per la tipologia di posa (norma CEI 20-21) e per la tipologia di carico ciclico giornaliero (CEI 20-42/1);
- il contenimento delle perdite di linea.

Nella **Tabella 2** sono riportati i risultati della scelta delle sezioni e la portata dei cavi MT per la posa interrata.

I coefficienti di calcolo per la portata dei cavi (profondità di posa, condizioni termiche, ecc.) sono stati assunti secondo le seguenti ipotesi:

- resistività termica del terreno pari a  $1,5 \text{ }^\circ\text{K m/W}$  (in fase di progettazione esecutiva sarà effettuata una misura di resistività termica del terreno lungo il tracciato previsto, in modo tale da effettuare una correzione del valore se risultasse più alto), pari a quella del cls, ipotesi a favore della sicurezza rispetto alle prescrizioni della norma CEI 20-21; temperatura terreno pari a  $20^\circ \text{ C}$  (CEI 20-21 A.3);
- coefficiente di variazione della portata per carico ciclico giornaliero;
- fattori di riduzione quando nello scavo sono presenti condutture affiancate;
- ulteriore fattore di sicurezza corrispondente ad una riduzione del 10% rispetto alla portata calcolata ( $I_z$ );
- condizioni di posa con la situazione termica più critica.

La scelta della sezione è stata effettuata considerando che il cavo deve avere una portata  $I_z$  uguale o superiore alla corrente di impiego  $I_b$  del circuito. Sono stati così dimensionati i vari tratti di elettrodotto in base al numero di terne affiancate nello stesso scavo.

Le terne sono state considerate termicamente indipendenti nel caso in cui siano separate di almeno 1,5 metri l'una dall'altra.

CAMPO A1						
Tratti	Sezione	Portata nominale cavo interrato Izn [A]	Cavi affiancati	Resist. Termica terreno	K sicurezza	Portata Iz
	[mm <sup>2</sup> ]					
Campo A1-Sezionamento	630	907	2	1,5	0,9	706
Sezionamento -Cabina 150 kV	630	907	2	1,5	0,9	706
Interni tra cabine MT	500	779	2	1,5	0,9	321
Interni tra cabine MT	185	427	2	1,5	0,9	361

CAMPO A2						
Tratti	Sezione	Portata nominale cavo interrato Izn [A]	Cavi affiancati	Resist. Termica terreno	K sicurezza	Portata Iz
	[mm <sup>2</sup> ]					
Campo A1-Sezionamento	630	907	2	1,5	0,9	706
Sezionamento -Cabina 150 kV	630	907	2	1,5	0,9	706
Interni tra cabine MT	630	907	2	1,5	0,9	706

CAMPO B						
Tratti	Sezione	Portata nominale cavo interrato Izn [A]	Cavi affiancati	Resist. Termica terreno	K sicurezza	Portata Iz
	[mm <sup>2</sup> ]					
Campo A1-Sezionamento	630	907	2	1,5	0,9	706
Sezionamento -Cabina 150 kV	630	907	2	1,5	0,9	709

Interni tra cabine MT	400	674	2	1,5	0,9	543
Interni tra cabine MT	185	427	2	1,5	0,9	361

*Tabella 2 - Scelta dei cavi MT interrati*

### 3.9 Temperatura di posa

Durante le operazioni di installazione la temperatura dei cavi per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venir piegati o raddrizzati non deve essere inferiore a quanto specificato dal produttore del cavo.

#### 3.10 Segnalazione della presenza dei cavi

Al fine di evitare danneggiamenti nel caso di scavo da parte di terzi, lungo il percorso dei cavi dovrà essere posato sotto la pavimentazione, a non meno di 20 cm dal tegolino di protezione più alto, un nastro di segnalazione in polietilene.

Nell'attraversamento di aree private fino all'imbocco delle strade pubbliche dovrà essere segnalata la presenza dell'elettrodotto interrato posizionando opportuna segnaletica.

#### 3.11 Prova di isolamento

Successivamente alle operazioni di posa e comunque prima della messa in servizio, l'isolamento dei cavi a MT, dei giunti e dei terminali, sarà verificato attraverso opportune misurazioni secondo le CEI 11-17. La tensione di prova dell'isolamento in corrente continua dovrà essere pari a quattro volte la tensione nominale stellata.

#### 3.12 Impianto di terra

L'impianto di terra sarà costituito, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI 99-3 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11-37, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione pari a 35/50 mm<sup>2</sup>, interrati ad una profondità di almeno 0,5 m.

Per le connessioni agli armadi verranno impiegati conduttori di sezione pari a 35/50 mm<sup>2</sup>.

Sarà posata nello scavo degli elettrodotti una corda di terra in rame elettrolitico di sezione di 35/50 mm<sup>2</sup> per collegare l'impianto di terra delle cabine di sezionamento con gli impianti di terra delle cabine di conversione e trasformazione.

#### 3.13 Impianti BT per i fabbricati uffici

Ciascuno dei fabbricati uffici sarà dotato di impianto elettrico in bassa tensione, comprendente anche un sistema di videosorveglianza che interessa l'intera area di centrale e le utenze relative agli uffici e al deposito, realizzato a regola d'arte e rispettando le disposizioni del D.M. 37/08.

Per tale impianto sarà richiesta una fornitura separata in BT al Gestore locale, che alimenterà anche i servizi ausiliari delle cabine di trasformazione interne al rispettivo campo della centrale. Le utenze da alimentare saranno:

- Illuminazione ordinaria e di emergenza (interna ed esterna)
- Forza motrice per il deposito

- Impianto di condizionamento/riscaldamento
- Impianti tecnologici (idrico, fognario)
- Sistema di controllo e monitoraggio centrale (acquisizione dati)
- Impianto di videosorveglianza.

### **3.14 Impianto di videosorveglianza**

Gli impianti di videosorveglianza, uno per ognuno dei 3 campi che costituiscono la centrale, dovranno essere dimensionati per coprire l'intera area interna alle recinzioni. Utilizzando le telecamere installate deve essere possibile rilevare le seguenti situazioni:

- Sottrazione di oggetti
- Passaggio di persone
- Scavalco o intrusione in aree definite
- Segnalazione di perdita segnale video, oscuramento, sfocatura e perdita di inquadratura.

L'impianto dovrà essere dotato di sistema di controllo e monitoraggio tale da permettere la visualizzazione in ogni istante delle immagini registrate, eventualmente anche da remoto.

L'archiviazione dei dati dovrà avvenire mediante Hard Disk.

## 4 SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE E CONSEGNA

La sottostazione (di cui si riportano planimetria e particolari elettromeccanici ed elettrici negli elaborati grafici allegati) è il punto di connessione della centrale agro-voltaica con la rete di trasmissione nazionale. Essa riceve l'energia prodotta dalla centrale attraverso la rete di vettoriamento. Nella sottostazione la tensione viene innalzata da 30 kV a 150 kV e consegnata alla rete tramite un collegamento in cavo a tensione 150 kV con uno stallo a 150 kV della stazione Terna. Le linee di connessione alla rete elettrica, le apparecchiature ed il macchinario AT saranno dimensionati per sopportare la tensione massima nominale a frequenza industriale della sezione a 150 kV nel rispetto delle specifiche Terna e delle norme CEI.

Il valore previsto, in base al quale verranno dimensionate tutte le apparecchiature e componenti AT, della corrente nominale di corto circuito trifase, per le diverse sezioni di impianto, è di 31,5 kA. La durata nominale di corrente corto circuito trifase prevista è di 1 s.

Dal punto di vista meccanico, le apparecchiature e linee AT saranno dimensionate in modo da poter sopportare in sicurezza le sollecitazioni meccaniche e termiche derivanti da correnti di corto circuito, in conformità a quanto indicato nella Norma CEI 99\_3.

La sottostazione sarà composta in linea di massima da:

- un raccordo AT in cavo per la connessione alla stazione AT;
- 2 montanti di trasformazione AT/MT;
- un edificio utente in cui sono ricavati: magazzino, locali MT, locale BT, magazzino, locale misure e locali servizi igienici.
- un edificio utente in cui sono ricavati: telecontrollo, locale MT, locale misure, locale utente.

### 4.1 Raccordo AT in cavo

#### 4.1.1 Conduttori

Ciascun raccordo in cavo dell'elettrodotto a 150 kV sarà realizzato con una terna di cavi unipolari realizzati con conduttore in alluminio, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, guaina in alluminio longitudinalmente saldata, rivestimento in politene con grafitatura esterna.

Ciascun conduttore di energia avrà una sezione indicativa di circa 400 mm<sup>2</sup> (rispettivamente se in rame o alluminio).

LIMITE	CORRENTE [A]	POTENZA [MVA]
In servizio normale riferito alla punta annuale	515	130

*Tabella 3 - Capacità di trasporto del conduttore*

#### 4.1.2 Modalità di posa

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1,5 m, con

disposizione delle fasi che potrà essere a trifoglio o in piano, come rappresentato nella figura seguente.

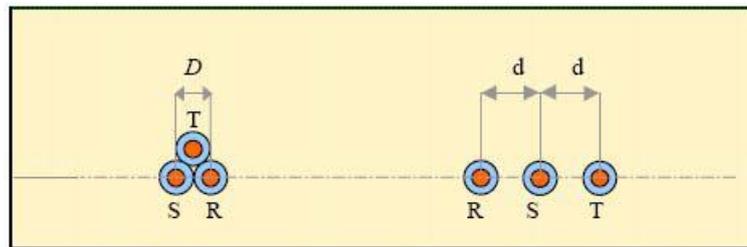


Figura 2 - Modalità di posa

Nello stesso scavo, potrà essere posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento "mortar" e saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm.

La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

In corrispondenza degli attraversamenti di canali, svincoli stradali, ferrovia o di altro servizio che non consenta l'interruzione del traffico, l'installazione potrà essere realizzata con il sistema dello spingitubo o della perforazione teleguidata (TOC), che non comportano alcun tipo di interferenza con le strutture superiori esistenti che verranno attraversate in sottopasso.

Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

Tra le possibili modalità di collegamento degli schermi metallici sarà utilizzata la cosiddetta modalità del cross bonding, in cui il collegamento in cavo viene suddiviso in tre tratte elementari (o multipli di tre) di uguale lunghezza, generalmente corrispondenti con le pezzature di posa.

In tale configurazione gli schermi vengono messi francamente a terra, ed in corto circuito tra loro all'estremità di partenza della prima tratta ed all'estremità di arrivo della terza, mentre tra due tratte adiacenti gli schermi sono isolati da terra e uniti fra loro con collegamento incrociato.

## 4.2 Montante AT

La sezione AT della sottostazione è composta da:

- arrivo linea AT, dove si attestano i conduttori aerei che collegano la sottostazione alla stazione AT/AAT,
- un sezionatore AT subito a valle dell'arrivo AT, che seziona le sbarre AT della sottostazione rispetto alla stazione AT/AAT,
- sistema di sbarre a 150 kV in tubo di lega di alluminio, predisposte per la connessione di altri due montanti di proprietà della stessa società richiedente,
- n° 2 montanti trasformatore-sbarre collegati dal lato AT sulle stesse sbarre e dal lato MT (30 kV) ai terminali dei cavi a 30 kV provenienti dal quadro MT di raccolta.

Il lato AT del montante trasformatore-sbarre è costituito da:

- N. 1 terna di trasformatori di tensione capacitivi per esterno;
- N. 1 terna di trasformatori di tensione induttivi per esterno;
- n. 1 sezionatore di linea tripolare rotativo, con terna di lame di messa a terra, completo di comando motorizzato;
- N. 1 interruttore tripolare per esterno in SF<sub>6</sub>;
- N. 1 terna di trasformatori di corrente unipolari isolati in gas SF<sub>6</sub>;
- N. 1 terna di scaricatori di sovratensione per esterno ad ossido di zinco;
- N. 1 trasformatore MT/AT isolato in olio minerale.

In linea generale, tutte le apparecchiature ed i componenti AT di stazione sono progettati per sopportare la tensione massima nominale a frequenza di rete a 150 kV, cui si collegano e devono essere conformi alla specifica tecnica Terna "*Requisiti e caratteristiche di riferimento delle stazioni elettriche della RTN*" del 30.10.2006 dove sono riportate le caratteristiche più in dettaglio. Le apparecchiature AT saranno posizionate in accordo con la norma CEI 99-2 e con le specifiche Terna, rispettando in particolare i seguenti requisiti:

altezza minima da terra delle parti in tensione: 4500 mm

distanza tra gli assi delle fasi delle apparecchiature: 2500 mm

Riguardo agli interblocchi, questi saranno definiti in fase esecutiva dal progettista insieme all'Appaltatore.

### 4.2.1 Interruttore tripolare in SF<sub>6</sub>

L'interruttore deve essere conforme alle prescrizioni dei D.M. del 1.12.80 e del 10.9.81 relativi alla "Disciplina dei contenitori a pressione a gas con membrane miste di materiale isolante e di materiale metallico, contenenti parti attive di apparecchiature elettriche", e alle specifiche tecniche contenute nel documento "Requisiti e caratteristiche di riferimento delle stazioni elettriche della RTN" di Terna S.p.A.

#### **4.2.2 Scaricatori di sovratensione**

Per il montante AT, la protezione dalle sovratensioni di origine atmosferico viene assicurata facendo ricorso a degli scaricatori ad ossido di zinco. Questi potranno essere composti da uno o più elementi collegati in serie, ciascuno di essi costituito da un involucro, contenete una o più colonne di resistori di ossido di zinco collegate in parallelo. I resistori ad ossido di zinco devono essere in grado di garantire i livelli di protezione richiesti, di assorbire l'energia associata alle diverse tipologie di sovratensioni e di sopportare la tensione di servizio continuo, in assenza di fenomeni di fuga termica per la vita stimata dell'apparecchio, anche in presenza di scariche parziali all'interno del dispositivo.

Gli scaricatori saranno provvisti di basi isolate e dispositivo contascariche su ciascuna fase.

#### **4.2.3 Trasformatore AT/MT**

Per la trasformazione 150/30 kV si impiega un trasformatore trifase in olio minerale per installazione all'esterno, con raffreddamento naturale dell'aria e dell'olio (ONAN), con radiatori addossati al cassone, completo di serbatoio dell'olio per il funzionamento e di serbatoio dell'olio di riserva.

#### **4.2.4 Conduttori, morse e collegamenti AT**

Le connessioni tra le varie apparecchiature AT a partire dal sezionatore di ingresso zona utente fino al trasformatore di potenza dovranno essere realizzate con conduttori in lega di alluminio in tubo P - Al Mg Si UNI 3569-66.

Le giunzioni lungo il sistema di sbarre dovranno consentire le normali espansioni e contrazioni dei tubi, previste con il variare della temperatura; i morsetti destinati allo scopo non dovranno trasmettere, durante le oscillazioni dei tubi, alcun momento sugli isolatori portanti del sistema di sbarre.

La morsettiera utilizzata dovrà essere di tipo monometallico in lega di alluminio a profilo antieffluvio con serraggio a bulloni in acciaio inox. Nell'accoppiamento eventuale alluminio-rame si utilizzerà pasta antiossidante per impedire la corrosione galvanica tra i due metalli.

Gli isolatori utilizzati per le sbarre e per le colonne portanti dovranno essere realizzati in conformità alle Norme CEI 36-12 e CEI EN 60168 e costituiti da colonnini in porcellana di supporto sbarre AT costituiti da isolatori portanti per esterno a nucleo pieno per il sostegno delle sbarre e assemblati su sostegni tripolari.

#### **4.2.5 Strutture metalliche di sostegno**

Le strutture metalliche previste sono di tipo tubolare dimensionate in accordo al DPR 1062 del 21/06/1968. La zincatura a fuoco verrà eseguita nel rispetto delle indicazioni della norma CEI 7-6 fasc. 239. Qualora durante il montaggio la zincatura fosse asportata o graffiata, si provvederà al ripristino mediante applicazione di vernici zincate a freddo.

#### **4.2.6 Collegamenti ausiliari**

Per i collegamenti ausiliari si utilizzeranno cavi multipolari con conduttori in corda flessibile in rame isolato in EPR sotto guaina in PVC, tipo FG16OR16 0.6/1 kV, in ottemperanza alle norme CEI 20-22 II, con sezione minima pari a 2,5 mm<sup>2</sup>. Per il collegamento lato

secondario certificato UTF dei trasformatori di corrente la sezione minima dei cavi impiegati dovrà essere almeno pari a 4 mm<sup>2</sup>.

Tutta la cavetteria dei circuiti di misura dei TA e TV dovrà essere realizzata in cavo schermato per una migliore protezione dalle interferenze elettromagnetiche.

### 4.3 Apparecchiature a MT

La sezione a MT della sottostazione include il montante MT del trasformatore MT/AT in uscita al proprio quadro elettrico MT di sottostazione, così composto:

- quadro elettrico MT di stazione con arrivi linea, una partenza verso il trasformatore AT/MT di SSE, una a protezione del TV di sbarra;
- n. 1 terna di scaricatori di sovratensione, per esterno, ad ossido di zinco, completi di dispositivo contascariche, attestati sulle sbarre a MT del trasformatore;
- n. 1 apparato per la connessione ai morsetti del trasformatore AT/MT, costituito da n. 3 sbarre in rame, sorrette mediante isolatori da un castelletto in acciaio zincato a caldo per la risalita cavi e la connessione alle suddette sbarre.

#### 4.3.1 Quadro generale MT di sottostazione

Il quadro generale MT di sottostazione, del tipo a tenuta d'arco interno, è realizzato in lamiera zincata con unità separate protette con interruttori e sezionatori in SF6 e sarà composto da:

- N. 2 unità di protezione del trasformatore AT/MT lato MT;
- Diverse unità di arrivo linee MT da centrale con protezione;
- N. 2 unità di prelievo segnali di tensione di sbarra.

Il quadro MT di tipo protetto per interni è composto da unità modulari (con funzioni di protezione e/o sezionamento) con le seguenti caratteristiche comuni:

- Tensione nominale: 36 kV;
- Tensione di prova a 50 Hz: 70 kV;
- Tensione di prova ad impulso: 170 kV;
- Tensione di esercizio: 30 kV;
- Corrente nominale termica: 1250 A;
- Corrente ammissibile di breve durata: 16 kA;
- Durata nominale del corto circuito: 1 s.

Le celle facenti parte delle unità modulari, in base alle diverse funzioni, potranno contenere:

- Interruttore in SF6 tipo SF1 o SFset, montato su carrello, connesso al circuito principale con giunzioni flessibili imbullonate e completo di blocchi e accessori, con polo in pressione secondo il concetto di "sistema sigillato a vita" in accordo alla normativa IEC 56 allegato EE con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20 °C uguale a 0,5 bar;

- IMS (Interruttore di Manovra - Sezionatore) o sezionatore rotativo a tre posizioni (chiuso sulla linea, aperto e messo a terra) isolato in SF6, contenuto in un involucro "sigillato a vita", (IEC 56 allegato EE) riempito di resina epossidica con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20 °C uguale a 0,4 bar; il potere di chiusura della messa a terra dell'IMS sarà uguale a 2,5 volte la corrente nominale ammissibile di breve durata;
- Fusibili di media tensione tipo FUSARC - CF;
- Terna di derivatori capacitivi, installati in corrispondenza dei terminali cavi;
- Attacchi per l'allacciamento dei cavi di potenza;
- Trasformatori di misura (TA e TV), conformi alle norme e alle prescrizioni UTF;
- Comando a leverismi dei sezionatori;
- Sbarra di messa a terra;
- Sbarre principali e derivazioni, realizzate rame rivestito con isolati termorestringenti e dimensionate per sopportare le correnti di corto circuito fino a 20 kA per 1 secondo.

#### **4.3.2 Servizi ausiliari essenziali**

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari dei locali MT della sottostazione sarà richiesta al Gestore una apposita fornitura in BT 400/230 V che alimenterà, direttamente o tramite convertitori per le utenze in corrente continua:

- Prese F.M. interne
- Illuminazione interna ed esterna
- Resistenze anticondensa quadri
- Segnalazioni, allarmi quadri
- Comandi motorizzati degli interruttori di manovra - sezionatori
- Apparecchiature di telecomunicazione.

Il sistema di distribuzione sarà così composto:

- Raddrizzatore/Caricabatteria;
- Batteria ermetica di accumulatori al piombo;
- Quadro BT servizi ausiliari.

Il raddrizzatore/caricabatteria svolge la duplice funzione di fornire l'alimentazione stabilizzata alle utenze a 110 VCC e contemporaneamente di ricaricare la batteria.

#### **4.4 Rete di terra**

La rete di terra sarà realizzata all'interno del recinto della sottostazione mediante una maglia in corda di rame nuda. L'impianto di terra sarà costituito, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI 99-3 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11-37, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione pari a 63-125

mm<sup>2</sup>, interrati ad una profondità di almeno 0.7 m. Per le connessioni agli armadi verranno impiegati conduttori di sezione pari a 185 mm<sup>2</sup>.

Sarà posata nello scavo degli elettrodotti una corda di terra in rame elettrolitico di sezione di 35/50/70 mm<sup>2</sup> per collegare l'impianto di terra della sottostazione con gli impianti di terra della centrale.

#### **4.5 Illuminazione esterna ed impianto FM - RTN e cliente**

L'impianto di illuminazione esterno sarà realizzato con corpi illuminanti opportunamente distanziati dalle parti in tensione ed in posizione tale da non ostacolare la circolazione dei mezzi.

I proiettori saranno del tipo con corpo di alluminio, a tenuta stagna, grado di protezione IP65, con lampade a led e verranno montati su pali in vetroresina di altezza adeguata, aventi alla base una cassetta di derivazione. Il valore medio di illuminamento minimo in prossimità delle apparecchiature AT sarà di 30 lux. Sarà inoltre previsto l'utilizzo di un interruttore crepuscolare per l'accensione/spegnimento automatico dei corpi illuminanti.

Dovrà essere installata l'illuminazione interna dei locali in modo tale che sia garantito all'interno un illuminamento medio di 100 lux con organi di comando indipendenti per singoli locali.

Tutte queste utenze saranno alimentate da una linea derivata dal quadro BT dei servizi ausiliari della sottostazione.

#### **4.6 Impianti speciali**

L'area di utenze e i fabbricati andranno protetti dall'ingresso di non autorizzati tramite un sistema di antintrusione, conforme alla CEI 79-2, composto da:

- barriere perimetrali sui quattro lati del perimetro dell'area utente;
- contatti sulle porte di accesso ai locali di utenze, con eccezione del locale misure;
- sirena auto-alimentata antischiama;
- centrale elettronica di allarme con almeno 4 zone;
- trasponder o chiave elettronica con interfaccia presso il cancello di ingresso;
- compositore GSM;

L'area utente dovrà, inoltre, essere dotata di impianto di videosorveglianza.

#### **4.7 Protezione apparecchiature sottostazione**

##### **4.7.1 Protezione lato MT**

La sottostazione, come precedentemente descritto, sarà dotata di interruttori automatici MT, sezionatori di terra, lampade di presenza rete ad accoppiamento capacitivo, trasformatori di misura. Gli interruttori MT (con azionamento motorizzato) forniranno tramite relè indiretto la protezione dai corto circuiti, dai sovraccarichi, dai guasti a terra.

Sarà presente anche un trasformatore MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari di sottostazione.

#### **4.7.2 Protezione di interfaccia**

Tale protezione ha lo scopo di separare i gruppi di generazione a MT dalla rete di trasmissione ad alta tensione in caso di malfunzionamento della rete.

Sarà realizzata tramite rilevatori di minima e massima tensione, minima e massima frequenza, minima tensione omopolare. La protezione agirà sugli interruttori delle linee in partenza verso le zone della centrale agro-voltaica.

#### **4.7.3 Protezione del trasformatore MT/AT**

La protezione di macchina è costituita da due interruttori automatici, uno sul lato MT, l'altro sul lato AT, corredati di relativi sezionatori e sezionatori di terra, lampade di presenza tensione ad accoppiamento capacitivo, scaricatori di sovratensione, trasformatori di misura e di rilevazione guasti. Sarà così realizzata sia la protezione dai corto circuiti e dai sovraccarichi che la protezione differenziale.

## 5 STAZIONE DI TRASFORMAZIONE AT/AAT TERNA

La stazione a 380 kV di trasformazione Terna (si vedano gli elaborati grafici allegati), che sarà localizzata a Cerignola, riceverà energia dalle diverse sottostazioni dei produttori che saranno collegati in antenna a 150 kV (tra cui anche quella oggetto del presente progetto) in tale punto. Naturalmente la progettazione segue tutte le normative, le specifiche e le unificazioni Terna.

La connessione dei produttori a 150 kV in antenna sarà in sbarre rigide di alluminio o con cavi AT interrati, o con raccordi aerei.

La trasformazione 150/380 kV avverrà mediante autotrasformatori connessi dal lato AAT alle sbarre a 380 kV (si vedano gli elaborati grafici allegati).

La stazione di Cerignola sarà composta da una sezione a 380 kV e da una sezione a 150 kV. La sezione a 380 kV sarà del tipo unificato TERNA con isolamento in aria e sarà costituita da:

- stalli di connessione al sistema a doppia sbarra;

La sezione a 150 kV sarà del tipo unificato TERNA con isolamento in aria e sarà presumibilmente dimensionata per:

- n° 1 sistema a doppia sbarra;
- diversi stalli linea;
- n° X stalli secondario trasformatore (ATR);
- n° 2 parallelo sbarre

I macchinari previsti consistono in:

- n° X ATR 400/155 kV.

Ogni montante (stallo) "linea" sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticali, interruttore SF6, sezionatore di linea orizzontale con lame di terra, TV e TA per protezioni e misure.

Ogni montante (stallo) "autotrasformatore" sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticali, interruttore in SF6, scaricatori di sovratensione ad ossido di zinco e TA per protezioni e misure.

I montanti "parallelo sbarre" saranno equipaggiati con sezionatori di sbarra verticali, interruttore in SF6 e TA per protezione e misure.

Tutti i componenti della stazione saranno ubicati all'interno della recinzione insieme con gli apparati di controllo e protezione della stazione; un edificio chiuso ospiterà le celle di misura, controllo e protezione.

Per l'esecuzione del progetto sono necessarie le seguenti opere civili:

- strutture di fondazione degli apparati elettromeccanici costituite da travi, platee e plinti in cemento armato;
- reti di cavidotti interrati;
- pavimentazioni dei piazzali con bitume per le parti carrabili e inghiaiate per le restanti;

- fabbricato per gli apparati di protezione, sezionamento e controllo;
- realizzazione degli eventuali raccordi aerei a 150 kV.

## **6 SISTEMA DI PROTEZIONE E CONTROLLO SCADA**

Il sistema di protezione e controllo deve assicurare affidabilità e continuità di esercizio, contribuendo alla massimizzazione della produzione della centrale agro-voltaica.

Il sistema svolge principalmente i seguenti compiti:

- garantisce protezione contro guasti elettrici;
- supporta l'esercizio locale e da remoto;
- acquisisce dati utili per l'esercizio, la manutenzione, le analisi e l'ottimizzazione.

La comunicazione avviene attraverso una rete Ethernet con velocità di trasferimento fino a 100 MB/s. Il protocollo impiegato, specificatamente sviluppato per applicazioni di controllo di reti e stazioni elettriche, deve essere conforme alla norma internazionale EN60870-5-104.

### **6.1 RTU della sottostazione**

Tale sistema deve rispondere alle specifiche Terna Spa contenute nel documento DRRTX04092 Rev. 02.

Le caratteristiche degli apparati periferici RTU devono essere tali da rispondere ai requisiti di affidabilità e disponibilità richiesti e possono variare in funzione della rilevanza dell'impianto:

- L'apparato RTU dovrà essere equipaggiato con CPU ridondate;
- Considerando che il Committente deve potere connettere l'apparato RTU anche ai propri sistemi, il firmware in esso installato dovrà poter gestire le connessioni multiple (multisessione IEC104): quelle del Committente e quelle dedicate ai sistemi Terna, con separazione logica dei dati e dei relativi identificatori IEC 60870-5-104.
- Se l'apparato RTU è predisposto per gestire il riconoscimento del centro chiamante (master IEC104) attraverso l'indirizzo IP dello stesso, si richiede che ogni sessione dovrà poter gestire almeno 4 indirizzi IP da utilizzare alternativamente in funzione del centro Terna chiamante.

La RTU dovrà svolgere i seguenti compiti:

- Interrogazione delle protezioni della sottostazione, e della cabina di smistamento per l'acquisizione di segnali e misure attraverso le linee di comunicazione;
- Comando della sezione AT e MT della sottostazione e della cabina di smistamento;
- Acquisizione di segnali generali di tutta la rete elettrica;
- Trasmettere a Terna S.p.A. i dati richiesti dal Regolamento di Esercizio, secondo i criteri e le specifiche dei documenti Terna DRRTX04092 e DRRTX02034. La fornitura dei collegamenti fisici CDN e Frame relay è di competenza del Committente.

L'unità dovrà consentire di sviluppare logiche di interblocco e di automazione, per soddisfare le esigenze di sicurezza operativa e di risposta automatica ad eventi di impianto. Si evidenzia, il raggiungimento di condizioni certe in seguito a black-out della rete AT, il ripristino della connessione ed ogni altra automazione che sarà prevista e regolata nel Regolamento di esercizio.

La connessione con le protezioni a MT dovrà avvenire su linee seriali ottiche, passando per un concentratore ottico. Si utilizzerà, pertanto, un canale trasmissivo ottico della rete a fibra ottica che collega la sottostazione con la cabina di smistamento.

La RTU sarà comandabile in locale dalla sottostazione tramite un quadro sinottico che riporterà lo stato degli organi di manovra di tutta la rete MT e AT, i comandi, gli allarmi, le misure delle grandezze elettriche.

## **6.2 Unità di controllo dello stallo AT**

Lo stallo AT dovrà essere gestito e protetto da un unico componente dotato di doppia CPU in grado di assicurare sia le funzioni protezione elettrica che quelle di controllo dello stato AT, assicurando la sopravvivenza di una delle due funzioni in caso di guasto hardware.

L'apparato dovrà essere dotato di display grafico per la rappresentazione della posizione degli organi di stallo ed il comando locale, subordinatamente alle opportune abilitazioni. Tra le informazioni gestite si evidenziano le posizioni degli organi AT dello stallo, i relativi comandi ed allarmi, gli allarmi del trasformatore, gli allarmi del Variatore Sotto carico, le misure delle grandezze elettriche.

## **6.3 SCADA**

Lo SCADA deve essere modulare e configurabile secondo le necessità e configurazione basata su PC locale con WebServer per l'accesso remoto.

La struttura delle pagine video del sistema SCADA deve includere:

- Schema generale di impianto;
- Pagina allarmi con finestra di preview;
- Schemi dettagliati di stallo.

Lo SCADA dovrà acquisire, gestire e archiviare ogni informazione significativa per l'esercizio e la manutenzione, nonché i tracciati oscillografici generati dalle protezioni.

## **6.4 RTU della cabina di smistamento**

Il controllo della cabina di smistamento sarà realizzato con una RTU installata in cabina che comunicherà con la RTU di sottostazione tramite collegamento in fibra ottica su rete Ethernet TCP/IP con protocollo EN60870-5-104. La RTU sarà in grado di acquisire misure e stati logici dei dispositivi di comando e RGDAT ed effettuare il comando da remoto. La RTU dovrà essere in grado di sviluppare logiche di interblocco e di automazione.

# **7 APPARECCHIATURE DI MISURA DELL'ENERGIA**

## **7.1 Specifiche generali**

L'apparecchiatura di misura (AdM) è costituita da:

- un complesso di misura, composto da:
  - trasformatori di tensione induttivi;
  - trasformatori di corrente;
  - armadi
  - cablaggi, collegamenti e vie cavi
  - morsettiere
  - contatore
- un dispositivo di comunicazione.

A seconda del tipo, della tensione nominale e della funzione dell'apparecchiatura di misura potranno essere assenti alcuni elementi:

AdM solo UTF: non è presente il dispositivo di comunicazione;

Tutti i punti di misura previsti sono fiscali e quindi sottoposti al controllo e suggellamento dell'ex Ufficio Tecnico di Finanza (UTF), ora Agenzia delle Dogane.

Per la realizzazione e la prova delle apparecchiature di misura dovranno essere rispettate tutte le normative e circolari dell'UTF, nonché le specifiche tecniche Terna INSPX3, INSPX7 e INSPX9 per la misurazione sulla consegna a 150 kV. A tali documenti tecnici si rimanda per le specifiche delle vie cavi, dei collegamenti, degli armadi di smistamento, di misura, per i carichi zavorra, i dispositivi di protezione, la messa a terra dei riduttori e degli schermi dei cavi, ecc.

## **7.2 AdM su consegna 150 kV**

L'AdM sarà ad utilizzo, oltre che del Committente anche di Terna S.p.A. e dall'UTF.

Il contatore, conforme a quanto previsto dal par. 13 della specifica Terna INSPX3, sarà statico multifunzione GSE teleleggibile, completo di modem PSTN, avente le seguenti caratteristiche generali:

- misura dell'energia attiva in due direzioni e reattiva in quattro quadranti;
- classe di precisione energia attiva 0,2s e reattiva 0,5s;
- periodo di integrazione programmabile per intervalli fino a 15 minuti, programmato per periodi di integrazione di 15 minuti con termine di ciascun periodo coincidente con 00, 15, 30, 45, di ogni ora.
- accessibilità ed integrazione con il SAPR Terna;

Sarà previsto un armadio di smistamento sigillabile direttamente sotto lo stallo AT, contenente un interruttore tetrapolare automatico per la protezione del TV e le morsettiere del TV e del TA e un armadio di misura all'interno del locale misure contenente la morsettiera sigillabile antisfilamento, il contatore e il dispositivo di comunicazione.

La cavetteria dei circuiti di misura sarà realizzata con cavo schermato e protetto, lungo tutto il percorso, con tubo flessibile in acciaio zincato rivestito esternamente con guaina in PVC. Ogni tubo dovrà avere alle estremità opportuni raccordi filettati atti ad impedire lo sfilamento dal contenitore a cui è connesso. All'interno del locale misure i tubi devono essere fissati a vista sulle pareti.

### 7.3 AdM a bocca di centrale

Nella cabina di smistamento dovrà essere predisposto, un'apparecchiatura di misura al solo fine UTF per la linea in partenza verso la sottostazione.

Lo schema di inserzione è quello Aron con l'utilizzo di 2 TA e 2 TV.

Il contatore sarà statico multifunzione, avente le seguenti caratteristiche generali:

- misura dell'energia attiva in due direzioni;
- classe di precisione energia attiva 0,5s;
- periodo di integrazione programmabile per intervalli fino a 15 minuti, programmato per periodi di integrazione di 15 minuti con termine di ciascun periodo coincidente con 00,15, 30, 45, di ogni ora.

All'interno della cabina di smistamento sarà ubicato l'armadio di misura che ospiterà i contatori e le morsettiere sigillabili. Non è previsto l'utilizzo di un armadio di smistamento.

### 7.4 AdM su servizi ausiliari

È prevista l'installazione di contatori del Gestore locale in corrispondenza delle forniture BT richieste per le varie ubicazioni dei servizi ausiliari: sottostazione, cabina di sezionamento, cabina di smistamento e uffici.

## 8 SICUREZZA DELL'IMPIANTO

### 8.1 Protezione da corto circuiti sul lato c.c. dell'impianto

Gli impianti FV sono realizzati attraverso il collegamento in serie/parallelo di un determinato numero moduli FV, a loro volta realizzati attraverso il collegamento in serie/parallelo di celle FV inglobate e sigillate in un unico pannello d'insieme. Pertanto, gli impianti FV di qualsiasi dimensione conservano le caratteristiche elettriche della singola cella, semplicemente a livelli di tensione e correnti superiore, a seconda del numero di celle connesse in serie (per ottenere tensioni maggiori) oppure in parallelo (per ottenere correnti maggiori).

Negli impianti fotovoltaici la corrente di corto circuito dell'impianto non può superare la somma delle correnti di corto circuito delle singole stringhe.

Essendo le stringhe composte da una serie di generatori di corrente (i moduli fotovoltaici) la loro corrente di corto è di poco superiore alla corrente nel punto di massima potenza.

### 8.2 Protezione da contatti accidentali lato c.c.

Le tensioni continue sono particolarmente pericolose per la vita. Il contatto accidentale con una tensione di oltre 1000 V. c.c., valore certamente superato dalle stringhe, può avere conseguenze letali. Per ridurre il rischio di contatti pericolosi il campo fotovoltaico, lato corrente continua, è assimilabile ad un sistema IT cioè flottante da terra. La separazione galvanica tra il lato corrente continua e il lato corrente alternata è garantita dalla presenza del trasformatore BT/MT.

In tal modo affinché un contatto accidentale sia realmente pericoloso occorra che si entri in contatto contemporaneamente con entrambe le polarità del campo. Il contatto

accidentale con una sola delle polarità non ha praticamente conseguenze, a meno che una delle polarità del campo non sia casualmente a contatto con la massa.

Per prevenire tale eventualità gli inverter sono muniti di un opportuno dispositivo di rivelazione degli squilibri verso massa, che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme.

### **8.3 Protezione dalle fulminazioni**

Un campo fotovoltaico correttamente collegato a massa, non altera in alcun modo l'indice ceraunico della località di montaggio, e quindi la probabilità di essere colpito da un fulmine.

I moduli fotovoltaici sono in alto grado insensibili alle sovratensioni atmosferiche, che invece possono risultare pericolose per le apparecchiature elettroniche di condizionamento della potenza. Per ridurre i danni dovuti ad eventuali sovratensioni i quadri di parallelo sottocampi sono muniti di varistori su entrambe le polarità dei cavi d'uscita.

In caso di sovratensioni i varistori collegano una od entrambe le polarità dei cavi a massa e provocano l'immediato spegnimento degli inverter e l'emissione di un segnale d'allarme.

### **8.4 Sicurezze sul lato c.a. dell'impianto**

La limitazione delle correnti del campo fotovoltaico comporta analogia limitazione anche nelle correnti in uscita dagli inverter.

Eventi di corto circuito sul lato alternata dell'impianto sono tuttavia pericolosi perché possono provocare ritorni da rete di intensità non limitata.

L'interruttore MT in SF6 è equipaggiato con una protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra.

### **8.5 Impianto di messa a terra**

All'interno del campo fotovoltaico sarà realizzata una rete di terra costituita da dispersori in acciaio zincato del tipo per posa nel terreno e da un conduttore di terra in rame nudo (diametro 35/50 mm<sup>2</sup>).

A tale rete saranno collegate tutte le strutture metalliche di supporto dei moduli e la recinzione.

L'impianto di terra sarà rispondente alle norme vigenti (in particolare alla Norma CEI 99-32 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata" ed alla Guida CEI 11-37

"Guida per l'esecuzione degli impianti di terra di stabilimenti industriali per sistemi di I, II e III categoria".

L'impianto di terra sarà dimensionato sulla base della corrente di guasto a terra sulla rete MT di alimentazione e del tempo di eliminazione del guasto a terra da parte delle protezioni ENEL.

Prima della messa in servizio dell'impianto, saranno effettuate le verifiche dell'impianto di terra previste dal DPR 22 ottobre 2001 n. 462.

## 9 CRITERI DI COSTRUZIONE

### 9.1 Esecuzione degli scavi

Per i cavi interrati la Norma CEI 11-17 prescrive che le minime profondità di posa fra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo sono rispettivamente di:

- 0,5 m per le linee BT;
- 0,8 m per i cavi MT (su suolo privato tale profondità può essere ridotta a 0,6 m)

In caso di attraversamenti sia longitudinali che trasversali di strade pubbliche con occupazione della carreggiata devono essere applicate in generale le prescrizioni dell'art. 66 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada (DPR 16/12/92, n. 945) e, se emanate, le disposizioni dell'Ente proprietario della strada.

In base alle precedenti considerazioni, si giustificano le sezioni adottate per gli scavi, rappresentate nelle Tavole allegate. Le sezioni di scavo includono oltre ai cavi a MT, anche altre tubazioni opzionali per il passaggio di eventuali cavi a BT o di segnale che dovessero rendersi necessarie, su richiesta del Committente, per il monitoraggio e la corda di terra.

Canalizzazioni ad altezza ridotta su strada pubblica sono ammesse soltanto previa accordo con l'Ente proprietario della strada ed a seguito di comprovate necessità di eseguire incroci e/o parallelismi con altri servizi che non possano essere realizzati aumentando la profondità di posa dei cavi.

## 10 ESECUZIONE DI POZZETTI E CAMERETTE

Per la costruzione ed il dimensionamento di pozzetti e camerette occorre tenere presente che:

- si devono potere introdurre ed estrarre i cavi senza recare danneggiamenti alle guaine;
- il percorso dei cavi all'interno deve potersi svolgere ordinatamente rispettando i raggi di curvatura.

### 10.1 Esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni a MT

L'esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni su cavi a MT deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione. In particolare, occorre:

- prima di tagliare i cavi controllare l'integrità della chiusura e l'eventuale presenza di umidità;
- non interrompere mai il montaggio del giunto o terminale;
- utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione.

### 10.2 Messa a terra dei rivestimenti metallici

Lo schermo dei cavi a MT deve essere messo a terra ad entrambe le estremità della linea. È vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto.

Ai sensi della CEI 11-17, gli schermi dei cavi MT saranno sempre atterrati alle estremità e possibilmente nella mezzeria del tratto più lungo (non superiore a 7 km) o in corrispondenza dei giunti, collegandoli alla corda di terra presente nello scavo.