

PROGETTO IMPIANTO DI RETE E-DISTRIBUZIONE

IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE 15 KV
DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE
FOTOVOLTAICO POTENZA 6.000 KW

COMUNE DI PISCINAS (SU)

PIANO TECNICO PROGETTO DEFINITIVO

IDENTIFICATIVO ELABORATO

<u>COD. FORNITURA</u>	<u>POD</u>	<u>COD. PRESA</u>	<u>COD. RINTRAC.</u>	<u>DATA</u>
033725035	IT001E033725035	9234507600001	280245644	11/10/2021

<u>LIV. PROG.</u>	<u>TITOLO ELABORATO</u>	<u>N.ELABORATO</u>	<u>FOGLIO</u>	<u>N.FOGLIO</u>	<u>SCALA</u>
PD	VERIFICA IMPATTI ELETTROMAGNETICI	RE.05	-	-	-

<u>REV.</u>	<u>DATA</u>	<u>ESEGUITO</u>	<u>VERIFICATO</u>	<u>APPROVATO</u>	<u>DESCRIZIONE REVISIONI</u>
R0	11/10/2021				Prima Emissione



Progettista:
StudioTECNICO - ing.MarcoBALZANO
Via Cancellotto Rotto, 03 | 70125 Bari (BA)
+39 331.6794367
www.ingbalzano.com

Gestore Rete Elettrica:
e-distribuzione

FIRMA PER IL BENESTARE

Committente:
GREEN GENIUS ITALY UTILITY 14 S.R.L.
Corso Giuseppe Garibaldi, 49
20121 Milano (MI)
P.IVA 11036300967



StudioTECNICO | Ing. Marco Balzano
Via Cancellotto, 03 – 70125 Bari (Ba)
www.ingbalzano.com

STUDIOTECNICO
ing. Marco BALZANO
SPIN 030/719978

Progettista: Ing. Marco Gennaro Balzano
Ordine Degli Ingegneri Della Provincia Di Bari N. 9341

Sommario

1. Progetto Intervento.....	3
1.1 Riferimenti Normativi.....	3
1.2 Requisiti generali dell’impianto in progetto.....	4
1.3 Descrizione impianto in progetto.....	5
2. Campi Elettromagnetici: Generalità.....	6
2.1 Generalità.....	6
3. Valutazione Campi Elettromagnetici.....	8
Analisi Cavidotto ed Elettrodotta MT.....	8
3.1 Analisi EMC Cabina di Consegna.....	10
4. Conclusioni.....	12

STUDIOTECNICO 
ing. Marco BALZANO
SERVIZI TECNICI DI INGEGNERIA

Codice di Ritracci:	Elaborato:	Data	Rev	
280245644	Valutazione Impatti Elettromagnetici	11/10/2021	R0	Pagina 2 di 12



1. Progetto Intervento

1.1 Riferimenti Normativi

Il presente progetto è predisposto ai sensi dei seguenti riferimenti per la realizzazione delle linee elettriche, in relazione all'insieme dei principi giuridici e delle norme che regolano la costruzione degli impianti, tra cui si richiamano in particolare:

- Legge del 22/02/01 n° 36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”;
- DPCM del 8/07/03 “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”, in attuazione dell’art. 4 comma 2 lettera a) della Legge 36/2001.
- DM 29 maggio 2008:
 - a) approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti (GU n. 156 del 5/7/2008 – Suppl. Ordinario n. 160);
 - b) approvazione delle procedure di misura e valutazione dell’induzione magnetica (GU n. 153 del 2/7/2008);
- CEI 11-60 “Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100 kV”;
- CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica – linee in cavo”
- 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 I”
- CEI 211-4 “ Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche;

Inoltre, all'interno di tale relazione tecnica si fa riferimento anche al documento redatto da Enel Distribuzione Spa denominato **“Linea Guida per l'applicazione del par. 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.5.2008 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche”**,

Si sottolinea che emesso in esecuzione della Legge 36/2001 e del D.P.C.M. 08/07/2003, il D.M. del 29/05/2008 ha definito i criteri e la metodologia per la determinazione delle fasce di rispetto.

Ai fini della presente relazione risultano fondamentali le seguenti definizioni:

- **portata in corrente in servizio normale (Isn)**: è la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell' invecchiamento;

Codice di Ritracci:	Elaborato:	Data	Rev	
280245644	Valutazione Impatti Elettromagnetici	11/10/2021	R0	Pagina 3 di 12



- **portata di corrente in regime permanente**: massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17);
- **fascia di rispetto**: è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità;
- **Distanza di prima Approssimazione (DPA)**: per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, della proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più' della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine secondarie è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

Inoltre, sempre il DM del 29/05/2008 ha definito il valore di corrente da utilizzare nel calcolo, come la portata in corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata ed in dettaglio:

- per linee aeree con tensione superiore a 100 kV, la portata di corrente in servizio normale viene calcolata ai sensi della norma CEI 11-60;
- per le linee in cavo, la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in regime permanente così come definita nella norma CEI 11-17.

Pertanto con l'introduzione del DM del 29/5/2008 si fa riferimento alla DPA e, pertanto, ad un procedimento semplificato al fine di semplificare la gestione territoriale ed il calcolo della fasce di rispetto.

1.2 Requisiti generali dell'impianto in progetto

Livello di tensione nominale: 15.000 V – MT

Tipologia di intervento: MODIFICA IMPIANTO DI RETE DI DISTRIBUZIONE ESISTENTE

Area oggetto di intervento: come da cartografia allegata, ubicata nel Comune di Piscinas(SU)

Riferimenti Connessione: Codice di Rintracciabilità 280245644
Codice POD: IT001E033725035

Codice di Rantracc:	Elaborato:	Data	Rev	
280245644	Valutazione Impatti Elettromagnetici	11/10/2021	R0	Pagina 4 di 12



1.3 Descrizione impianto in progetto

L'impianto di produzione energetica da fonte rinnovabile di tipo fotovoltaico sarà connesso alla rete di Distribuzione MT con tensione nominale di 15 kV tramite, mediante la realizzazione di una **nuova cabina di consegna** collegata in antenna da Cabina Primaria **AT/MT VILLAPERUCCI CP**.

Tale soluzione prevede, come da planimetria:

- Collegamento **Cabina Primaria AT/MT Villaperucci** -- **Cabina Consegna**
 - o **Tratto Linea Interrata - Cavo Al 240 mmq + Fibra Ottica: m 384,50**
 - o **Tratto Linea Aerea – Cavo 150 mmq + Fibra Ottica: m 3339,50**
- Costruzione di **Cabina Consegna**;
- Montaggio Elettromeccanici con **Scomparto di Arrivo+ Consegna**
- Costruzione di **stallo MT** (Interruttore MT + UP e Modulo GSM) in cabina primaria **CP AT/MT Villaperucci**;

Codice di Ritracci:	Elaborato:	Data	Rev	
280245644	Valutazione Impatti Elettromagnetici	11/10/2021	R0	Pagina 5 di 12



2. Campi Elettromagnetici: Generalità

2.1 Generalità

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico e un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza come mostrato dai grafici seguenti.

Tuttavia nel caso di cavi interrati, la presenza dello schermo e la relativa vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche rende di fatto il campo elettrico nullo ovunque. Pertanto il rispetto della normativa vigente in corrispondenza dei recettori sensibili è sempre garantito indipendentemente dalla distanza degli stessi dall'elettrodotto.

Per quanto riguarda invece il campo magnetico si rileva che la maggiore vicinanza dei conduttori delle tre fasi tra di loro rispetto alla soluzione aerea rende il campo trascurabile già a pochi metri dall'asse dell'elettrodotto. Di seguito è esposto l'andamento del campo magnetico massimo lungo il tracciato della linea interrata a 20 kV.

La linea di connessione genera, con andamento radiale rispetto ai cavi, dei campi elettromagnetici dovuti al passaggio della corrente e ad essa proporzionali. In aria, l'andamento di tale campo in funzione dalla distanza dal cavo è proporzionale all'inverso del quadrato della distanza, ossia esso diminuisce fortemente la sua intensità con l'allontanarsi dalla sorgente.

La presenza di rivestimenti di isolamento e schermature metalliche ne limitano ulteriormente l'intensità.

Il **campo elettrico** è prodotto da un sistema polifase risulta associato alle cariche in gioco, e quindi alle tensioni, ed è quindi presente non appena la linea sia posta in tensione, indipendentemente dal fatto che essa trasporti o meno potenza.

Il campo elettrico generato dalle linee elettriche in un determinato punto dello spazio circostante dipende principalmente dal livello di tensione e dalla distanza del punto dai conduttori della linea (altri fattori che influenzano l'intensità del campo elettrico sono poi la disposizione geometrica dei conduttori nello spazio e la loro distanza reciproca).

Il **campo magnetico B** è invece associato alla corrente (e quindi alla potenza) trasportata dalla linea: esso scompare quando la linea è solo "in tensione" ma non trasporta energia. I campi elettromagnetici, in base alla loro frequenza, possono essere suddivisi in:

- onde ionizzanti (IR): onde ad alta frequenza così chiamate in quanto capaci di modificare la struttura molecolare rompendone i legami atomici (l'esempio più ricorrente è quello dei raggi X) e perciò cancerogene;
- onde non ionizzanti (NIR): su cui sono tuttora in corso numerosi studi tesi a verificare gli effetti sull'uomo. Questo tipo di onde comprende, tra le varie frequenze, le microonde, le radiofrequenze ed i campi a frequenza estremamente bassa (ELF - Extremely Low Frequency da 0 a 10 kHz). Fra questi campi a bassa frequenza (ELF) è compresa anche l'energia elettrica che è trasmessa a frequenza di 50 Hz.

Codice di Ritracci:	Elaborato:	Data	Rev	
280245644	Valutazione Impatti Elettromagnetici	11/10/2021	R0	Pagina 6 di 12



Le grandezze che determinano l'intensità e la distribuzione del campo magnetico nello spazio circostante una linea interrata sono fondamentalmente:

1. intensità delle correnti di linea ;
2. distanza dai conduttori;
3. isolanti, schermature e profondità di interramento del cavo;
4. disposizione e distanza tra conduttori

Dunque, il campo magnetico, dipendendo dalla corrente, varia a seconda della richiesta/produzione di energia e quindi è fortemente influenzato dalle condizioni di carico/produzione delle linee stesse.

Per mitigare il campo magnetico generato da una linea elettrica è necessario agire su una o più delle grandezze sopra elencate, dal momento che la schermatura mediante materiali ad alta permeabilità e/o conducibilità non è strada praticabile.

L'influenza dei vari fattori si evince immediatamente dalla legge di Biot-Savart: il campo magnetico è direttamente proporzionale all'intensità di corrente e inversamente proporzionale alla distanza dalla sorgente.

Alle basse frequenze le caratteristiche fisiche dei campi sono più simili a quelle dei campi statici rispetto a quelle dei campi elettromagnetici veri e propri; è per questo che per le ELF il campo elettrico e il campo magnetico possono essere considerati e valutati come entità a sé stanti.

Il quarto fattore, entra in gioco per il fatto che il sistema di trasmissione è trifase, cioè composto da una terna di correnti di uguale intensità ma sfasate nel tempo.

Poiché il campo magnetico in ogni punto dello spazio circostante è dato dalla composizione vettoriale dei contributi delle singole correnti alternate, ne deriva un effetto di mutua compensazione di tali contributi tanto maggiore quanto più vicine tra loro sono le sorgenti, fino ad avere una compensazione totale se le tre correnti fossero concentriche.

Per le linee aeree, la distanza minima tra i conduttori è limitata alla necessaria distanza tra le fasi e dipende dalla tensione di esercizio, mentre per le linee in cavo tale distanza può essere dell'ordine di 20-30 cm con un abbattimento sostanziale del campo magnetico già a poca distanza.

Come avviene ormai sempre più di frequente, le linee di Media Tensione non vengono più costruite mediante linea aerea, ma interrate consentendo di ridurre drasticamente l'effetto dovuto ai campi elettromagnetici attenuati dal terreno che agisce da "schermatura naturale", abbassando l'intensità di tali emissioni a valori addirittura inferiori ai più comuni elettrodomestici di uso quotidiano. Il calcolo è stato effettuato in aderenza alla Normative indicate.

Codice di Ritracci:	Elaborato:	Data	Rev	
280245644	Valutazione Impatti Elettromagnetici	11/10/2021	R0	Pagina 7 di 12



3. Valutazione Campi Elettromagnetici

Analisi Cavidotto ed Elettrodotta MT

Al fine di valutare la distanza di prima approssimazione (DPA) della linea di connessione, si prende come riferimento la Linea Guida per l'applicazione dell'art. 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 "procedimento semplificato: calcolo della distanza di prima approssimazione", redatta da Enel Distribuzione Spa.

Ricordando che l'obiettivo da rispettare è l'obiettivo qualità pari a $3 \mu\text{T}$, fissato dal DPCM del 08/07/2003

Soglia	Valore limite del campo magnetico
Limite di esposizione	$100 \mu\text{T}$ (da intendersi come valore efficace)
Valore di attenzione (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)	$10 \mu\text{T}$ (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)
Obiettivo di qualità (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)	$3 \mu\text{T}$ (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)

Come si evince dalla trattazione svolta e riportata alla pagina successiva, il valore limite di $3 \mu\text{T}$ (obiettivo di qualità stabilito dal DPCM 8 luglio 2003), si raggiunge entro distanze molto limitate dalla linea stessa, di circa 0,50-0,70 m.

Entro tali distanze non risultano presenti abitazioni o altri ricettori sensibili, pertanto si ritiene che l'impatto dovuto al campo elettromagnetico della nuova linea di connessione sia **non significativo**.



DIVISIONE INFRASTRUTTURE E RETI
QSA/TUN

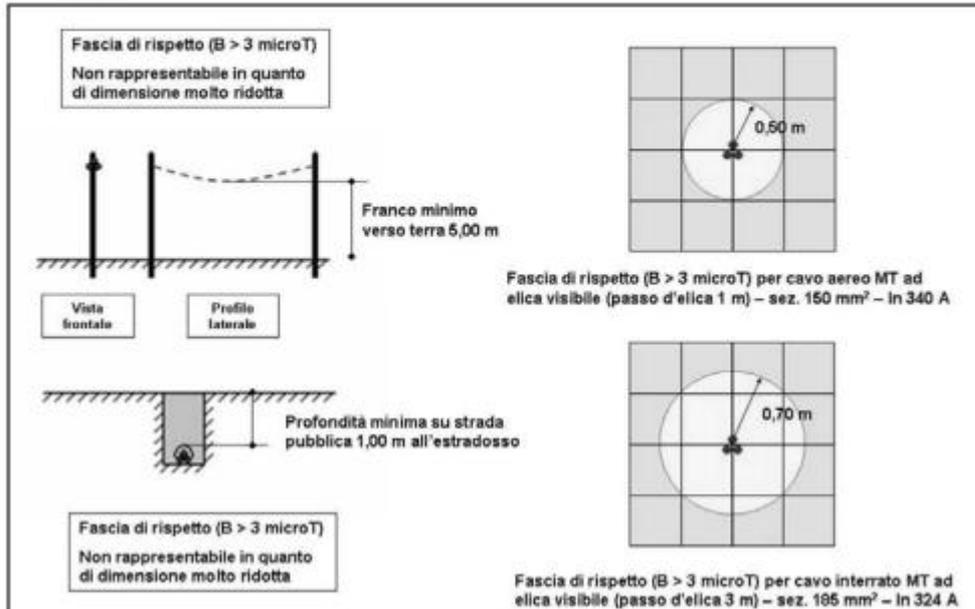


Figura 1 – Curve di livello dell'induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica – calcoli effettuati con il modello tridimensionale "Elico" della piattaforma "EMF Tools", che tiene conto del passo d'elica.

Si evidenzia infine che le fasce di rispetto (comprese le correlate DPA) non sono applicabili ai luoghi tutelati esistenti in vicinanza di elettrodotti esistenti. In tali casi, l'unico vincolo legale è quello del non superamento del valore di attenzione del campo magnetico ($10 \mu\text{T}$ da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio); solo ove tale valore risulti superato, si applicheranno le disposizioni dell'art. 9 della Legge 36/2001.

RIFERIMENTI

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".
- DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti".
- DM 29 maggio 2008, GU n. 156 del 5 luglio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".
- DM 21 marzo 1988, n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne" e s.m.i."



3.1 Analisi EMC Cabina di Consegna

Per quanto riguarda la cabina di consegna Enel, per quanto precedentemente specificato, ai fini del calcolo della DPA si fa riferimento direttamente alla situazione potenziale futura, prevedendo all'interno della cabina di consegna un trasformatore di 630 kVA, in conformità al disegno di unificazione della cabina in oggetto Enel DG2092 ED.3

In corrispondenza di una potenza nominale di 630kVA si determina la corrente nominale del circuito di bassa tensione, alimentato ad una tensione di 400V.

$$I = \frac{630.000}{\sqrt{3} * 400} = 909,3A$$

Il cavo BT in uscita dal trasformatore che Enel potrebbe installare in futuro all'interno della cabina di consegna, può essere di sezione variabile; il valore del diametro standard è variabile da 20 mm a 27mm, tale valore è attinto dal documento tecnico Enel Distribuzione Spa denominato “Linea Guida per l'applicazione del par. 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.5.2008 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche”, in particolare dalla scheda B10 che si riporta in figura

Pertanto si assume il massimo valore per la variabile x:

x= diametro del cavo = 27 mm= 0,027m

In funzione di tali dati si determina la DPA in oggetto:

$$DPA = \sqrt{909,3 * 0,40942 * 0,0270^{0,5241}} = 1,82 m$$

Considerato che l'algoritmo proposto dal DM 29/5/2008 prevede l'arrotondamento al mezzo metro superiore, risulta che **DPA=2,0 m**

Si noti che tale valore ottenuto dal calcolo analitico del modello proposto DM 29/5/2008 coincide con il valore indicato dalla scheda B10 (Rif. B10 c) del documento di Enel Distribuzione richiamato e riportato.

Ebbene ricordare che da specifica tecnica non è prevista l'installazione di un trasformatore.

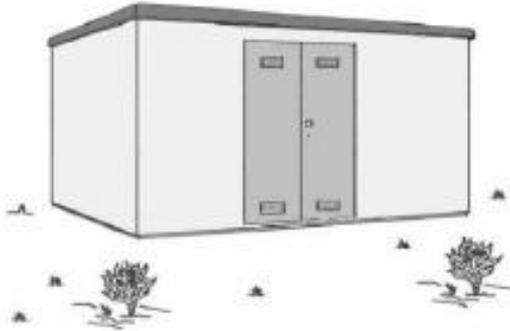
Ciò nonostante è stato eseguito il calcolo in via cautelativa facendo riferimento a una situazione potenziale futura

SERVIZI TECNICI DI INGEGNERIA

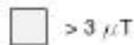
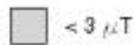
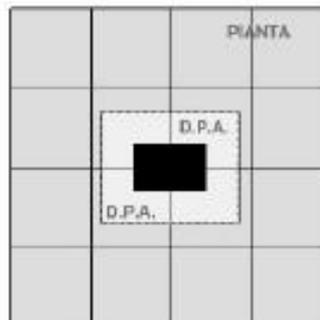
Codice di Ritracci:	Elaborato:	Data	Rev	
280245644	Valutazione Impatti Elettromagnetici	11/10/2021	R0	Pagina 10 di 12



**B10 – CABINA SECONDARIA TIPO BOX O SIMILARI, ALIMENTATA IN CAVO SOTTERRANEO –
TENSIONE 15 KV O 20 KV**



RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



DIAMETRO DEI CAVI (m)	TIPOLOGIA TRASFORMATORE (KVA)	CORRENTE (A)	DPA (m) filo parete esterna	RIF.TO
Da 0,020 a 0,027	250	361	1,5	B10a
	400	578	1,5	B10b
	630	909	2,0	B10c



4. Conclusioni

Come evidenziato nello studio condotto e nelle tabelle e figure dei paragrafi precedenti, sono stati individuate le potenziali sorgenti di emissione e si è proceduto alla valutazione dei potenziali rischi legati all'esposizione delle persone in riferimento alle opere da realizzare.

Sulla base dei risultati, alla luce della normativa vigente, sono state individuate 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.

Considerando che all'interno di queste non risultano recettori sensibili ovvero aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, luoghi adibiti a permanenza di persone per più di quattro ore giornaliere si può quindi **concludere che la realizzazione delle opere elettriche relative alla realizzazione di un impianto fotovoltaico in oggetto e delle opere di connessioni rispettano la normativa vigente.**

Codice di Ritracci:	Elaborato:	Data	Rev	
280245644	Valutazione Impatti Elettromagnetici	11/10/2021	R0	Pagina 12 di 12