



Piattaforma polifunzionale Ponticelle

Valutazione di Impatto Ambientale

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. - L.R. 20 aprile 2018, n. 4 e s.m.i.

PROGETTO DEFINITIVO Piattaforma polifunzionale Ponticelle

ELABORATO 158

Relazione impianto di terra

Approvato HA	R. Boschi E. Zamagni		Approvato ER	G. Romano F. Lia		
Controllato HA	M. Facchini L. Pernetta		Controllato ER	E. Lagrotta G. Crimi		
Redatto Golder		F. De Giorgi C.Zaffaroni S. Salvotti				
Cod. Doc. HA	CO 05 RA VA 01 D1 RS 158.00		Cod. Doc. ER	160053-ENG-F-F5-2408		
Rev.	00	Data	17/09/2021	Pagine	1 di 16	

SOMMARIO

A	SCOPO DEL DOCUMENTO.....	4
B	ANALISI DELLA SITUAZIONE E DEL DISPERSORE PREVISTO	5
C	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI TERRA	11
	C.1 DIMENSIONAMENTO RISPETTO ALLE TENSIONI DI CONTATTO AMMISSIBILI	11
	C.2 DIMENSIONAMENTO RISPETTO ALLA RESISTENZA MECCANICA, ALLA CORROSIONE, ALLA TENUTA DELLE CORRENTI DI GUASTO ED AGLI EFFETTI DEL FULMINE	12
	C.3 MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO DI TERRA	14
D	POTENZIALI TRASFERITI.....	15

CO 05 RA VA 01 D1 RS 158.00	Relazione tecnica impianto di terra	00	17/09/2021	2 di 16
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

INDICE DELLE FIGURE NEL TESTO

<i>Figura 1 – Layout semplificato ubicazione reciproca stabilimento e Ponticelle.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 2 – Layout ubicazione telo di “capping”</i>	<i>7</i>
<i>Figura 3 – Layout impianto di terra Ponticelle</i>	<i>8</i>
<i>Figura 4 – Potenziali trasferiti: zona di possibile interconnecting con Herambiente.....</i>	<i>16</i>

CO 05 RA VA 01 D1 RS 158.00	Relazione tecnica impianto di terra	00	17/09/2021	3 di 16
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

A SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del documento è quello di fornire la descrizione dell'impianto di terra relativo alla "Piattaforma polifunzionale Ponticelle" da realizzare presso la Loc. Cà Ponticelle – Ravenna.

La presente ingegneria, sviluppata ai sensi dell'articolo 5 del Decreto Ministeriale n.37 del 22/01/2008 e sul progetto di base della Committente, costituisce il progetto "definitivo" di cui agli articoli 1.3.2 e 2.2 della guida CEI 0-2 ed è valido ai soli fini del rilascio del permesso per costruire o altro atto equivalente; per la costruzione andrà preventivamente predisposto il "progetto esecutivo" secondo CEI 0-2.

La consistenza e l'ubicazione degli impianti oggetto della progettazione sono descritti negli elaborati facenti parte del progetto complessivo (contenente anche la documentazione HSE alla base della presente progettazione elettrica definitiva).

CO 05 RA VA 01 D1 RS 158.00	Relazione tecnica impianto di terra	00	17/09/2021	4 di 16
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

B ANALISI DELLA SITUAZIONE E DEL DISPERSORE PREVISTO

Per l'impianto in oggetto, è rilevante premettere che:

- l'impianto elettrico dello stabilimento in progetto (nel seguito richiamato genericamente come "stabilimento") sarà alimentato da fornitura in media tensione a 15 kV dallo stabilimento Herambiente di via Baiona (alimentazione derivata da rete pubblica di distribuzione);
- il dispersore dello stabilimento Herambiente di cui al punto precedente è a servizio di un sistema elettrico di III Categoria (impianto di terra comune allo stabilimento Petrolchimico) e presenta una tensione totale di terra non superiore a 4 kV (dato fornito dalla Committente);
- lo stabilimento in progetto viene ad inserirsi all'interno dello stabilimento "Piattaforma Bio-Recupero 'Ponticelle'" (di seguito richiamato come "Ponticelle") per il quale è prevista alimentazione da rete pubblica di media tensione a 15 kV tramite proprio punto di connessione indipendente ma con caratteristiche in termini di correnti guasto e di tempi di interruzione che si ipotizzano analoghe a quelle della fornitura M.T. Herambiente. Per una rappresentazione semplificata dell'ubicazione reciproca degli stabilimenti vedere la Figura 1 (in arancione lo stabilimento ed in verde lo stabilimento Ponticelle);
- lo stabilimento Ponticelle (ed in parte anche l'area dello stabilimento in oggetto) è caratterizzato dalla particolarità di avere una vasta porzione dell'area ricoperta, ad una certa profondità, con un telo di "capping" la cui ubicazione è indicata nella Figura 2 (area campita in azzurro);
- lo stabilimento di Ponticelle è servito da un proprio dispersore di terra magliato in corda di rame nuda da 95 mm² (diametro dei singoli fili almeno 1,8 mm), in contatto con il terreno. Immediatamente all'interno dell'area dello stabilimento in progetto risulta previsto un "anello" in corda di rame nuda disponibile per ampliamento dell'impianto di terra. Nella Figura 3 sono rappresentati in blu il dispersore nell'area con "capping" ed in rosso quello nella parte senza "capping";
- la Committente richiede che l'impianto di terra dello stabilimento sia indipendente da quello dello stabilimento Herambiente; allo stesso tempo, per ragioni di promiscuità di fatto, si opta per la scelta di interconnettere il dispersore dello stabilimento con quello di Ponticelle;
- per gli edifici N1, N2, N4, N8 è prevista la protezione contro la fulminazione diretta mediante LPS (vedere documento CO 05 RA VA 01 RP RS 20.00 "Relazione scariche atmosferiche").

CO 05 RA VA 01 D1 RS 158.00	Relazione tecnica impianto di terra	00	17/09/2021	5 di 16
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

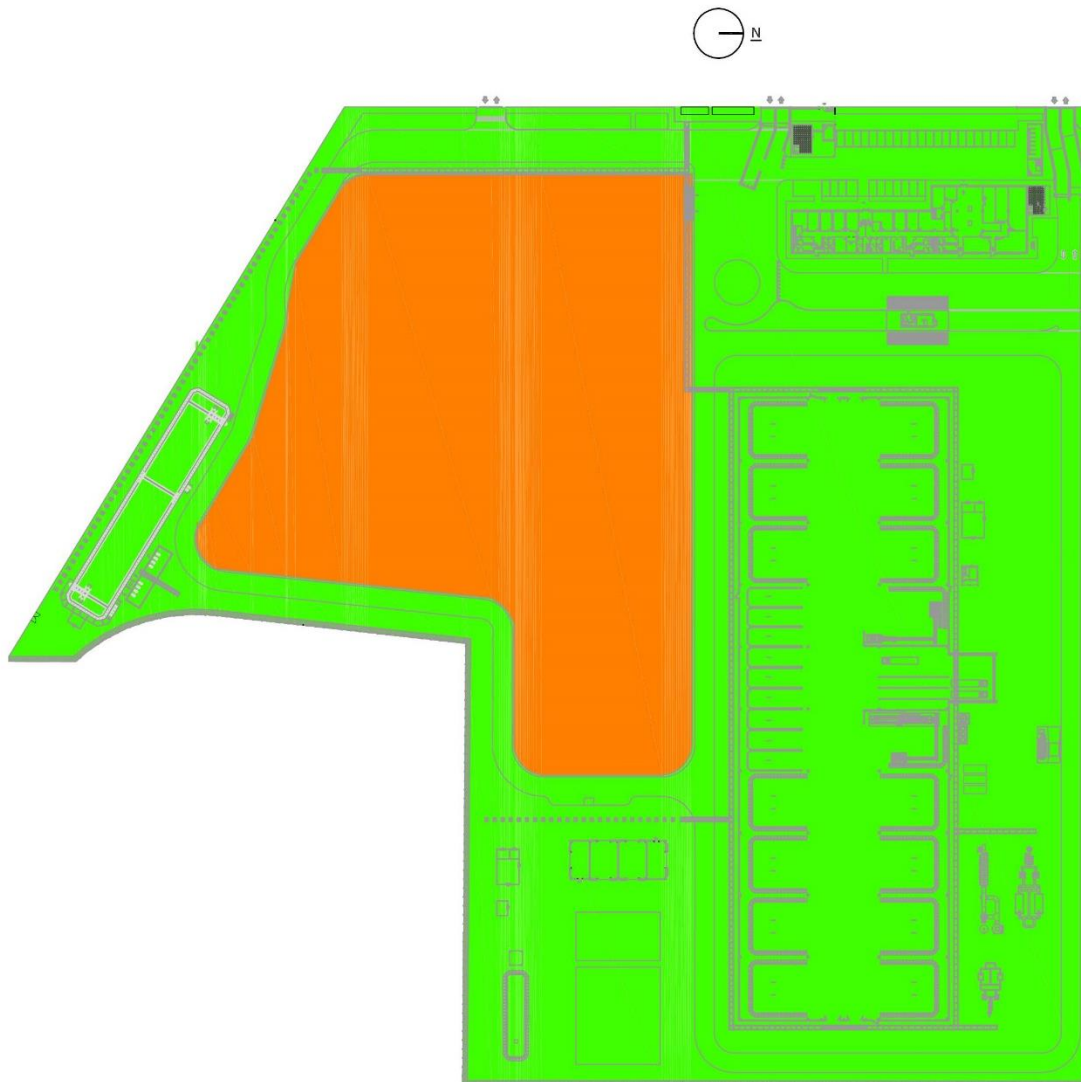


Figura 1 – Layout semplificato ubicazione reciproca stabilimento e Ponticelle

CO 05 RA VA 01 D1 RS 158.00	Relazione tecnica impianto di terra	00	17/09/2021	6 di 16
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

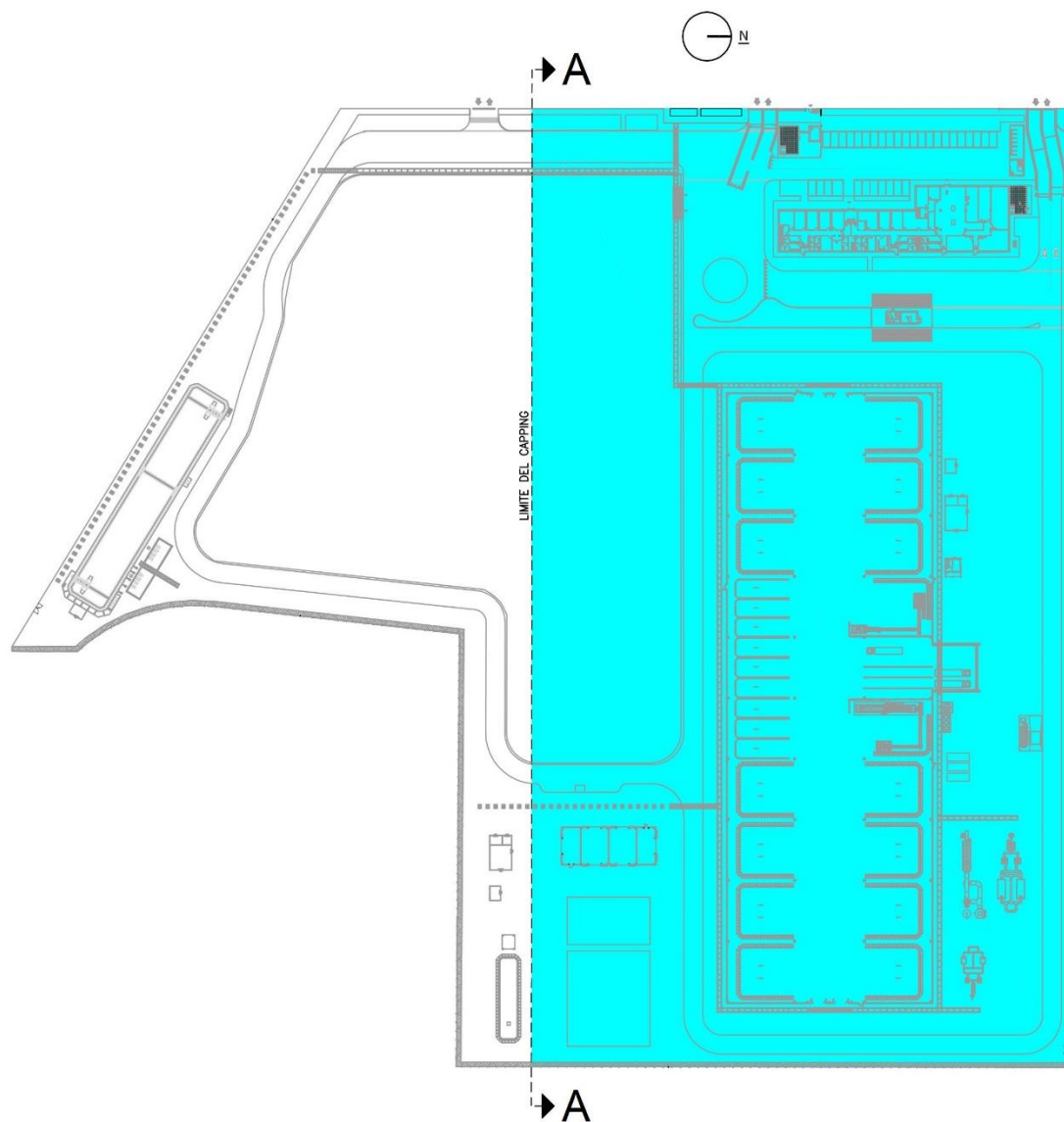


Figura 2 – Layout ubicazione telo di “capping”

CO 05 RA VA 01 D1 RS 158.00	Relazione tecnica impianto di terra	00	17/09/2021	7 di 16
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

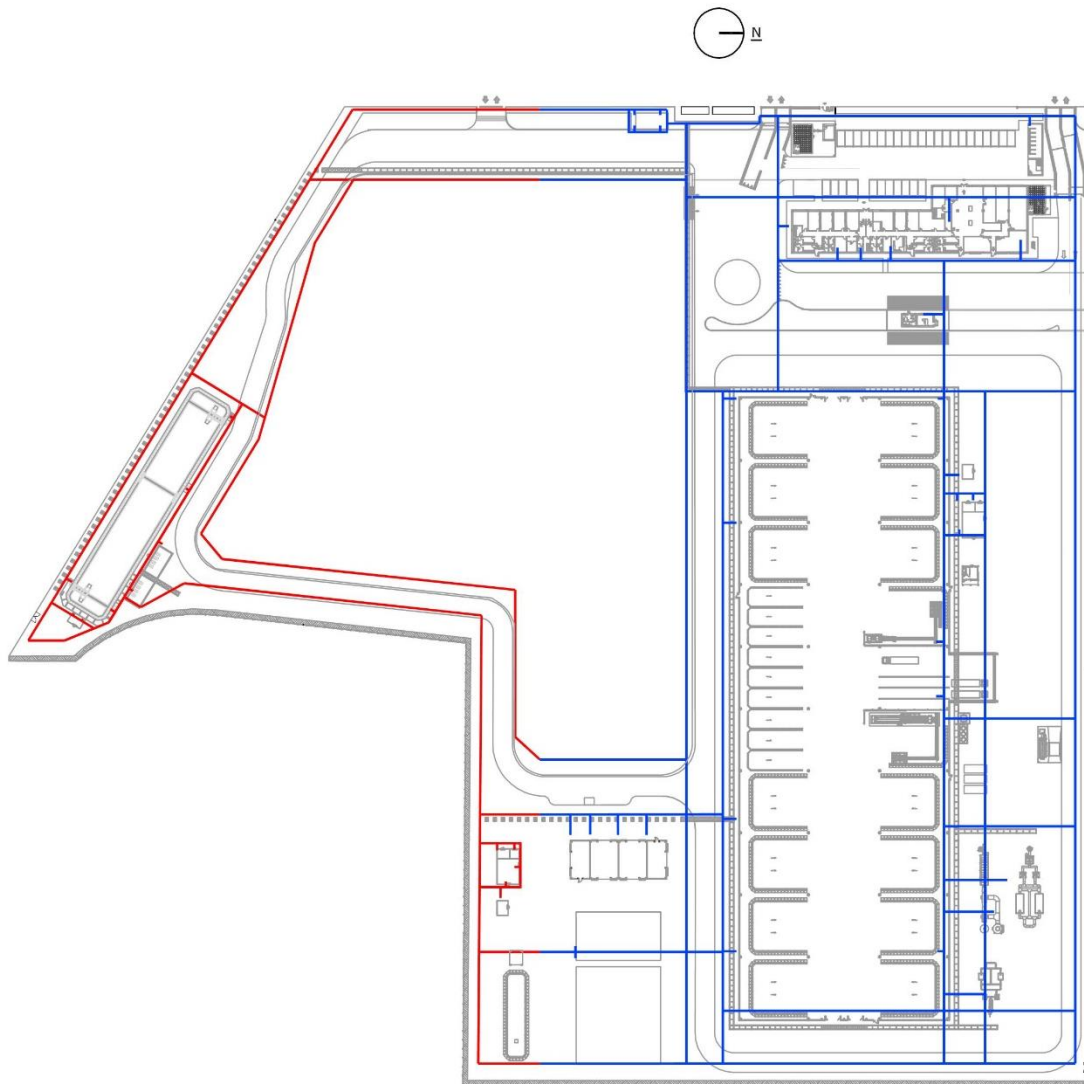


Figura 3 – Layout impianto di terra Ponticelle

CO 05 RA VA 01 D1 RS 158.00	Relazione tecnica impianto di terra	00	17/09/2021	8 di 16
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

Sulla base dei dati resi noti dal Distributore a stabilimenti limitrofi, allo stato attuale della progettazione sono ragionevolmente ipotizzabili i seguenti dati relativi alla fornitura in media tensione (ed influenti sul dimensionamento dell'impianto di terra), che andranno comunque riverificati una volta noti i valori "ufficiali" comunicati dal Distributore:

- stato del neutro: compensato
- corrente di guasto monofase a terra: ≤ 50 A
- tempo di eliminazione guasto monofase a terra: $>> 10$ s
- corrente di doppio guasto monofase a terra: $\leq 10,8$ kA
- tempo di eliminazione doppio guasto monofase a terra: $\leq 0,35$ s
- impianto di terra non inserito in un impianto di terra globale.

L'impianto di terra di stabilimento è previsto realizzato tramite un dispersore magliato in corda di rame nuda da 95 mm² (diametro dei singoli fili almeno 1,8 mm), in contatto con il terreno, posato in parte [a] su area non protetta dal "capping" ed in parte [b] su area in cui, negli strati sottostanti, è presente il telo di "capping". Il dispersore sarà collegato in più punti all'"anello" di terra predisposto sul perimetro dell'area dello stabilimento: vedere il documento CO 05 RA VA 01 D1 PL 166.00 "Planimetria impianto di terra" per una illustrazione del dispersore in progetto.

È evidente che la parte [b] del dispersore contribuirà relativamente poco alla dispersione delle correnti verso il terreno, pur svolgendo la fondamentale funzione di realizzare una buona equipotenzialità a livello del suolo.

Per l'individuazione della parte [a] e della parte [b] si può fare riferimento alla Figura 2 dove:

- la parte [a] è a sinistra della linea di sezione A-A;
- la parte [b] è campita in azzurro, a destra della linea di sezione A-A.

Per il terreno presente sul piano di campagna "originale" – in base a caratteristiche riscontrate nelle aree limitrofe e tenuto conto della vicinanza delle valli – si può ragionevolmente considerare (cautelativamente) una resistività ρ_E di 100 Ω m (valore congruente con appendice J della norma CEI

CO 05 RA VA 01 D1 RS 158.00	Relazione tecnica impianto di terra	00	17/09/2021	9 di 16
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

EN 50522 per terreno paludoso, terriccio, argilla, humus). E' tuttavia previsto un significativo riporto di terreno per arrivare fino alla quota finale del piano di stabilimento.

Per la posa del dispersore corrispondente alla parte [a], ovvero l'area priva del telo di "capping", si dovrà procedere in uno dei seguenti modi:

- si posa almeno tutto l'anello più esterno (chiuso su stesso) del dispersore intenzionale (corda di rame nuda) corrispondente alla parte [a] direttamente a livello dell'attuale piano di campagna, prima di mettere il terreno di riporto, o, in alternativa:
- si inizia il riempimento con terreno di riporto avente una resistività ρ_E non superiore a 200 Ωm (terriccio, argilla, humus), verificandola con opportune misure, almeno fino alla quota di posa del dispersore; nella parte superiore il riempimento può proseguire con terreno di riporto senza particolari vincoli sulla resistività (nota: in tutti i casi, il terreno circostante la corda nuda del dispersore dovrà comunque essere privo di sassi, ciottoli, macerie, ecc. tali da poter danneggiare il dispersore stesso).

Il dispersore magliato – sia quello della parte [a] che quello della parte [b] – dovrà essere collegato in più punti ai ferri di armatura in acciaio delle strutture, delle fondazioni e delle platee (dimensioni minime dei ferri e numero collegamenti riportate più avanti) ed all'"anello" del dispersore predisposto nello stabilimento Ponticelle per l'area in questione.

Per i fabbricati per i quali è previsto un LPS, le maglie saranno prossime all'edificio in modo da costituire, localmente, un dispersore ad anello/dispersore di fondazione ossia un dispersore di tipo B (secondo CEI EN 62305-3) che dovrà essere posato ed interconnesso ai ferri di armatura in conformità alle prescrizioni della norma CEI EN 62305-3.

Sono inoltre previsti vari collettori di terra, collegati al dispersore intenzionale, ai quali faranno capo i conduttori di terra, i conduttori equipotenziali principali per tutte le masse estranee, nonché i neutri dei trasformatori MT/BT e del gruppo elettrogeno (il sistema B.T. è di tipo TN-S).

Per quanto riguarda gli schermi dei cavi di media tensione vedere il cap. D.

CO 05 RA VA 01 D1 RS 158.00	Relazione tecnica impianto di terra	00	17/09/2021	10 di 16
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

C DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI TERRA

C.1 Dimensionamento rispetto alle tensioni di contatto ammissibili

Sulla base di quanto sopra esposto, si decide di valutare la resistenza di terra dell'impianto tenendo conto di quanto segue:

- tenere in considerazione la sola parte di dispersore [a] (ovvero quella posata ove non è presente il telo di "capping"), che ha un'area di circa 14000 m² e perimetro di circa 540 m (si assume cautelativamente un perimetro di 500 m);
- considerare cautelativamente la resistività del terreno ρ_E di 200 Ωm , relativa al terreno di riporto (trascurando quella notevolmente inferiore degli strati sottostanti).

La resistenza di terra R_E del dispersore è stimabile con la formula (da CEI EN 50522, Appendice J):

$$R_E = \frac{\rho_E}{\pi^2 \cdot D} \ln\left(\frac{2\pi D}{d}\right)$$

Dove:

ρ_E = resistività del terreno, assunta pari a 200 Ωm

D = diametro equivalente del dispersore, pari a L/p , dove L è il perimetro del dispersore; risulta quindi $D = 500 / p = 159 \text{ m}$

d = diametro del conduttore (in metri), che vale 0,012 m per una corda in rame nuda da 95 mm²

Si ricava in tal modo un valore di $R_E \cong 1,44 \Omega$, approssimato per eccesso a:

$$R_E \cong 1,5 \Omega$$

Poiché state fatte diverse assunzioni cautelative, pare lecito attendersi un valore di R_E effettivo abbastanza inferiore.

CO 05 RA VA 01 D1 RS 158.00	Relazione tecnica impianto di terra	00	17/09/2021	11 di 16
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

Essendo la corrente di guasto monofase a terra non superiore a 50 A, si ricava una tensione totale di terra

$$U_E = 75 \text{ V} = \text{EPR (Earth Potential Rise)}$$

La tensione di contatto ammissibile U_{Tp} prevista da CEI EN 50522 vale 80 V per tempi di durata del guasto $t_f \gg 10 \text{ s}$.

Si ricava pertanto che $U_E (= \text{EPR}) < U_{Tp}$ e quindi (tenuto conto sia di CEI EN 50522 che di CEI 64-8 V1, sezione 422) si conclude che:

- l'impianto rispetta le tensioni di contatto previste dalla norma, senza necessità di procedere alla misura delle tensioni di contatto stesse;
- le masse dell'impianto elettrico utilizzatore B.T. (di tipo TN-S) possono essere collegate allo stesso impianto di terra relativo alle masse M.T.;
- non ci sono pericoli dovuti a tensioni trasferite dall'impianto in oggetto verso altri impianti (attraverso tubazioni, masse estranee, binari, ecc...): **vedere però quanto riportato al cap. D.**

C.2 Dimensionamento rispetto alla resistenza meccanica, alla corrosione, alla tenuta delle correnti di guasto ed agli effetti del fulmine

Come dispersore è previsto l'uso di corda di rame nuda di sezione 95 mm^2 con singoli fili di diametro almeno 1,8 mm. Tale tipo di dispersore è abbondantemente conforme a quanto previsto da CEI EN 50522 Allegato C ("Materiale e dimensioni minime dei dispersori per garantirne la resistenza meccanica e alla corrosione") e dalla tabella 7 della norma CEI EN 62305-3.

Per il dimensionamento nei confronti delle correnti di guasto, vale quanto segue:

- il dimensionamento va fatto sulla base della corrente di doppio guasto monofase a terra e relativo tempo di eliminazione (10,8 kA - 0,35 s); laddove la corrente di guasto si divide su più percorsi, è ammissibile considerare la quota parte di corrente che interessa ciascun percorso, ma, al momento, si preferisce qui considerare l'intera corrente di doppio guasto monofase (a parte quanto riportato nel seguito);

CO 05 RA VA 01 D1 RS 158.00	Relazione tecnica impianto di terra	00	17/09/2021	12 di 16
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

- come temperatura iniziale del dispersore, dei conduttori di terra e dei collegamenti equipotenziali, si può assumere il valore di 20 °C;
- come temperatura finale del dispersore, dei conduttori di terra e dei collegamenti equipotenziali, si assume cautelativamente il valore di 150 °C (in maniera da poter utilizzare anche conduttori in rame rivestiti in PVC per conduttori di terra ed equipotenziali e per ridurre le sollecitazioni termiche nei ferri annegati nel calcestruzzo);
- sulla base dell'allegato D a CEI EN 50522, si perviene ad una densità di corrente ammissibile nel rame (per tempi di eliminazione del guasto di 0,35 s e considerando le temperature iniziali e finali sopra esposte) pari a circa 245 A/mm²; di conseguenza, per l'intera corrente di doppio guasto monofase (10,8 kA) servono conduttori di sezione normalizzata almeno 50 mm². Il dispersore scelto rispetta con larga abbondanza quanto sopra;
- come conduttori di terra e conduttori equipotenziali principali si dovranno utilizzare cavi in rame di sezione almeno 50 mm² (ovviamente protetti contro la corrosione ed il danneggiamento meccanico ove necessario). Per i conduttori equipotenziali, laddove sia ragionevole ipotizzare che gli stessi siano interessati solo da una quota parte della corrente di doppio guasto, non superiore al 50% di quella totale (ad esempio per il collegamento di masse estranee solo interne allo stabilimento, previa valutazione caso per caso), è possibile l'utilizzo di cavi in rame di sezione non inferiore a 25 mm²;
- per gli schermi dei cavi collegati a terra ad entrambe le estremità (**non quelli M.T.: vedere cap. D**), si dovrà far sì che in parallelo agli schermi stessi esistano percorsi per la corrente di guasto, tali da far sì che gli schermi stessi siano interessati solo da una quota parte della corrente, compatibile con gli schermi medesimi (in base alle caratteristiche degli schermi fornite dal Costruttore dei cavi); tale incombenza non risulta in linea generale troppo gravosa o difficile da soddisfare, essendo stata prevista una rete di terra magliata abbondantemente dimensionata, tale da presentare bassa impedenza tra un punto e l'altro della rete di terra stessa;
- i ferri di armatura (in acciaio) delle strutture in calcestruzzo e platee dovranno essere collegati alla rete di terra con conduttori di rame nudo da 95 mm² con diametro dei fili almeno 1,8 mm; i ferri di armatura dovranno avere la sezione minima prescritta da CEI EN 50522 allegato N punto a) - ovvero 50 mm² per l'acciaio, corrispondenti ad un diametro di 8 mm. Tale sezione è in grado di rispettare la temperatura max. prescelta di 150 °C solo se i singoli ferri sono interessati da una corrente di guasto non superiore a 4,4 kA (inferiore quindi all'intera

CO 05 RA VA 01 D1 RS 158.00	Relazione tecnica impianto di terra	00	17/09/2021	13 di 16
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

corrente di doppio guasto monofase a terra). Per ottenere ciò, in ciascun punto di collegamento tra ferri di armatura e dispersore intenzionale, dovranno essere connessi alla corda di rame nuda almeno quattro diversi ferri di armatura. Tale numero potrà essere eventualmente ridotto a tre per ferri di armatura di diametro almeno 10 mm. I collegamenti ai ferri di armatura, per numero ed ubicazione, dovranno rispettare anche le prescrizioni della norma CEI EN 62305-3 per gli edifici protetti da LPS.

- I conduttori di protezione (PE) delle linee di alimentazione B.T. dovranno essere dimensionati secondo le indicazioni della norme CEI 64-8.

C.3 Modalità di realizzazione dell'impianto di terra

L'impianto di terra in oggetto (previa la necessaria progettazione esecutiva), dovrà essere realizzato in accordo con la normativa vigente, tra cui si sottolinea le più volte citate CEI EN 50522 e CEI EN 62305-3, curando tra l'altro gli aspetti trattati agli allegati della norma CEI EN 50522:

- F - Provvedimenti sugli impianti di terra per ridurre gli effetti di interferenze ad alta frequenza;
- G - Provvedimenti specifici per la messa a terra di componenti elettrici e di impianti
- K - Installazione di dispersori e di conduttori di terra
- L - Misure in campo sugli impianti di terra
- M - Dettagli sull'ispezione in sito e documentazione degli impianti di terra
- N - Uso delle armature del calcestruzzo nell'impianto di terra.

CO 05 RA VA 01 D1 RS 158.00	Relazione tecnica impianto di terra	00	17/09/2021	14 di 16
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

D POTENZIALI TRASFERITI

Come già esposto in precedenza, la tensione totale di terra (o EPR: Earth Potential Rise) dello stabilimento è inferiore al valore delle tensioni di contatto ammesse dalla norma (UTp).

In tale situazione, lo stabilimento in oggetto non può trasferire verso l'esterno potenziali pericolosi.

Tuttavia, come indicato al cap. B, lo stabilimento Herambiente risulta avere la rete di terra interconnessa con quella dello stabilimento Petrolchimico, che è dotato di connessioni a linee AT (sia a 132 kV che a 400 kV), con elevate correnti di guasto a terra e conseguenti elevati valori di EPR.

Qualora venissero previste delle tubazioni metalliche da/verso lo stabilimento Herambiente (o altri stabilimenti con impianto di terra asservito a sistemi elettrici di III categoria) occorrerà mettere in atto adeguate misure di isolamento atte ad evitare il trasferimento di potenziali pericolosi verso lo stabilimento in oggetto. In sostanza, al fine di mantenere separati gli impianti di terra, le eventuali tubazioni metalliche (o comunque conduttrici) in questione dovranno essere munite di idonei giunti isolanti (tensione di tenuta almeno 5 kV @ 50 Hz e comunque da valutare in accordo con Herambiente/Petrolchimico, in base ai valori di EPR previsti in tali stabilimenti, preferibilmente posti in prossimità del confine dello stabilimento. Lato "Ponticelle" (rispetto al giunto isolante) le tubazioni dovranno essere connesse al presente impianto di terra; la parte a monte del giunto (lato Herambiente/Petrolchimico) non dovrà essere collegata al presente impianto di terra e dovrà essere inaccessibile o opportunamente isolata; non dovrà essere possibile toccare simultaneamente parti in contatto con i lati a monte ed a valle dei giunti (interdizione, isolamento, o simili). Una soluzione ancora migliore è quella di installare due giunti isolanti, uno in prossimità del confine Herambiente ed uno in prossimità del confine "Ponticelle". Se le suddette tubazioni sono posate su rack metallici, vanno presi analoghi provvedimenti per evitare il trasferimento di potenziali tramite i suddetti rack (sarebbe opportuno posare tubazioni fuori terra su selle separate tra loro, vedere anche guida CEI 99-5 art. 9.4).

Relativamente ai cavi di media tensione di alimentazione (dalla cabina F3 dello stabilimento Herambiente alla cabina ovest dello stabilimento):

- dovranno garantire un isolamento fra schermo e terra non inferiore a 5 kV @ 50 Hz;
- lo schermo dovrà essere in grado di sostenere almeno 11 kA per 0,35 s;

CO 05 RA VA 01 D1 RS 158.00	Relazione tecnica impianto di terra	00	17/09/2021	15 di 16
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	

- gli schermi saranno collegati a terra lato stabilimento mentre dovranno essere isolati (per una tensione di almeno 5 kV @ 50 Hz) lato stabilimento Herambiente.

Il cavo di interconnessione per la supervisione dovrà essere in fibra ottica con armatura dielettrica.

Allo stato attuale, non sono previste altre interconnessioni.

L'immagine seguente mostra una possibile ubicazione del punto di interconnecting fra i due stabilimenti.

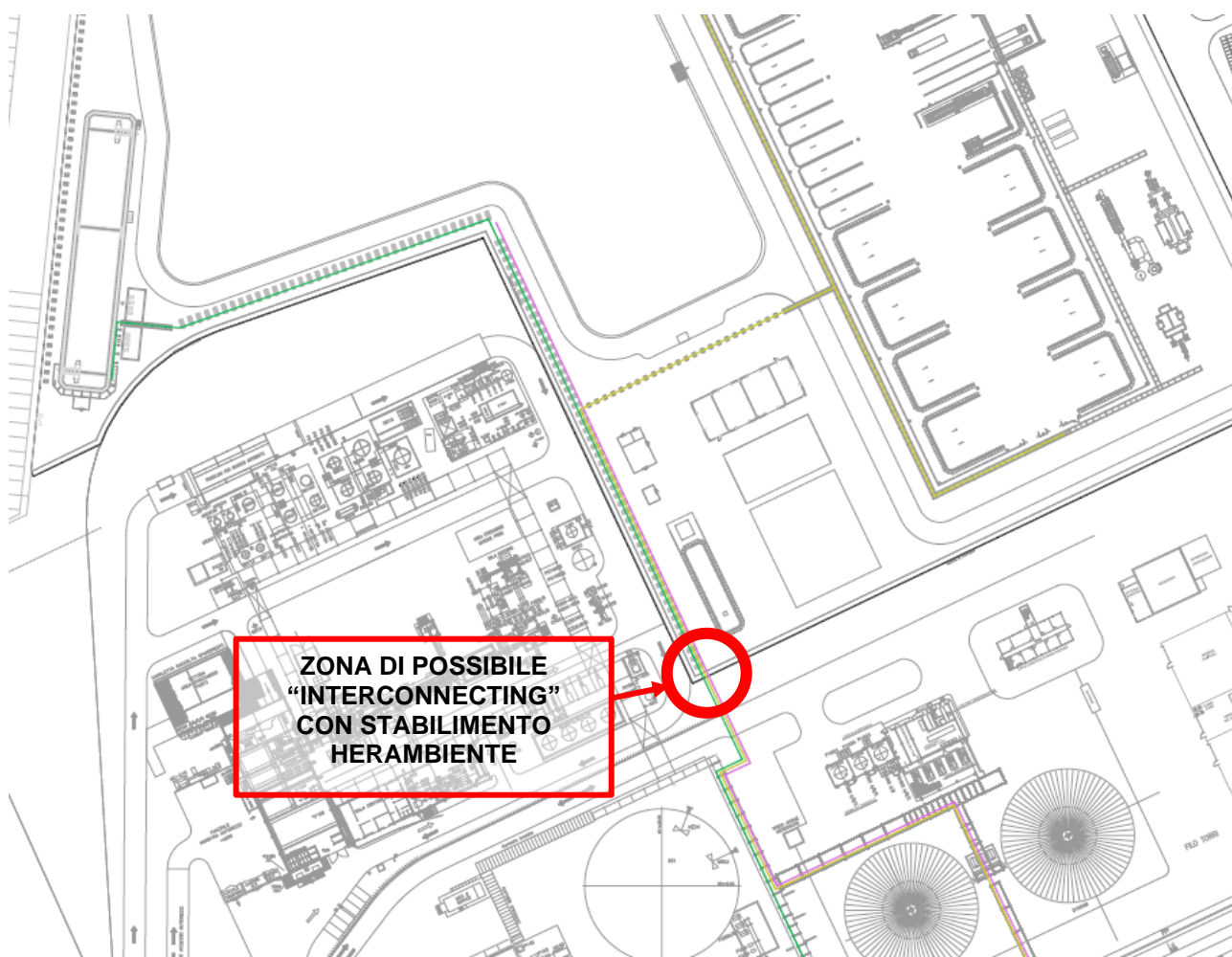


Figura 4 – Potenziali trasferiti: zona di possibile interconnecting con Herambiente

CO 05 RA VA 01 D1 RS 158.00	Relazione tecnica impianto di terra	00	17/09/2021	16 di 16
Cod. HA	Descrizione	Rev.	Data	