

LOCALIZZAZIONE

**REGIONE SICILIA
PROVINCIA DI TRAPANI
COMUNI DI TRAPANI, MARSALA E SALEMI**



TITOLO BREVE

AGRIVOLTAICO "ARYA TRAPANI"

SPAZIO PER ENTI (VISTI, PROTOCOLLI, APPROVAZIONI, ALTRO)

REVISIONI						
	00	07/04/2023	PRIMA EMISSIONE ELABORATO	Vincenzo Scarpinato	Vincenzo Scarpinato	Claudio Rizzo
	REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

PROPONENTE



Arya Solar SRL

Arya Solar S.r.l.

Sede Legale: Viale Croce Rossa, 25 - 90144 Palermo
C.F. e P. IVA n. 11944660965 - R.E.A. Palermo: 433406
PEC: aryasolarsrl@legalmail.it

PROGETTAZIONE E SERVIZI



ENVLAB s.r.l.s. - C.F./P. IVA 02920050842
Piazza Capelvenere n. 2 - 92016 RIBERA (AG)
T 0925 096280 - envlab@pec.it - www.envlab.it

CODICE ELABORATO

GE-ARYASOLARTP-AFV-PD-R-1.1.10.0-r0A-R00

FOGLIO

1/21

FORMATO

A4

SCALA



IL DIRETTORE TECNICO DI ENVLAB



PROGETTO

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "ARYA TRAPANI"
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO
DELLA POTENZA DI 62,54 MW_{dc} (46,00 MW_{ac} IN IMMISIONE) CON SISTEMA DI ACCUMULO
DA 10,00 MW/20 MWh E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN
RICADENTE NEI COMUNI DI TRAPANI, MARSALA E SALEMI (TP)

OGGETTO ELABORATO

PROGETTO DEFINITIVO
RELAZIONE CEM - CAMPI ELETTROMAGNETICI

Progettazione e Consulenza Ambientale	ELABORATO	PROPONENTE
	<p align="center">RELAZIONE CEM - CAMPI ELETTROMAGNETICI</p>	 <p>Arya Solar SRL Arya Solar S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 - 90144 Palermo C.F. e P. IVA n. 11944660965</p>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "ARYA TRAPANI"

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 62,54 MW_{dc} (46,00 MW_{ac} IN IMMISSIONE) CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 10 MW/20 MWh E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTE NEI COMUNI DI TRAPANI, MARSALA E SALEMI (TP)

Sommario

1. PREMESSA	3
2. NORME, LEGGI, REGOLAMENTI TECNICI.....	3
3. CONFIGURAZIONE GENERALE IMPIANTO	5
4. SORGENTI DI EMISSIONE DI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	10
5. VALORE LIMITE DI RIFERIMENTO.....	11
5.1 Generalità	11
5.2 Valori limite del campo magnetico	11
5.3 Valori limite del campo elettrico	11
6. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI ELETTRODOTTI INTERRATI.....	12
6.1.1 Caso 1 — 1 terna di cavi 26/45 kV 3x1x630 — posa 0,80 m (interna al parco fotovoltaico)	14
6.1.2 Caso 2 — 3 terne di cavi 26/45 kV 3x1x630 - posa 1,20 m (esterna al parco fotovoltaico)	16
6.1.3 Riepilogo DPA elettrodotti interrati.....	18
7. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DA PARCO FOTOVOLTAICO.....	19
8. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLA SE RTN 220kV	20
9. CONCLUSIONI	21

Progettazione e Consulenza Ambientale	ELABORATO	PROPONENTE
	<p align="center">RELAZIONE CEM - CAMPI ELETTROMAGNETICI</p>	 <p>Arya Solar SRL Arya Solar S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 - 90144 Palermo C.F. e P. IVA n. 11944660965</p>
<p align="center"><i>IMPIANTO AGRIVOLTAICO "ARYA TRAPANI"</i></p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 62,54 MW_{dc} (46,00 MW_{ac} IN IMMISSIONE) CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 10 MW/20 MWh E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTE NEI COMUNI DI TRAPANI, MARSALA E SALEMI (TP)</p>		

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce la Relazione tecnica sui campi elettromagnetici del progetto dell'impianto agrivoltaico ARYA TRAPANI della potenza di 62,54 MW_p (46,00 MW in immissione) con sistema di accumulo da 10 MW nominali e 20 MWh di capacità di accumulo e delle relative opere di connessione alla RTN che la società ARYA SOLAR intende realizzare nei Comuni di TRAPANI, MARSALA e SALEMI in provincia di TRAPANI.

Il soggetto proponente dell'iniziativa è la Società ARYA SOLAR S.r.l. avente sede legale ed operativa in PALERMO, VIALE CROCE ROSSA n. 25, iscritta nella Sezione Ordinaria della Camera di Commercio Industria Agricoltura ed Artigianato di Palermo, C.F. e P.IVA N. 11944660965 – REA – PA 433406.

La GNCR Holding, gruppo di cui fa parte il soggetto proponente ARYA SOLAR, persegue lo sviluppo in Sicilia e nel mondo di progetti nel campo delle energie rinnovabili.

La presente relazione tecnica specialistica ha per oggetto la valutazione dell'impatto elettromagnetico delle opere in progetto, individuando le potenziali sorgenti di emissione e valutandone i potenziali rischi legati all'esposizione delle persone.

Nel seguito della relazione si darà in particolare descrizione della normativa di riferimento, dei campi generati dalle apparecchiature presenti all'interno del parco fotovoltaico, dalla sottostazione elettrica di collegamento alla rete di trasmissione nazionale, ed infine dalle linee elettriche in MT di collegamento fra il parco fotovoltaico e la sottostazione elettrica.

2. NORME, LEGGI, REGOLAMENTI TECNICI

Il contenuto della presente relazione tecnica è stato realizzato nel rispetto dei più moderni criteri della tecnica impiantistica, nel rispetto della "regola dell'arte", nonché delle leggi, norme e disposizioni vigenti, in osservanza alla legislazione e alle Norme CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI in vigore al momento della realizzazione dell'impianto in particolare si è fatto riferimento, tra l'altro, alla seguente normativa:

- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- Legge 23 luglio 2009, n°99, "Disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia";
- Decreto del 27/02/09, Ministero della Sviluppo Economico;
- Decreto del 29/05/08, "Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica";
- DM del 29.5.2008, "Approvazione della metodologia di calcolo delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 08/07/2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", G.U. 28 agosto 2003,

Progettazione e Consulenza Ambientale	ELABORATO	PROPONENTE
	RELAZIONE CEM - CAMPI ELETTROMAGNETICI	 Arya Solar SRL Arya Solar S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 - 90144 Palermo C.F. e P. IVA n. 11944660965

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "ARYA TRAPANI"

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 62,54 MW_{dc} (46,00 MW_{ac} IN IMMISSIONE) CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 10 MW/20 MWh E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTE NEI COMUNI DI TRAPANI, MARSALA E SALEMI (TP)

n. 200;

- Legge quadro 22/02/2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n.55;
- Norma CEI 106-11 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo”;
- Norma CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”;
- Norma CEI 211-6 “Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all’esposizione umana”.
- Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo.

Progettazione e Consulenza Ambientale	ELABORATO	PROPONENTE
	RELAZIONE CEM - CAMPI ELETTROMAGNETICI	 Arya Solar SRL Arya Solar S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 - 90144 Palermo C.F. e P. IVA n. 11944660965

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "ARYA TRAPANI"

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 62,54 MW_{dc} (46,00 MW_{ac} IN IMMISSIONE) CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 10 MW/20 MWh E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTE NEI COMUNI DI TRAPANI, MARSALA E SALEMI (TP)

3. CONFIGURAZIONE GENERALE IMPIANTO

La componente energetica dell'impianto oggetto del presente progetto è destinata a produrre energia elettrica da conversione fotovoltaica; l'impianto sarà collegato alla rete elettrica di distribuzione di alta tensione in corrente alternata attraverso apposite opere di connessione.

L'impianto in progetto produce energia elettrica in BT su più linee in uscita dagli inverter centralizzati, le quali vengono convogliate verso apposti trasformatori BT/36kV.

La linea 36 kV in uscita dai trasformatori BT/36 kV di ciascun sottocampo verrà, quindi, vettoriata verso la cabina generale di impianto, dove avverranno le misure e la partenza verso il punto di consegna nella rete di distribuzione in alta tensione, presso la nuova stazione elettrica SE RTN 220/36 kV "Fulgatore 2" da realizzarsi nel Comune di Trapani.

I moduli fotovoltaici bifacciali verranno installati su apposite strutture in acciaio zincato, del tipo ad inseguimento monoassiale N-S di rollio E-O, fondate su pali infissi e/o trivellati nel terreno.

La scelta dei materiali utilizzati per le strutture conferisce alla struttura di sostegno robustezza e una vita utile di circa 30 anni, tempo di vita minimo stimato per l'impianto di produzione.

Il generatore fotovoltaico è costituito da 11 diversi campi di potenza variabile, posti in 6 distinte aree, come di seguito rappresentato:

AREA	Campo	Potenza Campo [MW _p]
A	PS-A.1.1	7,860
	PS-A.1.2	3,920
	PS-A.2.1	7,232
	PS-A.2.2	3,6064
	PS-A.3.1	8,075
B	PS-B.1.1	6,154
C	PS-C.1.1	4,880
D	PS-D.1.1	1,960
E	PS-E.1.1	5,743
F	PS-F.1.1	6,566
	PS-F.1.2	6,546
TOTALE POTENZA DI PICCO		62,544 MW

Il generatore fotovoltaico presenta una potenza nominale complessiva pari a 62.544 kW_p, intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni di prova standard (STC), ossia considerando un irraggiamento pari a 1000 W/m², con distribuzione dello spettro solare di riferimento (massa d'aria AM 1,5) e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme CEI EN 904/1-2-3.

Il generatore è composto complessivamente da 89.348 moduli fotovoltaici bifacciali da 700 W in silicio monocristallino, collegati in serie da 28 moduli così da formare gruppi di moduli denominati stringhe in numero pari a 3.191, la cui correnti vengono raccolte da numero 19 inverter modulari centralizzati (posti nelle varie Power Station). Coerentemente con la distribuzione dei sottocampi, sono state individuate differenti configurazioni per le sezioni degli inverter, delle quali si dà dettaglio negli elaborati grafici di progetto nel prosieguo della presente relazione.

Progettazione e Consulenza Ambientale	ELABORATO	PROPONENTE
	<p align="center">RELAZIONE CEM - CAMPI ELETTROMAGNETICI</p>	 Arya Solar SRL Arya Solar S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 - 90144 Palermo C.F. e P. IVA n. 11944660965

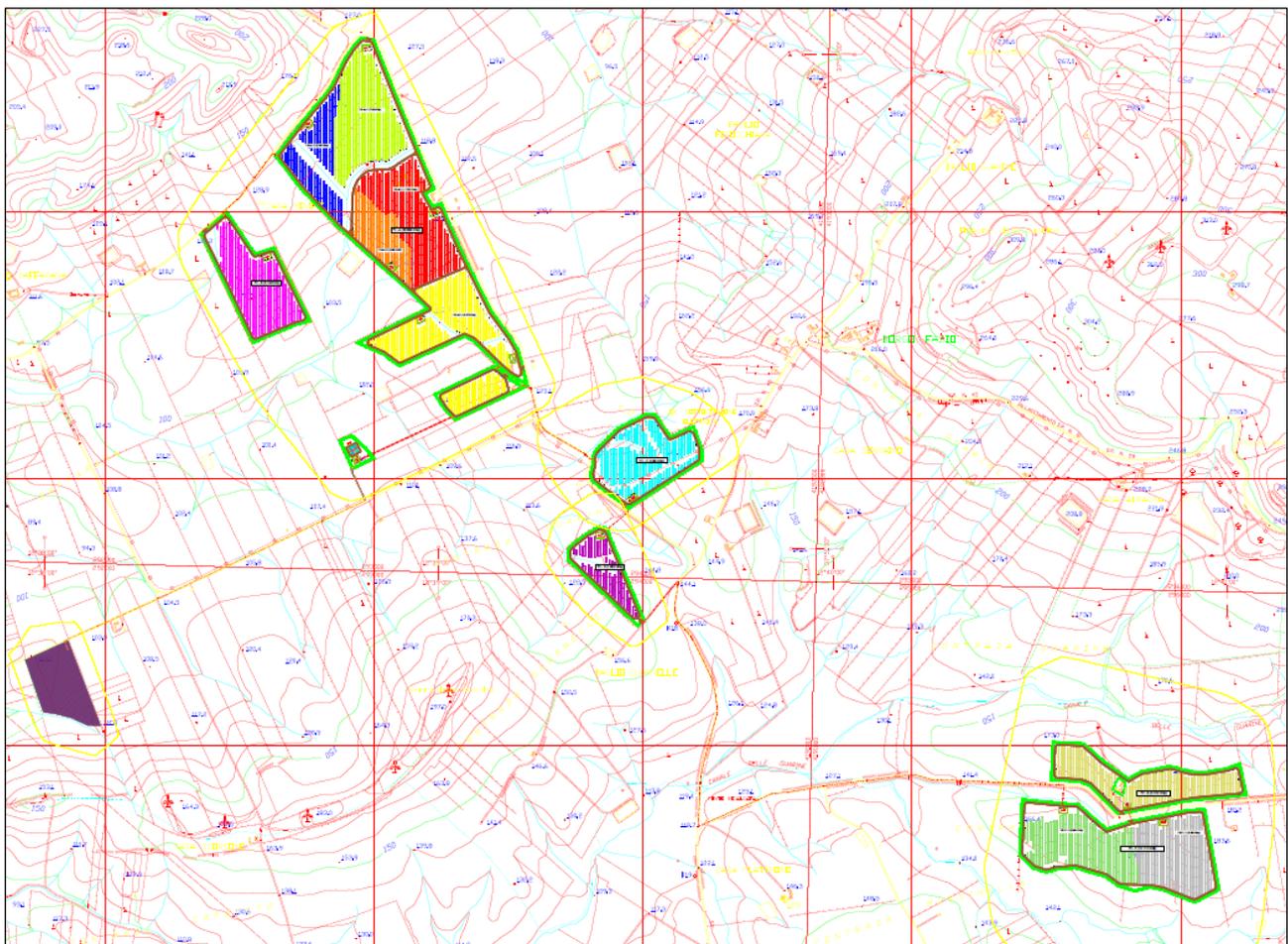
IMPIANTO AGRIVOLTAICO "ARYA TRAPANI"
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 62,54 MW_{dc} (46,00 MW_{ac} IN IMMISSIONE) CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 10 MW/20 MWh E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTE NEI COMUNI DI TRAPANI, MARSALA E SALEMI (TP)

L'impianto fotovoltaico nel suo complesso sarà quindi suddiviso in 11 campi di potenza variabile; le stringhe di ogni campo verranno attestate a gruppi da 10/11/12 presso delle apposite String-Box in numero complessivo di 279, dove avviene il parallelo delle stringhe e il monitoraggio dei dati elettrici.

Da tali String-Box si dipartono le linee di collegamento verso le Power station, giungendo così agli inverter, i quali prevedono già a bordo macchina il sezionamento e la protezione dalle sovratensioni e dalle correnti di ricircolo.

La linea in uscita dai trasformatori BT/MT di ciascun sottocampo verrà vettoriata verso la cabina generale di impianto (MTR), dove avverranno le misure e la partenza verso il punto di consegna nella rete di distribuzione, presso la nuova Stazione Elettrica di Rete (SE RTN) "Fulgatore 2".

L'impianto sarà completato da tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di trasmissione nazionale e dalle opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, antintrusione, monitoraggio ambientale, viabilità di servizio, cancelli e recinzioni.



PLANIMETRIA IMPIANTO CON SUDDIVISIONE IN CAMPI – GE-ARYASOLARTP-AFV-PD-D-3.2.2.0

La componente fotovoltaica dell'impianto è articolata in sei diverse aree di conversione fotovoltaica e generazione elettrica, identificate come "AREA FV-A", "AREA FV-B", "AREA FV-C", "AREA FV-D", ubicate nel Comune di Trapani ed "AREA FV-E" e "AREA FV-F", ubicate nel Comune di Salemi (TP), così composte:

Progettazione e Consulenza Ambientale	ELABORATO	PROPONENTE
	<p style="text-align: center;">RELAZIONE CEM - CAMPI ELETTROMAGNETICI</p>	 <p style="margin-left: 20px;">Arya Solar SRL</p> <p>Arya Solar S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 - 90144 Palermo C.F. e P. IVA n. 11944660965</p>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "ARYA TRAPANI"

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 62,54 MW_{dc} (46,00 MW_{ac} IN IMMISSIONE) CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 10 MW/20 MWh E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTE NEI COMUNI DI TRAPANI, MARSALA E SALEMI (TP)

- **AREA FV-A**, che include i campi di impianto PS-A.1.1, PS-A.1.2, PS-A.2.1, PS-A.2.2, PS-A.3.1 avente le seguenti componenti principali:
 - N. 5 Power Station o cabine di campo con la duplice funzione di convertire l'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata (tramite n. 8 inverter centralizzati) ed elevare la tensione da bassa a 36 kV (tramite un trasformatore elevatore per ogni PS);
 - alle Power Station saranno collegati i cavi provenienti dalle String Box che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie;
 - N. 43.848 moduli fotovoltaici bifacciali da 700W saranno installati su apposite strutture metalliche di sostegno del tipo ad inseguimento monoassiale di rollio (trackers), fissate al terreno attraverso pali infissi e/o trivellati.
- **AREA FV-B**, che include il campo di impianto PS-B.1.1 avente le seguenti componenti principali:
 - n. 1 Power Station o cabina di campo avente la duplice funzione di convertire l'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata (tramite n. 2 inverter centralizzati) ed elevare la tensione da bassa a 36 kV (tramite un trasformatore elevatore);
 - alla Power Station saranno collegati i cavi provenienti dalle String Box che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie;
 - N. 8.792 moduli fotovoltaici bifacciali da 700W saranno installati su apposite strutture metalliche di sostegno del tipo ad inseguimento monoassiale (trackers), fissate al terreno attraverso pali infissi e/o trivellati.
- **AREA FV-C**, che include il campo di impianto PS-C.1.1 avente le seguenti componenti principali:
 - N. 1 Power Station o cabina di campo con la duplice funzione di convertire l'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata (tramite n. 2 inverter centralizzato) ed elevare la tensione da bassa a 36 kV (tramite un trasformatore elevatore nella PS);
 - alla Power Station saranno collegati i cavi provenienti dalle String Box che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie;
 - N. 6.972 moduli fotovoltaici bifacciali da 700W saranno installati su apposite strutture metalliche di sostegno del tipo ad inseguimento monoassiale di rollio (trackers), fissate al terreno attraverso pali infissi e/o trivellati.
- **AREA FV-D**, che include il campo di impianto PS-D.1.1 avente le seguenti componenti principali:
 - N. 1 Power Station o cabina di campo con la duplice funzione di convertire l'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata (tramite n. 1 inverter centralizzato) ed elevare la tensione da bassa a 36 kV (tramite un trasformatore elevatore);
 - alla Power Station saranno collegati i cavi provenienti dalle String Box che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie;

Progettazione e Consulenza Ambientale	ELABORATO	PROPONENTE
	<p style="text-align: center;">RELAZIONE CEM - CAMPI ELETTROMAGNETICI</p>	 <p style="margin-left: 20px;">Arya Solar SRL</p> <p>Arya Solar S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 - 90144 Palermo C.F. e P. IVA n. 11944660965</p>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "ARYA TRAPANI"

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 62,54 MW_{dc} (46,00 MW_{ac} IN IMMISSIONE) CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 10 MW/20 MWh E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTE NEI COMUNI DI TRAPANI, MARSALA E SALEMI (TP)

- N. 2.800 moduli fotovoltaici bifacciali da 700W saranno installati su apposite strutture metalliche di sostegno del tipo ad inseguimento monoassiale di rollio (trackers), fissate al terreno attraverso pali infissi e/o trivellati.
- **AREA FV-E**, che include il campo di impianto PS-E.1.1 avente le seguenti componenti principali:
 - N. 1 Power Station o cabina di campo con la duplice funzione di convertire l'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata (tramite n. 2 inverter centralizzati) ed elevare la tensione da bassa a 36 kV (tramite un trasformatore elevatore nella PS);
 - alla Power Station saranno collegati i cavi provenienti dalle String Box che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie;
 - N. 8.204 moduli fotovoltaici bifacciali da 700W saranno installati su apposite strutture metalliche di sostegno del tipo ad inseguimento monoassiale di rollio (trackers), fissate al terreno attraverso pali infissi e/o trivellati.
- **AREA FV-F**, che include il campo di impianto PS-F.1.1 e PS-F.1.2 avente le seguenti componenti principali:
 - N. 2 Power Station o cabina di campo con la duplice funzione di convertire l'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata (tramite n. 4 inverter centralizzati) ed elevare la tensione da bassa a 36 kV (tramite un trasformatore elevatore per ogni PS);
 - alle Power Station saranno collegati i cavi provenienti dalle String Box che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai raggruppamenti delle stringhe dei moduli fotovoltaici collegati in serie;
 - N. 18.732 moduli fotovoltaici bifacciali da 700W saranno installati su apposite strutture metalliche di sostegno del tipo ad inseguimento monoassiale di rollio (trackers), fissate al terreno attraverso pali infissi e/o trivellati.

Sono inoltre parte integrante del progetto della componente elettrica dell'impianto agrivoltaico i seguenti elementi:

- **linee elettriche interrato di collegamento fra le Power Station poste nelle varie aree dell'impianto fotovoltaico e la MTR;**
- **tre linee elettriche a 36 kV interrato di collegamento dell'impianto fotovoltaico alla Rete di Trasmissione Nazionale di Alta Tensione**, che avverrà attraverso la realizzazione di una connessione 36 kV presso la Futura Stazione Elettrica Terna di Connessione alla RTN (SE RTN) 220/36 kV denominata "Fulgatore 2", da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Fulgatore - Partanna";
- **una ESS (Energy Storage System) della potenza nominale di 10,00 MW e 20,00 MWh di capacità di accumulo** composto da n° 8 container ISO 40'' contenenti rack di batterie agli ioni di litio e Inverter Station bidirezionali DC/AC.

Il tutto come di seguito rappresentato nella tabella di sintesi seguente:

Progettazione e Consulenza Ambientale	ELABORATO	PROPONENTE
	<p align="center">RELAZIONE CEM - CAMPI ELETTROMAGNETICI</p>	 <p>Arya Solar SRL Arya Solar S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 - 90144 Palermo C.F. e P. IVA n. 11944660965</p>
<p align="center"><i>IMPIANTO AGRIVOLTAICO "ARYA TRAPANI"</i></p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 62,54 MW_{dc} (46,00 MW_{ac} IN IMMISSIONE) CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 10 MW/20 MWh E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTE NEI COMUNI DI TRAPANI, MARSALA E SALEMI (TP)</p>		

4. SORGENTI DI EMISSIONE DI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Le apparecchiature elettromeccaniche previste nella realizzazione del parco fotovoltaico in oggetto generano normalmente, durante il loro funzionamento, campi elettromagnetici con radiazioni non ionizzanti.

In particolare, sono da considerarsi come sorgenti di campo elettromagnetico le seguenti componenti del parco fotovoltaico:

- ✓ *le linee elettriche a servizio del parco:*
 - *elettrodotti interrati 36kV di interconnessione tra le Power Station presenti all'interno del parco fotovoltaico;*
 - *elettrodotti interrati 36kV di vettoriamento dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico fino alla stazione elettrica di elevazione e connessione alla RTN 220 kV;*
- ✓ *la stazione elettrica di elevazione e connessione alla RTN 220 kV;*
- ✓ *le cabine elettriche (Power Station) presenti all'interno del parco fotovoltaico.*

Le rimanenti componenti dell'impianto (sezione BT, apparecchiature del sistema di controllo, etc) sono state giudicate non significative dal punto di vista delle emissioni elettromagnetiche, pertanto non verranno trattate ai fini della valutazione.

Di seguito verrà data una caratterizzazione delle sorgenti appena individuate.

Progettazione e Consulenza Ambientale	ELABORATO	PROPONENTE
	RELAZIONE CEM - CAMPI ELETTROMAGNETICI	 Arya Solar SRL Arya Solar S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 - 90144 Palermo C.F. e P. IVA n. 11944660965

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "ARYA TRAPANI"
 PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 62,54 MW_{dc} (46,00 MW_{ac} IN IMMISSIONE) CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 10 MW/20 MWh E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTE NEI COMUNI DI TRAPANI, MARSALA E SALEMI (TP)

5. VALORE LIMITE DI RIFERIMENTO

5.1 Generalità

Nella redazione della relazione tecnica sui campi elettromagnetici e sul contenimento del rischio di elettrocuzione è stato tenuto conto della normativa vigente in materia.

In particolare, sono state recepite le indicazioni contenute nel DPCM 08/07/2003, il quale fissa i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete generati dagli elettrodotti. Si è, inoltre, tenuto conto di quanto previsto dal DM 29/05/2008 per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti (metodologia di calcolo indicata dall'APAT), e della Legge quadro 22/02/2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n.55.

5.2 Valori limite del campo magnetico

Per quanto concerne il campo magnetico generato dagli elettrodotti, esistono tre diverse soglie cui fare riferimento, fissate attraverso il DPCM 8/07/2003.

L'art. 3 del citato decreto indica come soglie i valori dell'induzione magnetica mostrati in tabella.

Soglia	Valore limite del campo magnetico
Limite di esposizione	100 μT <i>(da intendersi come valore efficace)</i>
Valore di attenzione <i>(misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere)</i>	10 μT <i>(da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)</i>
Obiettivo di qualità <i>(nella progettazione di nuovi elettrodotti in aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità delle linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio)</i>	3μT <i>(da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)</i>

5.3 Valori limite del campo elettrico

Per quanto concerne il campo elettrico, il DPCM 8/07/2003 stabilisce il valore limite di tale campo pari a 5kV/m, inteso come valore efficace.

Progettazione e Consulenza Ambientale	ELABORATO	PROPONENTE
	RELAZIONE CEM - CAMPI ELETTROMAGNETICI	 Arya Solar SRL Arya Solar S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 - 90144 Palermo C.F. e P. IVA n. 11944660965

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "ARYA TRAPANI"
 PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 62,54 MW_{dc} (46,00 MW_{ac} IN IMMISSIONE) CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 10 MW/20 MWh E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTE NEI COMUNI DI TRAPANI, MARSALA E SALEMI (TP)

6. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI ELETTRODOTTI INTERRATI

Nei seguenti paragrafi viene effettuata la valutazione analitica del campo magnetico generato dagli elettrodotti interrati, basata sulle metodologie di calcolo suggerite dall'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici), approvate dal D.M. 29/05/2008, e specificate dalla norma CEI 106-11.

Per la valutazione del campo magnetico generato dall'elettrodotto interrato occorre innanzitutto distinguere gli elettrodotti in funzione della tipologia dei cavi utilizzati.

Il progetto prevede l'utilizzo di cavi unipolari del tipo in alluminio schermati in posa a trifoglio per tutte le sezioni di cavo.

La tabella che segue mostra le differenti tipologie di cavi da utilizzare e le caratteristiche di posa.

	<i>Cavi con isolamento in EPR</i>					
Tensione	36 kV					220 kV
Sezione (mm²)	150	240	400	630	630	500
Tipo posa	interrata a Trifoglio					interrata a Trifoglio
Profondità posa (m)	0,80m (tratte interne al parco)			1,20m (tratte esterne al parco)		1,50 m (tratte esterne al parco)

Per la valutazione del campo elettromagnetico generato da tali elettrodotti occorre innanzitutto individuare le possibili diverse configurazioni che si presentano nel caso in esame, e sulla base di questi individuare i diversi casi sui quali effettuare la valutazione del campo.

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno dei sottocampi che per la connessione alla SE RTN, saranno del tipo standard 26/45 kV.

Si tratta di cavi unipolari da posare in formazione a trifoglio con conduttori in alluminio, congiunti in maniera da formare un unico fascio di forma rotonda. L'isolante dei cavi è costituito da miscela in XLPE e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di miscela semiconduttrice.

Il cavo presenta uno schermo metallico. Sopra lo schermo metallico è presente una guaina protettiva.

I cavi verranno interrati ad una profondità di variabile, pari a 0,80 m per le tratte di collegamento interne al parco fotovoltaico, e pari a 1,20 m per le tratte di collegamento dal parco fotovoltaico alla SSE.

La tensione di esercizio dei cavi è pari a 36 kV.

Le correnti nominali per ciascuna linea sono funzione della potenza vettoriata e del numero di sottocampi collegati a valle di tale linea.

Il progetto prevede la realizzazione di una rete di cavidotti interrati da 36kV per la connessione delle Power Station alla MTR e da questa al punto di consegna presso la Cabina Utente in SE RTN.

Il progetto prevede la realizzazione di una rete di elettrodotti interrati interni ed esterni al parco per la connessione delle Power Station e delle Inverter Station della ESS alla MTR e da quest'ultima al punto di

Progettazione e Consulenza Ambientale	ELABORATO	PROPONENTE
	RELAZIONE CEM - CAMPI ELETTROMAGNETICI	 Arya Solar SRL Arya Solar S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 - 90144 Palermo C.F. e P. IVA n. 11944660965

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "ARYA TRAPANI"
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 62,54 MW_{dc} (46,00 MW_{ac} IN IMMISSIONE) CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 10 MW/20 MWh E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTE NEI COMUNI DI TRAPANI, MARSALA E SALEMI (TP)

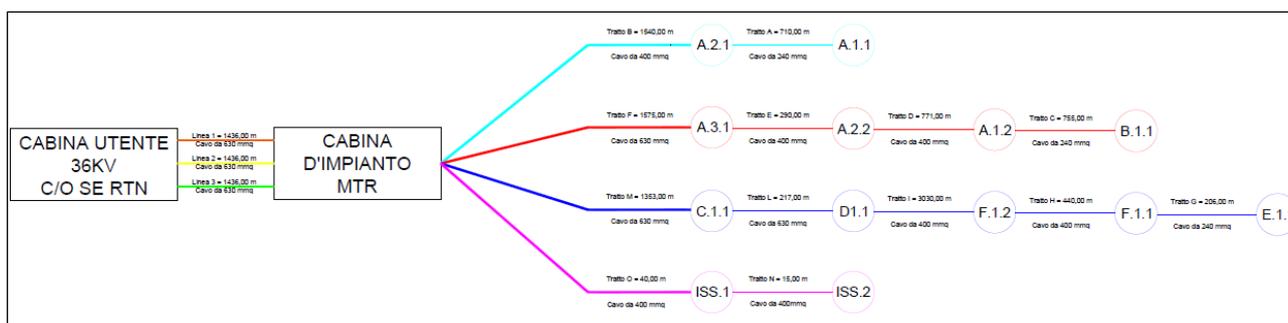
consegna presso la Cabina assegnata dal Gestore di rete nella Futura SE RTN “Fulgatore 2”.

Pertanto, secondo la configurazione dell’impianto, si dipartono dalla MTR tre distinte linee 36 kV in formazione 3x1x630 mm², così articolate:

- *LINEA 1, LINEA 2, LINEA 3*: elettrodotti interati a doppia terna per il collegamento della MTR (verso cui convergono le linee 36 kV provenienti dalle Power Station) al quadro 36 kV della Futura SE RTN “Fulgatore 2”.

Dal punto di vista elettrico, l’impianto è suddiviso in 11 sottocampi, oltre al sistema ESS di accumulo dell’energia elettrica, raggruppati fra di loro a gruppi, costituendo così n. 4 distinti rami (interni alle aree di impianto) e 3 linee (esterne).

Le cabine di sottocampo sono collegate fra loro in entra-esce con una linea in cavo interrato 36 kV, di sezione crescente dalla prima all’ultima cabina del ramo.



Configurazione linee elettriche 36 kV

(tratto da Tavola GE-ARYASOLARTP-AFV-PD-D-3.2.7.0-SCHEMA ELETTTRICO UNIFILARE AC)

Nella tabella che segue si riporta il dettaglio delle linee elettriche di collegamento.

AREA IMPIANTO	#ID	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo	Lunghezza cavo	Potenza Impianto DC	Potenza apparente	Corrente nominale
				[mmq]	[m]	[MWdc]	[MWac]	[A]
FVA+FVB	TRATTO A	PS-A.1.1	PS-A.2.1	3x1x240	710	7,860	6,652	106,67
	TRATTO B	PS-A.2.1	MTR	3x1x400	1.540	15,092	13,304	213,33
	TRATTO C	PS-B.1.1	PS-A.1.2	3x1x240	755	6,154	5,320	85,33
	TRATTO D	PS-A.1.2	PS-A.2.2	3x1x400	771	10,074	8,646	138,67
	TRATTO E	PS-A.2.2	PS-A.3.1	3x1x400	290	13,681	11,972	192,00
	TRATTO F	PS-A.3.1	MTR	3x1x630	1.575	21,756	18,790	301,33
FVE+FVF	TRATTO G	PS-E.1.1	PS-F.1.1	3x1x240	206	5,743	5,320	85,33
FVF	TRATTO H	PS-F.1.1	PS-F.1.2	3x1x400	440	12,309	11,306	181,33
FVF+FVD	TRATTO I	PS-F.1.2	PS-D.1.1	3x1x400	3.030	18,855	17,292	277,33
FVD+FVC	TRATTO L	PS-D.1.1	PS-C.1.1	3x1x630	217	20,815	18,870	302,65

Progettazione e Consulenza Ambientale	ELABORATO	PROPONENTE
	RELAZIONE CEM - CAMPI ELETTROMAGNETICI	 Arya Solar SRL Arya Solar S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 - 90144 Palermo C.F. e P. IVA n. 11944660965

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "ARYA TRAPANI"

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 62,54 MW_{dc} (46,00 MW_{ac} IN IMMISSIONE) CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 10 MW/20 MWh E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTE NEI COMUNI DI TRAPANI, MARSALA E SALEMI (TP)

FVC	TRATTO M	PS-C.1.1	MTR	3x1x630	1.353	25,696	23,360	387,98
INGRESSO PRESSO NUOVA SE RTN 220/36KV "FULGATORE 2"	LINEA 1	MTR	SE RTN	3x1x630	1.436	20,848	18,485	300,88
	LINEA 2	MTR	SE RTN	3x1x630	1.436	20,848	18,485	300,88
	LINEA 3	MTR	SE RTN	3x1x630	1.436	20,848	18,485	300,88

Configurazione cavi 36kV

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno dei sottocampi che per la connessione alla SE, saranno del tipo schermato, con conduttore in alluminio, con formazione a trifoglio elicordato o equivalente.

Analogamente, sarà realizzata una rete di cavidotti in BT per il collegamento dalle PS agli stringbox e per il collegamento degli stringbox alle stringhe.

Tutti i cavi saranno idonei alle tipologie di posa, e conformi alle normative vigenti, con particolare riferimento alle norme CEI e alla direttiva cavi CPR.

Il progetto dell'impianto fotovoltaico prevede differenti modalità di posa per i cavi (MT, BT, segnale) a seconda che si faccia riferimento alle aree interne all'impianto o piuttosto ai collegamenti esterni all'impianto.

L'elettrodotto interrato *interno* al parco fotovoltaico che porta la corrente massima di 388A alla tensione di 36 kV è il Tratto M nella configurazione 3x1x630 (portata nominale del cavo impiegato è di 934 A).

L'elettrodotto interrato *esterno* al parco fotovoltaico che porta la corrente massima è quello che dalla MTR (posta entro il parco agrivoltaico) giunge alla Stazione Elettrica (SE RTN) ed è composto da tre terne affiancate (Linee 1, 2, 3) con sezione 3x1x630 (portata nominale del cavo impiegato è di 934 A); ogni terna di cavi porta la corrente di 300,88 A e la potenza di 18,485 MW_{ac}.

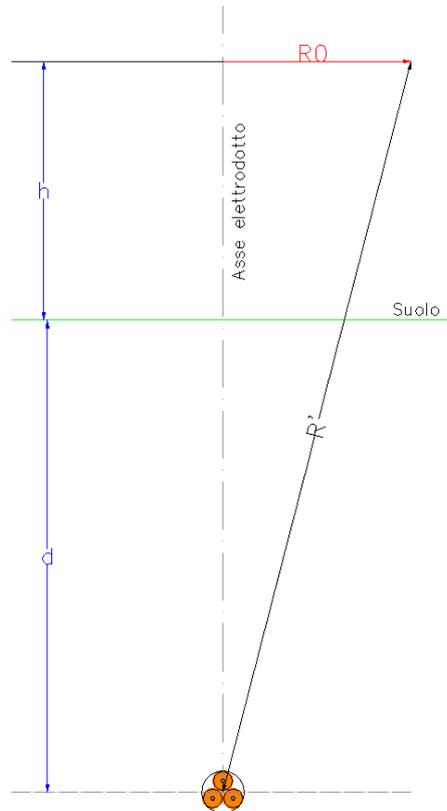
Si procederà adesso alla valutazione dei campi elettromagnetici per gli elettrodotti alle condizioni più sfavorevoli prima individuati.

6.1.1 Caso 1 — 1 terna di cavi 26/45 kV 3x1x630 — posa 0,80 m (interna al parco fotovoltaico)

Si terrà conto nel seguito per il modello del sistema di cavi unipolari posati a trifoglio e non elicordati; in questo modo viene introdotto un grado di protezione maggiore nel sistema.

Progettazione e Consulenza Ambientale	ELABORATO	PROPONENTE
	RELAZIONE CEM - CAMPI ELETTROMAGNETICI	 Arya Solar SRL Arya Solar S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 - 90144 Palermo C.F. e P. IVA n. 11944660965

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "ARYA TRAPANI"
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 62,54 MW_{dc} (46,00 MW_{ac} IN IMMISSIONE) CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 10 MW/20 MWh E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTE NEI COMUNI DI TRAPANI, MARSALA E SALEMI (TP)



Come infatti suggerito dalla norma CEI 106-11 al cap. 6.13, per i cavi unipolari posati a trifoglio è possibile ricorrere ad una espressione approssimata del campo magnetico, come di seguito riportato.

$$B = 0,1 \times \sqrt{6} \times (S \times I) / R^2 = 2,99 \mu\text{T}$$

$$R' = 0,286 \times \sqrt{(S \times I)}$$

$$R_0 = \sqrt{((0,082 \times S \times I) - d^2)} = 1,47 \text{ m}$$

dove B [μT] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m] dal conduttore centrale, S [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A].

Le condizioni operative per le quali sono stati eseguiti i calcoli sono le seguenti:

Profondità di posa dei cavi	-0,80 m
distanza terna dall'asse y	0 m
Sezione tema	3x1x630 mm ²
Portata cavo nominale	934 A
Portata cavo effettiva	725 A

Ricordando che l'obiettivo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a **3 μT** , si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale ad 0,80 m dal piano di calpestio, pari a **2.99** inferiore all'obiettivo di qualità con **R₀ = 1,47 m per ciascun lato dall'asse dell'elettrodotto.**

Progettazione e Consulenza Ambientale	ELABORATO	PROPONENTE
	RELAZIONE CEM - CAMPI ELETTROMAGNETICI	 Arya Solar SRL Arya Solar S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 - 90144 Palermo C.F. e P. IVA n. 11944660965

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "ARYA TRAPANI"
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 62,54 MW_{dc} (46,00 MW_{ac} IN IMMISSIONE) CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 10 MW/20 MWh E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTE NEI COMUNI DI TRAPANI, MARSALA E SALEMI (TP)

Risulta quindi necessario individuare una fascia di rispetto, definita, secondo la normativa citata, come la distanza sul piano orizzontale (ad altezza h=1m) dalla proiezione verticale della sorgente alla quale il campo elettromagnetico risulta essere inferiore all'obiettivo di qualità pari a 3 μT. Utilizzando tali valori per il calcolo, la DPA risulta essere pari a circa 1,47 m per ciascun lato dall'asse dell'elettrodotto, alla quale il campo residuo risulta essere pari a 2,99 μT.

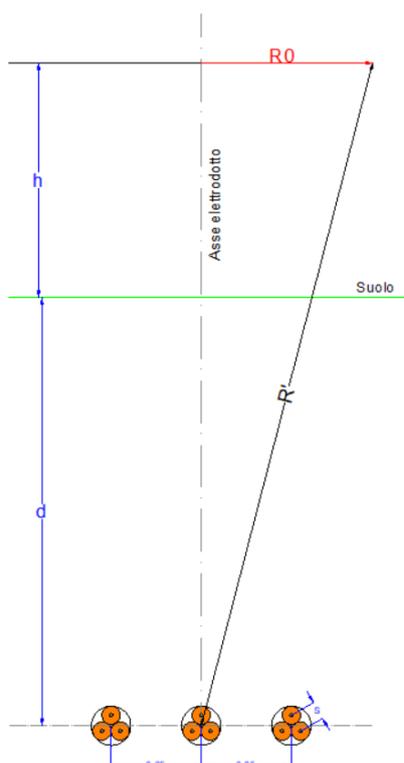
Pertanto, relativamente all'elettrodotto costituito da 1 terna di sezione 630 mm², viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 2,94 m, centrata sull'asse del cavidotto (DPA pari a 1,47 m), al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.

6.1.2 *Caso 2 — 3 terne di cavi 26/45 kV 3x1x630 - posa 1,20 m (esterna al parco fotovoltaico)*

Per tener conto della presenza di due o più terne nella stessa sezione di scavo si è fatto ricorso ad un modello matematico che tenesse conto del campo magnetico generato da ogni singola terna.

Il modello costituito, secondo quanto previsto e suggerito dalla norma CEI 211-4 cap. 4.3, tiene conto delle componenti spaziali dell'induzione magnetica, calcolate come somma del contributo delle correnti nei diversi conduttori.

È possibile a questo punto effettuare una semplificazione del modello, che consideri il contributo non del singolo conduttore ma dell'intera terna, della quale sono note le caratteristiche geometriche. Si terrà conto nel seguito per il modello del sistema di cavi unipolari posati a trifoglio e non elicordati: in questo modo viene introdotto un grado di protezione maggiore nel sistema.



Progettazione e Consulenza Ambientale	ELABORATO	PROPONENTE
	RELAZIONE CEM - CAMPI ELETTROMAGNETICI	 Arya Solar SRL Arya Solar S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 - 90144 Palermo C.F. e P. IVA n. 11944660965

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "ARYA TRAPANI"
 PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 62,54 MW_{dc} (46,00 MW_{ac} IN IMMISSIONE) CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 10 MW/20 MWh E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTE NEI COMUNI DI TRAPANI, MARSALA E SALEMI (TP)

Come infatti suggerito dalla norma CEI 106-11 al cap. 6.2.3, per i cavi unipolari posati a trifoglio è possibile ricorrere ad una espressione approssimata del campo magnetico.

Data la natura vettoriale del campo magnetico, è possibile sommare i contributi dovuti alle singole terna e calcolare, attraverso il modello semplificato di cui prima, il valore del campo magnetico nello spazio circostante l'elettrodotto.

Considerata quindi la disposizione spaziale delle due terne, e fissando l'asse centrale del sistema come riportato in figura, si può calcolare il campo magnetico generato dall'elettrodotto attraverso la seguente formula:

$$B = B_1 + B_2 + B_3 = 0,1 \times \sqrt{6} \times (S_1 \times I_1) / R_1'^2 + 0,1 \times \sqrt{6} \times (S_2 \times I_2) / R_2'^2 + 0,1 \times \sqrt{6} \times (S_3 \times I_3) / R_3'^2 = 8,97 \mu T$$

$$R_0 = \sqrt{((0,082 \times S \times I) - d^2) + 0.375} = 1,73 \text{ m}$$

dove B(μT) è l'induzione magnetica in un generico punto distante da R(m) dal centro del sistema (baricentro delle due terne di cavi), Si [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti della terna i-esima, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I_i [A] (specificata della terna i-esima).

Per quanto riguarda la corrente I_i, il DPCM 8/07/2003 all'art.6 indica di fare riferimento alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, così come definita dalla norma CEI 11-60, la quale regola la portata al limite termico delle linee aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV. Trattandosi nel caso specifico invece di linea interrata, e non potendosi fare riferimento a quanto previsto dal decreto, si è fatto riferimento alla portata in corrente in regime permanente, così come definita dalla norma CEI 11-17.

Sono stati quindi calcolate, fissando vari valori di h, le distribuzioni dell'intensità del campo magnetico su piani fuori terra paralleli al suolo.

Ai fini del calcolo è stato preso in esame il caso di quattro terne di cavi della sezione di 630 mm², ossia il caso peggiore.

Le condizioni operative per le quali sono stati eseguiti i calcoli sono le seguenti:

<i>Profondità di posa dei cavi</i>	-1,20 m
<i>distanza terna 1 dall'asse y</i>	-0,375 m
<i>distanza terna 2 dall'asse y</i>	-0,125 m
<i>distanza terna 3 dall'asse y</i>	+0,125 m
<i>distanza terna 4 dall'asse y</i>	+0,375 m
<i>Sezione terna</i>	3x1x630 mm ²
<i>Portata cavo nominale</i>	943 A
<i>Portata cavo effettiva massima</i>	725 A

Per la portata dei cavi, si è tenuto conto della portata corretta secondo i fattori di correzione di cui alla relazione di calcolo elettrico, che tiene conto delle condizioni di esercizio e della compresenza di più cavi nello stesso scavo.

Progettazione e Consulenza Ambientale	ELABORATO	PROPONENTE
	RELAZIONE CEM - CAMPI ELETTROMAGNETICI	 Arya Solar SRL Arya Solar S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 - 90144 Palermo C.F. e P. IVA n. 11944660965

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "ARYA TRAPANI"
 PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 62,54 MW_{dc} (46,00 MW_{ac} IN IMMISSIONE) CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 10 MW/20 MWh E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTE NEI COMUNI DI TRAPANI, MARSALA E SALEMI (TP)

Ricordando che l'obiettivo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a 3 µT, si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale ad 1 m dal piano di calpestio, pari a **8,98 µT** superiore all'obiettivo di qualità fissato dalla norma, ma comunque inferiore al limite di esposizione di 100 µT.

Risulta quindi necessario individuare una fascia di rispetto, definita, secondo la normativa citata, come la distanza sul piano orizzontale (ad altezza h=1 m) dalla proiezione verticale della sorgente alla quale il campo elettromagnetico risulta essere inferiore all'obiettivo di qualità pari a 3 µT. Utilizzando tali valori per il calcolo, la DPA risulta essere pari a circa 1,73 m per ciascun lato dall'asse dell'elettrodotto, alla quale il campo residuo risulta essere pari a 2,99 µT.

Pertanto, relativamente all'elettrodotto costituito da 4 terne di sezione 630 mm² (caso B2), viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 3,46 m, centrata sull'asse del cavidotto (DPA pari a 1,73 m), al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.

6.1.3 Riepilogo DPA elettrodotti interrati

La tabella che segue mostra un riepilogo delle DPA dagli elettrodotti interrati di media tensione, calcolate come meglio specificato nei paragrafi precedenti.

CASO	TENSIONE	TIPOLOGIA	Sezione cavi	Profondità Posa	DPA centrato all'asse
1	36 kV	1 terna interne al parco	630 mm ² e inferiori	0,80 m (interno parco)	2,94 m
2	36 kV	3 terne esterne al parco	630 mm ² e inferiori	1,20 m (esterno parco)	3,46 m

Si ricorda che le condizioni nelle quali è stato effettuato il calcolo sono peggiorative rispetto alla reale configurazione del sistema. Infatti, per il calcolo si è fatto riferimento alle portate massime dei cavi, corrette in funzione delle specifiche condizioni di posa. Tale ipotesi, prevista dalla norma, è comunque molto cautelativa, in quanto, trattandosi di impianto di produzione con potenza predeterminata, le massime correnti realmente transitanti nei conduttori (e di conseguenza i relativi campi elettromagnetici generati) saranno inferiori alle portate nominali, con fattori di sovradimensionamento del 40-60%. Pertanto, i campi realmente generati saranno inferiori a quelli calcolati di un fattore pari al 40-60 %.

Infine, sia l'obiettivo di qualità di 3µT che il limite di attenzione di 10 µT fanno riferimento al valore della mediana nelle 24 ore di esercizio. Tutti i dimensionamenti, invece, sono stati eseguiti tenendo conto delle potenze nominali del parco fotovoltaico, ipotizzando il funzionamento a piena potenza. In tal senso, occorre tenere conto delle effettive ore di produzione giornaliera e delle ore serali/notturne in cui l'elettrodotto non risulta trasportare energia, e conseguentemente generare campi elettromagnetici.

Data la natura non programmabile della fonte rinnovabile, i valori reali saranno certamente inferiori a quelli utilizzati nei calcoli, con una significativa diminuzione del valore dei campi elettromagnetici generati, ben al di sotto dei valori normativi precedentemente illustrati.

Progettazione e Consulenza Ambientale	ELABORATO	PROPONENTE
	<p align="center">RELAZIONE CEM - CAMPI ELETTROMAGNETICI</p>	 <p>Arya Solar SRL Arya Solar S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 - 90144 Palermo C.F. e P. IVA n. 11944660965</p>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "ARYA TRAPANI"
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 62,54 MW_{dc} (46,00 MW_{ac} IN IMMISSIONE) CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 10 MW/20 MWh E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTE NEI COMUNI DI TRAPANI, MARSALA E SALEMI (TP)

7. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DA PARCO FOTOVOLTAICO

Le principali componenti del parco fotovoltaico che risultano essere fonte di campi elettromagnetici sono le Power Station, al cui interno è presente un trasformatore 36kV/BT e gli inverter.

Le sorgenti operano con correnti e tensioni di esercizio tali che i campi elettromagnetici prodotti risultano estinti nell'arco di pochi metri dalle sorgenti. Considerata inoltre il sito di installazione, all'interno del parco fotovoltaico e molto distanti dal perimetro dello stesso, ne consegue che ai fini della verifica del rispetto dell'obiettivo di qualità su possibili recettori, si possa considerare nullo l'effetto di tali sorgenti.

Per quanto riguarda gli inverter, il progetto prevede l'utilizzo di prodotti conformi alla normativa CEM, ed in particolare alle norme EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, EN 62103, EN 50178, FCC Part15, AS 3100.

Inoltre, la struttura metallica entro la quale tali apparecchiature sono collocate, funge da ulteriore schermatura per i campi elettrici, attenuandone ulteriormente l'intensità.

A maggior tutela, si ricorda le Power Station sono poste, rispetto alle abitazioni e agli edifici civili in cui vi sia una permanenza prolungata, ad una distanza tale da poter considerare l'entità dei campi elettromagnetici generati assolutamente insignificante.

Relativamente alle Power Station, assimilabili a cabine secondarie di trasformazione, sono state individuate le distanze di prima approssimazione secondo quanto indicato dalle linee guida ENEL già citate, ed in particolare all'allegato B10 della guida e alle formule di calcolo contenute nel par. 5.2.1 dell'allegato al DM 29/05/2008.

In particolare, la DPA è intesa come la distanza da ciascuna delle pareti della cabina secondaria, calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale de cavo (x), ossia conduttore più isolante.

La relazione da applicare è la seguente:

$$Dpa = 0.40942 * X^{0,5241} * \sqrt{I}$$

Considerando il trasformatore in progetto della taglia di 6300 KVA, il valore di I da prendere in considerazione è pari a circa 11.550 A alla tensione di 630 V.

Supponendo per i cavi in uscita dal trasformatore la sezione 300 mm², con più conduttori in parallelo, tipologia cavi FG16M16, 0.6/1 kV, il valore del diametro esterno x risulta essere pari a 33 mm.

Utilizzando tali valori per il calcolo, la DPA risulta essere pari a circa 7,40 m.

Pertanto, relativamente alle Power Station, viene individuata intorno ad esse una fascia di rispetto pari a 7,40 m, al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.

Progettazione e Consulenza Ambientale	ELABORATO	PROPONENTE
	<p align="center">RELAZIONE CEM - CAMPI ELETTROMAGNETICI</p>	 <p>Arya Solar SRL Arya Solar S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 - 90144 Palermo C.F. e P. IVA n. 11944660965</p>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "ARYA TRAPANI"

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 62,54 MW_{dc} (46,00 MW_{ac} IN IMMISSIONE) CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 10 MW/20 MWh E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTE NEI COMUNI DI TRAPANI, MARSALA E SALEMI (TP)

8. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLA SE RTN 220kV

La Stazione di trasformazione AT/MT 220/36/30 kV è una potenziale sorgente di campi elettromagnetici.

Con riferimento alla valutazione dei campi elettromagnetici generati, sono state individuate le seguenti possibili sorgenti in grado di generare un campo elettromagnetico significativo determinando dunque l'opportunità di osservare la relativa **distanza di prima approssimazione (DPA)**:

- Sbarre A.T. a 220 kV in aria;
- Condutture in cavo interrato o in aria a tensione nominale 36 kV;

Le altre possibili sorgenti di onde elettromagnetiche di minore rilevanza (linee di **B.T.**, trasformatori M.T./B.T., trasformatori A.T./M.T., apparecchiature in B.T., ecc.), sono state giudicate non significative ai fini della presente valutazione, come peraltro riscontrato anche nella letteratura di settore.

Trattandosi di una cabina primaria isolata in aria, il D.M.29/05/08, allegato APAT, par. 5.2.2, non prevede di dover ricorrere al calcolo dei campi generati, in quanto le DPA, e quindi le fasce di rispetto, ricadono all'interno dell'area di pertinenza della stessa cabina.

Ad ulteriore conferma di quanto appena riportato, ENEL Distribuzione S.p.a., nel documento "Linee Guida per l'applicazione del p.5.1.3 dell'Allegato al DM 29-05-2008 — **Distanza di prima approssimazione (DPA)** da linee e cabine elettriche" riporta le DPA da applicare per le sottostazioni di trasformazione analoghe a quella oggetto della presente relazione.

In particolare, nell'allegato A al sopracitato documento, vengono riportate le distanze minime da garantire del centro sbarre AT e dal centro sbarre MT rispetto al perimetro dell'area della sottostazione. Tali distanze, per sistemi con caratteristiche analoghe a quelle della stazione in oggetto, risultano essere:

- circa 14 m dal centro sbarre AT

- circa 7 m dal centro sbarre MT.

In particolare, tutta la fascia di rispetto ricade o all'interno dell'area di pertinenza della Stazione, pertanto non interferente con le aree da sottoporre a tutela secondo il DPCM per il rispetto dell'obiettivo di qualità.

Progettazione e Consulenza Ambientale	ELABORATO	PROPONENTE
	<p style="text-align: center;">RELAZIONE CEM - CAMPI ELETTROMAGNETICI</p>	 <p style="margin-left: 20px;">Arya Solar SRL</p> <p>Arya Solar S.r.l. Viale Croce Rossa, 25 - 90144 Palermo C.F. e P. IVA n. 11944660965</p>
<p><i>IMPIANTO AGRIVOLTAICO "ARYA TRAPANI"</i></p> <p>PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 62,54 MW_{dc} (46,00 MW_{ac} IN IMMISSIONE) CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 10 MW/20 MWh E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN RICADENTE NEI COMUNI DI TRAPANI, MARSALA E SALEMI (TP)</p>		

9. CONCLUSIONI

Nella presente relazione è stato condotto uno studio analitico volto a valutare l'impatto elettromagnetico delle opere da realizzare, e, sulla base delle risultanze, individuare eventuali fasce di rispetto da apporre al fine di garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici, secondo il vigente quadro normativo.

Una volta individuate le possibili sorgenti dei campi elettromagnetici, per ciascuna di esse è stata condotta una valutazione di tipo analitico, volta a determinare la consistenza dei campi generati dalle sorgenti e l'eventuale distanza di prima approssimazione (DPA).

Di seguito i principali risultati:

Elettrodotti:

Sono state individuate differenti casistiche, in funzione del numero di terne parallele posate all'interno della stessa sezione di scavo, della profondità di posa e della tensione di esercizio, e per ciascuna di esse è stata determinata la DPA corrispondente.

In tutti i casi, l'entità delle DPA è tale da ricadere all'interno della carreggiata stradale lungo la quale giacciono i cavidotti, senza interferenze con luoghi da tutelare.

Stazione elettrica di rete:

i campi elettromagnetici risultano più intensi in prossimità delle apparecchiature AT, ma trascurabili all'esterno dell'area della sottostazione. E stata individuata la fascia di rispetto, ricadente per lo più nelle aree di pertinenza della SSEU e all'interno della viabilità di accesso, senza interferenze con luoghi da tutelare.

Parco fotovoltaico:

campi elettromagnetici legati alla presenza delle Power Station, per le quali sono state determinate le relative DPA. L'entità delle DPA è tale da ricadere all'interno dell'area di parco FV, senza interferenze con luoghi da tutelare.

A conclusione del presente studio, è possibile affermare che per tutte le sorgenti di campi elettromagnetici individuate, le emissioni risultano essere entro i limiti imposti dalla vigente normativa.