



Direzione Ingegneria
Area Tecnologia dei Materiali

DISCIPLINA TECNICA
PER LA PROTEZIONE DELLE CONDOTTE METALLICHE
DAGLI EFFETTI DELL'INTERFERENZA ELETTROMAGNETICA
CAUSATA DA LINEE ELETTRICHE IN CORRENTE ALTERNATA

A cura di:

Ing. Giuseppe De Stefano

Ing. Sergio Blasi

Visto: Il Direttore
Ing. Gaetano Barbone

Edizione gennaio 2023

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. INTERFERENZA TRA LINEE ELETTRICHE E CONDOTTE METALLICHE	3
2.1. EFFETTI DELL'INTERFERENZA.....	3
2.2. LA NORMA CEI DI RIFERIMENTO	4
2.3. DISTANZA DI INTERFERENZA.....	4
2.4. LIMITI DI ACCETTABILITÀ DELL'INTERFERENZA	5
2.4.1. GENERALITÀ	5
2.4.2. PERICOLO PER LE PERSONE	5
2.4.3. DANNI ALLA CONDOTTA E ALLE APPARECCHIATURE AD ESSA CONNESSE.....	5
2.4.4. DISTURBI ALLE APPARECCHIATURE CONNESSE ALLA CONDOTTA	5
3. VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI INTERFERENZA.....	6
3.1. REALIZZAZIONE DI NUOVO SISTEMA ELETTRICO IN C.A. IN PRESENZA DI CONDOTTA AQP ESISTENTE	6
3.1.1. DATI TECNICI DI BASE.....	6
3.1.2. RELAZIONE TECNICA DI VALUTAZIONE DELL'INTERFERENZA	6
3.2. REALIZZAZIONE DI CONDOTTA AQP IN PRESENZA DI SISTEMA ELETTRICO IN C.A. ESISTENTE	7
3.2.1. DATI TECNICI DI BASE.....	7
3.2.2. RELAZIONE TECNICA DI VALUTAZIONE DELL'INTERFERENZA	7
4. INTERVENTI PER LA MITIGAZIONE DELL'INTERFERENZA.....	7
4.1. REALIZZAZIONE DI LINEA ELETTRICA IN PRESENZA DI CONDOTTA AQP ESISTENTE (CASO 1)	7
4.1.1. GENERALITÀ	7
4.1.2. INTERVENTI SULLE CONDOTTE DI ACCIAIO AL CARBONIO	8
4.1.3. INTERVENTI SULLE CONDOTTE DI GHISA.....	9
4.2. REALIZZAZIONE DI CONDOTTA AQP IN PRESENZA DI LINEA ELETTRICA ESISTENTE (CASO 2)	9
4.2.1. GENERALITÀ	9
4.2.2. PROVVEDIMENTI DI MITIGAZIONE PER CONDOTTE DI ACCIAIO DI PROGETTO	10
4.2.3. PROVVEDIMENTI DI MITIGAZIONE PER CONDOTTE DI GHISA SFEROIDALE DI PROGETTO	10
4.2.4. UTILIZZO DI MATERIALI NON METALLICI	11
5. CONTROLLO DEI VALORI DI INTERFERENZA NEL TEMPO.....	11
5.1. POSTI DI MISURA PER IL MONITORAGGIO DELL'INTERFERENZA	11
5.2. VERIFICHE IN CONTRADDITTORIO - PROVVEDIMENTI CORRETTIVI.....	11
5.3. FASCICOLO TECNICO DELL'OPERA INTERFERITA.....	12
ALLEGATO	13

1. PREMESSA

Il presente disciplinare ha lo scopo di definire le specifiche tecniche e le procedure che devono essere osservate nei casi di presenza di sistemi ferroviari di trazione elettrica e/o linee elettriche di trasmissione (elettrodotti) in corrente alternata, con tensioni nominali maggiori di 1 kV, che possano potenzialmente dare luogo a fenomeni di interferenza elettromagnetica sulle condotte di acciaio gestite da Acquedotto Pugliese.

Il limite suddetto di 1 kV è stabilito dalla norma di riferimento CEI EN 50443.

La stessa norma definisce trascurabili gli effetti dell'interferenza su condotte di ghisa, in virtù dell'assenza di continuità elettrica longitudinale (per presenza di guarnizione elastomerica nelle giunzioni); tuttavia, nel presente disciplinare, a garanzia di maggior sicurezza, vengono contemplati anche gli effetti dell'interferenza elettromagnetica su condotte di ghisa sferoidale, in presenza di sistemi elettrici in corrente alternata, con tensioni nominali maggiori di 20 kV.

Per quanto non espressamente citato nel presente disciplinare si fa riferimento alle Leggi ed alle norme vigenti in materia.

2. INTERFERENZA TRA LINEE ELETTRICHE E CONDOTTE METALLICHE

2.1. Effetti dell'interferenza

Un sistema elettrico in corrente alternata (sistema ferroviario o linea elettrica di trasmissione/distribuzione) posto nelle vicinanze di una condotta metallica (condotta di acciaio o di ghisa) può determinare su quest'ultima i seguenti fenomeni di origine elettromagnetica:

- tensioni e correnti indotte sulla condotta metallica dal campo elettromagnetico generato dalle correnti circolanti nella linea elettrica (Accoppiamento Induttivo);
- correnti elettriche “vaganti”, uscenti dai sistemi di messa a terra dell'impianto elettrico interferente - a cui appartiene la linea elettrica - che vadano ad interessare la condotta metallica interrata (Accoppiamento Conduttivo o Resistivo);
- tensioni e correnti generate sulla condotta metallica dal campo elettrico prodotto dai conduttori in tensione appartenenti alla linea elettrica (Accoppiamento Capacitivo).

I suddetti fenomeni elettromagnetici possono essere causa, sia in condizioni di guasto che in condizioni ordinarie di esercizio del sistema elettrico, di alcuni significativi inconvenienti:

- pericolo per le persone che vengano a contatto con la condotta metallica e apparati ad essa connessi (ad esempio: apparecchiature di misura e telecontrollo, stazioni di protezione catodica, ecc.);
- danneggiamento della condotta metallica (ad esempio, a causa di fenomeni di corrosione) e degli apparati ad essa connessi (ad esempio: guasti per sovratensione);
- malfunzionamento degli apparati connessi alla condotta metallica (ad esempio: diminuzione dell'efficienza del sistema di protezione catodica; alterazione dei dati forniti dai sistemi di misura e telecontrollo, ecc.).

2.2. La norma CEI di riferimento

La norma tecnica di riferimento riguardante le interferenze tra sistemi elettrici in c.a. e condotte metalliche è la CEI EN 50443 (*“Effetti delle interferenze elettromagnetiche sulle tubazioni causate da sistemi di trazione elettrica ad alta tensione in corrente alternata e/o da sistemi di alimentazione ad alta tensione in corrente alternata”*).

La suddetta norma definisce, in sintesi, i seguenti aspetti:

- le procedure di valutazione del rischio connesso all'interferenza;
- i tipi di accoppiamento tra sistema interferente e sistema interferito da prendere in considerazione;
- le distanze d'interferenza;
- i limiti di accettabilità delle interferenze;
- i metodi di calcolo e di misura;
- i provvedimenti di mitigazione degli effetti dell'interferenza.

La norma CEI EN 50443 non tratta gli aspetti connessi alla corrosione della condotta metallica.

Ad ogni modo, alcuni dei provvedimenti tecnici suggeriti dalla norma costituiscono di fatto misure di attenuazione degli eventuali effetti dovuti a innesco di fenomeni corrosivi sulla condotta metallica.

2.3. Distanza di interferenza

La distanza di interferenza è la distanza tra condotta metallica e sistema elettrico interferente entro la quale deve essere studiato l'effetto dell'interferenza.

L'effetto dell'interferenza deve essere studiato sia nella condizione di funzionamento ordinario del sistema elettrico in c.a., sia in condizioni di guasto del sistema stesso.

Acquedotto Pugliese stabilisce i seguenti valori di riferimento:

- **in caso di sistema elettrico in c.a. interrato**, ubicato sia in area rurale che in area urbana, si considera una distanza di interferenza pari a **50 m**;
- **in caso di sistema elettrico aereo, ubicato in area rurale**, si considera una distanza di interferenza pari a:
 - **3000 m**, se la resistività del terreno è inferiore o uguale a $3000 \Omega\text{m}$;
 - un valore in metri pari al valore della resistività del terreno, nei casi in cui quest'ultima sia maggiore di $3000 \Omega\text{m}$.
- **in caso di linea elettrica aerea, ubicata in area urbana**, si considera una distanza di interferenza pari a:
 - **300 m**, se la resistività del terreno è inferiore o uguale a $3000 \Omega\text{m}$;
 - un valore in metri pari al valore della resistività del terreno diviso per 10, nei casi in cui quest'ultima sia maggiore di $3000 \Omega\text{m}$.

I suddetti valori sono riferiti alla valutazione del rischio effettuata in condizioni di guasto del sistema interferente (condizione più gravosa): per la valutazione nella condizione di funzionamento ordinario possono essere considerate distanze d'interferenza inferiori, purché conformi alle indicazioni fornite dalla norma CEI EN 50443.

2.4. Limiti di accettabilità dell'interferenza

2.4.1. Generalità

Per definire i valori limite di accettabilità dell'interferenza è necessario considerare i seguenti effetti dell'interferenza, sia in condizioni ordinarie di esercizio, che in condizioni di guasto:

- pericolo per le persone;
- danni alla condotta e alle apparecchiature ad essa connesse;
- disturbi alle apparecchiature connesse alla condotta.

I valori di riferimento per le tensioni generate dall'interferenza (tensioni limite da non superare) sono di seguito riportati.

2.4.2. Pericolo per le persone

La tensione (valore efficace) dovuta all'interferenza, misurata rispetto alla terra remota in ogni punto della condotta (apparecchiature incluse) accessibile alle persone, nonché tra le due estremità di ogni giunto dielettrico, non deve eccedere il valore di 60 V in condizioni ordinarie di esercizio del sistema elettrico in c.a.

In condizioni di guasto del sistema elettrico, si applicano i limiti per le tensioni di interferenza specificati alla tabella 3 della norma CEI EN 50443.

2.4.3. Danni alla condotta e alle apparecchiature ad essa connesse

La tensione (valore efficace) dovuta all'interferenza, misurata rispetto alla terra remota in ogni punto della condotta (apparecchiature incluse), nonché tra le due estremità di ogni giunto dielettrico, non deve eccedere il valore di 60 V in condizioni ordinarie di esercizio.

In condizioni di guasto, la tensione d'interferenza non deve superare il valore di 2.000 V.

2.4.4. Disturbi alle apparecchiature connesse alla condotta

La tensione (valore efficace) dovuta all'interferenza, misurata rispetto alla terra remota sulle apparecchiature elettriche ed elettroniche connesse alla condotta, non deve eccedere il valore di 60 V, in condizioni ordinarie di esercizio.

Il suddetto valore non costituisce un limite di ammissibilità, bensì un semplice valore di riferimento, atteso che i disturbi sulle apparecchiature elettriche ed elettroniche connesse alle tubazioni metalliche possono variare in base alla tipologia di apparecchiature utilizzate.

3. VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI INTERFERENZA

3.1. Realizzazione di nuovo sistema elettrico in c.a. in presenza di condotta AQP esistente

3.1.1. Dati tecnici di base

A seguito di apposita istanza da parte della Ditta realizzatrice del sistema elettrico (nel seguito, Ditta), l'Ufficio AQP fornirà alla Ditta stessa i seguenti documenti e dati tecnici disponibili:

- cartografia con indicazione della posizione della condotta potenzialmente interferita;
- informazioni sull'eventuale presenza di opere d'arte ed impianti (pozzetti, partitori, serbatoi, stazioni di sollevamento, stazioni di protezione catodica, ecc.) e di componenti installati sulla condotta (giunti dielettrici, scaricatori, ecc.);
- lunghezza, diametro e spessore della condotta metallica;
- tipologia di materiale delle tubazioni;
- tipologia e spessore dei rivestimenti isolanti delle tubazioni;
- profondità di posa della condotta metallica.

Qualora la Ditta ritenga opportuno acquisire altri dati tecnici, quali, ad esempio, la resistenza d'isolamento della condotta e la resistività del terreno, potrà eseguire, a propria cura e spese, tutte le prove in campo all'uopo necessarie, previa richiesta all'Ufficio AQP competente, che dovrà autorizzare l'eventuale accesso alle opere interessate dalle indagini e potrà assistere all'effettuazione delle prove.

3.1.2. Relazione tecnica di valutazione dell'interferenza

La Ditta dovrà redigere una relazione tecnica di valutazione del rischio di interferenza, sulla base dei dati ricevuti da Acquedotto Pugliese e delle eventuali indagini tecniche effettuate in campo.

La suddetta relazione tecnica dovrà essere trasmessa all'Acquedotto Pugliese, ai fini dell'eventuale determinazione di prescrizioni tecniche per la mitigazione dei fenomeni d'interferenza, e dovrà contenere i seguenti contenuti minimi:

- determinazione delle distanze tra linea elettrica e condotta metallica;
- nei casi in cui le distanze tra linea elettrica e condotta metallica risultino inferiori o uguali alle “distanze di interferenza” di cui al punto 1.3 del presente disciplinare:
 - determinazione dei valori teorici di tensione elettrica generati sulla condotta metallica dall'interferenza, calcolati secondo le linee guida indicate nella norma CEI EN 50443;
 - valutazione dei rischi connessi ai valori di interferenza calcolati;
 - proposta di provvedimenti tecnici da attuare per la mitigazione degli effetti dell'interferenza, sulla base di quanto indicato al punto 3 del presente disciplinare.
- nei casi in cui le distanze tra linea elettrica e condotta metallica risultino superiori alle “distanze di interferenza” di cui al punto 1.3 del presente disciplinare, la Ditta potrà valutare l'opportunità di dichiarare trascurabile il rischio connesso all'interferenza, senza procedere ad ulteriori approfondimenti.

3.2. Realizzazione di condotta AQP in presenza di sistema elettrico in c.a. esistente

3.2.1. Dati tecnici di base

AQP richiederà al gestore del sistema elettrico interferente i seguenti dati minimi:

- frequenza nominale;
- tensione nominale;
- corrente che attraversa i conduttori, relativa alla frequenza considerata;
- posizione geometrica dei conduttori;
- posizione geografica della linea elettrica o del sistema di trazione.

AQP in base ai suddetti dati ed ai dati relativi alla condotta da realizzare, redigerà la relazione tecnica di valutazione dell'interferenza.

3.2.2. Relazione tecnica di valutazione dell'interferenza

Il progettista di Acquedotto Pugliese provvederà a redigere la relazione tecnica di valutazione di interferenza, ai fini dell'eventuale individuazione di prescrizioni tecniche per la mitigazione dei fenomeni d'interferenza.

La relazione di valutazione del rischio di interferenza dovrà essere redatta nel rispetto dei seguenti contenuti minimi:

- determinazione delle distanze tra linea elettrica e condotta metallica;
- nei casi in cui le distanze tra linea elettrica e condotta metallica risultino inferiori o uguali alle “distanze di interferenza” di cui al punto 1.3 del presente disciplinare:
 - determinazione dei valori teorici di tensione elettrica generati sulla condotta metallica dall'interferenza, calcolati secondo le linee guida indicate nella norma CEI EN 50443;
 - valutazione dei rischi connessi ai valori di interferenza calcolati;
 - proposta di provvedimenti tecnici da attuare per la mitigazione degli effetti dell'interferenza, sulla base di quanto indicato al punto 3 del presente disciplinare.
- nei casi in cui le distanze tra linea elettrica e condotta metallica risultino superiori alle “distanze di interferenza” di cui al punto 1.3 del presente disciplinare, si valuterà l'opportunità di considerare trascurabile il rischio connesso all'interferenza, senza procedere ad ulteriori approfondimenti.

4. INTERVENTI PER LA MITIGAZIONE DELL'INTERFERENZA

4.1. Realizzazione di linea elettrica in presenza di condotta AQP esistente (CASO 1)

4.1.1. Generalità

Sulla base della relazione di valutazione del rischio d'interferenza, Acquedotto Pugliese prescriverà gli interventi che riterrà necessari ai fini della mitigazione dell'interferenza.

L'Acquedotto Pugliese potrà, inoltre, prescrivere la realizzazione di idonei posti di misura (punto 4 del presente disciplinare), al fine di consentire il monitoraggio degli effetti d'interferenza sulle condotte metalliche.

Acquedotto Pugliese fornirà, di volta in volta, i dettagli tecnici riguardanti le modalità esecutive degli interventi di mitigazione e dei posti di misura stabiliti.

Gli interventi di mitigazione ed i posti di misura dovranno essere eseguiti a cura e spese della Ditta realizzatrice della linea elettrica.

4.1.2. Interventi sulle condotte di acciaio al carbonio

Si riportano, di seguito, gli interventi che possono essere prescritti da AQP in caso di condotte di acciaio al carbonio:

Intervento di base su condotta in buono stato di conservazione

- Miglioramento dell'isolamento elettrico della condotta nei punti potenzialmente interessati dalle correnti di ritorno a terra relative alla linea elettrica (es. incroci e parallelismi ravvicinati tra condotta e linea elettrica, tratti di condotta in vicinanza della cabina di trasformazione che alimenta la linea elettrica), mediante la posa in opera di nastri adesivi di polietilene, indipendentemente dalla tipologia di rivestimento esterno preesistente (naturalmente, in caso di rivestimento preesistente in bitume o in poliuretano, i nastri dovranno essere compatibili con la posa su tali tipologie di sottofondo).

Nota - Nel caso in cui sia accertata, mediante idoneo sondaggio, l'esistenza di rivestimento in polietilene tipo R3R, secondo UNI 9099, in buono stato di conservazione, possono considerarsi non necessari gli interventi di potenziamento della protezione passiva.

Interventi aggiuntivi in caso di elevata interferenza elettromagnetica

- Posa in opera di giunti isolanti, posizionati in punti opportuni della condotta, stabiliti caso per caso da Acquedotto Pugliese, al fine di limitare la lunghezza dei tratti interferiti;
- Posa in opera di limitatori di sovratensione (SPD), posizionati in punti opportuni della condotta, stabiliti caso per caso da AQP, al fine di collegare la tubazione a terra oppure le parti opposte di un giunto isolante, limitando in tal modo i valori di tensione generati sulla condotta in condizioni di guasto della linea elettrica;
- Realizzazione di connessioni di messa a terra, al fine di ridurre le tensioni indotte, in condizioni di guasto e in condizioni ordinarie di esercizio.

Intervento su condotta ammalorata

- Sostituzione di tratta di condotta preesistente, oggetto d'interferenza, con nuova tratta costituita da tubazioni e raccordi in acciaio, classe L355, conformi alla vigente norma UNI EN 10224, dotati di rivestimento esterno in polietilene del tipo R3R secondo UNI 9099, oppure (ove i valori di pressione d'esercizio lo consentano) da tubazioni e raccordi in ghisa sferoidale, conformi alla vigente norma UNI EN 545 (acquedotto) oppure alla vigente norma UNI EN 598 (fognatura), dotati, rispettivamente, di rivestimento esterno in polietilene estruso, conforme alla vigente norma UNI EN 14628, e di rivestimento esterno in vernice epossidica, conforme alla vigente norma UNI EN 14901, con spessore minimo pari a 250 micron.
In funzione dell'entità dell'interferenza elettromagnetica (ad esempio in caso di interferenza con elettrodotti in alta tensione) possono essere previsti i dispositivi di mitigazione sopra indicati (giunti isolanti, limitatori di sovratensione; connessioni di messa a terra).

4.1.3. Interventi sulle condotte di ghisa

Si riportano, di seguito, gli interventi che potranno essere prescritti da AQP nel caso di condotte di ghisa:

Intervento di base su condotta in buono stato di conservazione

- Miglioramento dell'isolamento elettrico della condotta nei punti potenzialmente interessati dalle correnti di ritorno a terra relative alla linea elettrica (es. incroci e parallelismi ravvicinati tra condotta e linea elettrica, tratti di condotta in vicinanza della cabina di trasformazione che alimenta la linea elettrica), mediante la posa in opera di nastri adesivi di polietilene e manicotti termorestringenti di polietilene sui giunti, indipendentemente dalla tipologia di rivestimento esterno preesistente (naturalmente, in caso di rivestimento preesistente in bitume o in poliuretano, i nastri dovranno essere compatibili con la posa su tali tipologie di sottofondo);

Nota - Nel caso in cui sia accertata, mediante idoneo sondaggio, l'esistenza di rivestimento in polietilene, in buono stato di conservazione, possono considerarsi non necessari gli interventi di potenziamento della protezione passiva.

Interventi aggiuntivi in caso di elevata interferenza elettromagnetica

- Posa in opera di limitatori di sovratensione (SPD), posizionati in punti opportuni della condotta, stabiliti caso per caso da AQP, al fine di collegare la tubazione a terra, limitando in tal modo i valori di tensione generati sulla condotta in condizioni di guasto della linea elettrica;
- Realizzazione di connessioni di messa a terra, al fine di ridurre le tensioni indotte, in condizioni di guasto e in condizioni ordinarie di esercizio.

Intervento su condotta ammalorata

- Sostituzione di tratta di condotta preesistente, oggetto d'interferenza, con nuova tratta costituita da tubazioni e raccordi in ghisa sferoidale, conformi alla vigente norma UNI EN 545 (acquedotto) oppure alla vigente norma UNI EN 598 (fognatura), dotati, rispettivamente, di rivestimento esterno in polietilene estruso, conforme alla vigente norma UNI EN 14628, e di rivestimento esterno in vernice epossidica, conforme alla vigente norma UNI EN 14901, con spessore minimo pari a 250 micron.
In funzione dell'entità dell'interferenza elettromagnetica (ad esempio in caso di interferenza con elettrodotti in alta tensione) possono essere previsti i dispositivi di mitigazione sopra indicati (giunti isolanti, limitatori di sovratensione; connessioni di messa a terra).

4.2. Realizzazione di condotta AQP in presenza di linea elettrica esistente (CASO 2)

4.2.1. Generalità

Sulla base della relazione di valutazione del rischio d'interferenza, redatta a cura di Acquedotto Pugliese, il progettista AQP dovrà adottare gli accorgimenti progettuali che riterrà necessari ai fini della mitigazione dell'interferenza.

Dovrà, inoltre, prevedere la realizzazione di idonei posti di misura, al fine di consentire il monitoraggio degli effetti d'interferenza sulle condotte metalliche.

4.2.2. Provvedimenti di mitigazione per condotte di acciaio di progetto

Si riportano, di seguito, i provvedimenti progettuali che potranno essere adottati dai progettisti AQP nel caso di condotte di acciaio:

Prescrizioni di base

- Condotte costituite da tubazioni e raccordi conformi alla vigente norma UNI EN 10224, classe L355, dotati di rivestimenti esterni in polietilene del tipo R3R secondo la vigente norma UNI 9099, al fine del miglioramento dell'isolamento elettrico della condotta nei punti potenzialmente interessati dalle correnti di ritorno a terra relative alla linea elettrica (es. incroci e parallelismi ravvicinati tra condotta e linea elettrica, tratti di condotta in vicinanza della cabina di trasformazione che alimenta la linea elettrica).

Prescrizioni aggiuntive in caso di elevata interferenza elettromagnetica

- Previsione di idoneo numero di giunti isolanti, posizionati in punti opportuni della condotta, al fine di limitare la lunghezza dei tratti interferiti;
- Previsione di installazione di limitatori di sovratensione (SPD), posizionati in punti opportuni della condotta, al fine di collegare la tubazione a terra oppure le parti opposte di un giunto isolante, limitando in tal modo i valori di tensione generati sulla condotta in condizioni di guasto della linea elettrica;
- Previsione di idonee connessioni di messa a terra, al fine di ridurre le tensioni indotte, in condizioni di guasto e in condizioni ordinarie di esercizio.

4.2.3. Provvedimenti di mitigazione per condotte di ghisa sferoidale di progetto

Si riportano, di seguito, i provvedimenti progettuali che potranno essere adottati dai progettisti AQP nel caso di condotte di ghisa sferoidale:

Prescrizioni di base

- Condotte costituite da tubi e raccordi conformi alla vigente norma UNI EN 545 (acquedotto) oppure alla vigente norma UNI EN 598 (fognatura), dotati rispettivamente di rivestimenti esterni in polietilene estruso in fabbrica, secondo la vigente norma UNI EN 14628, e di rivestimenti in vernice epossidica, conformi alla vigente norma UNI EN 14901 e con spessori non inferiori a 250 micron, e dotati di manicotti termorestringenti in polietilene, in corrispondenza delle giunzioni; il tutto al fine del miglioramento dell'isolamento elettrico della condotta nei punti potenzialmente interessati dalle correnti di ritorno a terra relative alla linea elettrica (es. incroci e parallelismi ravvicinati tra condotta e linea elettrica, tratti di condotta in vicinanza della cabina di trasformazione che alimenta la linea elettrica).

Prescrizioni aggiuntive in caso di elevata interferenza elettromagnetica

- Previsione di installazione di limitatori di sovratensione (SPD), posizionati in punti opportuni della condotta, al fine di collegare, a terra, i tubi o parti opposte di un giunto isolante, limitando così i valori di tensione generati sulla condotta in condizioni di guasto della linea elettrica;
- Previsione di idonee connessioni di messa a terra, al fine di ridurre le tensioni indotte, in condizioni di guasto e in condizioni ordinarie di esercizio.

4.2.4. Utilizzo di materiali non metallici

Nei casi in cui le condizioni al contorno lo consentano (pressioni non elevate, carichi esterni non elevati, ecc.), il progettista AQP può prevedere, per la realizzazione della nuova condotta interferita, previa condivisione con gli Uffici AQP competenti (U.O. Tecnologia dei Materiali), l'utilizzo di tubi e raccordi in materiale plastico del tipo polietilene PE100-RC, conformi alle vigenti norme UNI EN 12201, in quanto prodotti aventi elevata resistenza dielettrica e, quindi, generalmente non soggetti ai fenomeni di interferenza elettromagnetica.

5. CONTROLLO DEI VALORI DI INTERFERENZA NEL TEMPO

5.1. Posti di misura per il monitoraggio dell'interferenza

Sulla base della lunghezza del tratto interferito, dell'entità dell'interferenza e della geometria del sistema condotta / linea elettrica, Acquedotto Pugliese dovrà individuare i punti della condotta, di acciaio al carbonio o di ghisa nei quali la Ditta dovrà realizzare i posti di misura del potenziale elettrico.

Tali postazioni consentiranno la misura delle effettive tensioni generate sulla condotta dalla linea elettrica in esercizio, nonché il monitoraggio di tali valori, nel tempo, al fine di verificare che gli effetti dell'interferenza permangano all'interno dei limiti di accettabilità.

5.2. Verifiche in contraddittorio - Provvedimenti correttivi

La complessità dei fenomeni d'interferenza elettromagnetica, che sono generalmente regolati da un elevato numero di parametri, spesso non esattamente individuabili, rende necessaria una verifica in campo con linea elettrica in condizioni di esercizio, finalizzata al controllo dei reali valori di interferenza; pertanto, al termine dei lavori eseguiti a cura della Ditta (caso 1) ovvero a cura di AQP (caso 2), la stessa Ditta (nel caso 1) ovvero AQP (nel caso 2) provvederà a verificare l'effettivo rispetto dei limiti di accettabilità dell'interferenza (punto 1.4 del presente disciplinare), con linea elettrica in condizioni ordinarie di esercizio.

L'esito delle verifiche sarà riportato in un apposito "Rapporto di verifica", a firma di tecnico abilitato (incaricato dalla Ditta nel caso 1 ovvero incaricato da AQP nel caso 2), che, nel caso 1, la Ditta provvederà a consegnare ad Acquedotto Pugliese, il quale si riserva la facoltà di presenziare alle verifiche.

In caso di superamento dei limiti di accettabilità dell'interferenza, Acquedotto Pugliese potrà prescrivere alla Ditta ulteriori provvedimenti correttivi, da realizzarsi a cura e spese della Ditta stessa (nel caso 1) ovvero potrà direttamente provvedere a mettere a punto ulteriori provvedimenti correttivi (nel caso 2).

Allo stesso modo, nel corso della vita utile dell'impianto interferente, l'Acquedotto Pugliese potrà prescrivere (nel caso 1) ovvero mettere a punto (nel caso 2) ulteriori provvedimenti correttivi, qualora mutate condizioni di esercizio della linea elettrica dovessero produrre un aumento degli effetti dell'interferenza sulla condotta metallica AQP.

Tali nuove condizioni di esercizio, potenzialmente pericolose ai fini dell'interferenza elettromagnetica, dovranno essere preventivamente comunicate ad Acquedotto Pugliese da parte della Ditta (nel caso 1).

5.3. Fascicolo tecnico dell'opera interferita

Le caratteristiche tecniche e le condizioni di esercizio dei sistemi elettrici interferenti e delle opere idrauliche interferite possono variare nel tempo, pertanto anche l'entità di un'interferenza è soggetta a variazioni. Ne discende la necessità di mantenere sotto controllo le situazioni di interferenza, predisponendo un fascicolo tecnico sulle interferenze, per ogni opera di Acquedotto Pugliese interferita.

Il fascicolo tecnico deve contenere tutti i documenti e le informazioni relativi alla problematica, tra cui:

- descrizione degli impianti coinvolti nell'interferenza;
- Relazione di valutazione del rischio di interferenza;
- misure periodiche delle tensioni d'interferenza generate sulla condotta;
- eventuali atti di convenzione tra gli enti gestori delle opere coinvolte nell'interferenza.

Il fascicolo tecnico dovrà essere opportunamente aggiornato.

ALLEGATO

PRESCRIZIONI TECNICO-PROCEDURALI

Realizzazione di nuove condotte metalliche interferenti con elettrodotti esistenti (con $T > 1KV$)

In fase di progettazione, devono essere previsti, almeno nei tratti oggetto di interferenza, tubi/raccordi di acciaio al carbonio con rivestimento esterno in Polietilene R3R secondo UNI 9099 e rivestimento interno in vernice epossidica, con spessore $> 250 \mu m$.

Tale prescrizione vale anche in caso di realizzazione di nuove condotte di ghisa sferoidale, meno soggette a fenomeni di interferenza E.M., ma comunque potenzialmente a rischio rispetto all'innescio di precoci fenomeni corrosivi per tensioni/correnti indotte.

In caso di incrocio tra condotte adduttrici di acciaio e cavidotti in alta tensione, nel tratto interrato potenzialmente oggetto di interferenza E.M. (punti con distanze dal cavidotto inferiori a 50 m, secondo CEI 50443), oltre ai rivestimenti passivi suddetti (e alla protezione catodica da dimensionare anche tenendo conto delle tensioni/correnti indotte dagli elettrodotti), possono essere previsti scaricatori o giunti isolanti monte-valle e messe a terra.

Le indicazioni tecniche suddette sono meglio precisate nel documento aziendale “*Disciplina tecnica per la protezione delle condotte metalliche dagli effetti dell'interferenza elettromagnetica*”, di cui fa parte il presente Allegato.

Realizzazione di nuovo elettrodotto (con $T > 1KV$) interferente con condotta metallica esistente

In caso di realizzazione di nuovo elettrodotto in corrente alternata, con tensione maggiore di 1 KV, interferente con una condotta metallica esistente, il responsabile AQP, deve procedere nel modo di seguito riportato:

- farsi rilasciare dal gestore dell'elettrodotto (di seguito solo “gestore”), oltre agli elaborati progettuali relativi all'”attraversamento”, una Relazione d'Interferenza** (con contenuti secondo “*Disciplina tecnica per la protezione delle condotte metalliche dagli effetti dell'interferenza elettromagnetica*”), firmata da tecnico abilitato, che fornisca una valutazione dei rischi legati alla vicinanza dell'elettrodotto alla condotta metallica;
- autorizzare l'esecuzione dell'elettrodotto**, nel caso in cui il gestore attesti, mediante idonea Relazione di Interferenza, la trascurabilità o l'assenza dell'interferenza elettromagnetica (in virtù di utilizzo di cavo elicoidale, ecc.), **previa verifica del progetto di realizzazione dell'elettrodotto**, che abbia lo scopo di accertare che, all'interno dello stesso, siano stati previsti tutti gli idonei presidi tecnici finalizzati alla protezione del cavo elettrico in MT/AT e alla minimizzazione degli effetti dell'interferenza E.M. (guaina esterna in materiale termoplastico, cavi elicoidali, ecc.), alla segnalazione del cavo stesso (nastro giallo interrato; paletti visibili all'esterno, ecc.) e **previa accettazione, da parte del gestore** (che deve rilasciare una nota ufficiale di accettazione e, preferibilmente, provvedere a integrare il progetto originale del cavidotto), delle seguenti prescrizioni tecniche AQP:
 - ✓ in caso di parallelismi con condotte adduttrici in materiale metallico, gli elettrodotti devono essere posati al di fuori delle relative fasce di rispetto AQP; in ogni caso, deve essere prevista una distanza, in orizzontale, tra condotta ed elettrodotto, pari ad almeno 1 m;

- ✓ in caso di incroci, soprattutto tra cavidotti e condotte adduttrici in acciaio, va prevista una distanza, in verticale, tra condotta ed elettrodotto, pari ad almeno 1 m;
- ✓ in caso di incroci, gli elettrodotti devono passare perpendicolarmente rispetto agli assi delle condotte metalliche e, possibilmente (salvo evidenti motivazioni tecniche che suggeriscano soluzioni diverse), al di sotto delle condotte stesse; in tal caso, tra la condotta adduttrice e il cavidotto elettrico, a livello intermedio, devono essere posate idonee beole in calcestruzzo o altri elementi lapidei prefabbricati, per una lunghezza minima pari a 2 m, a monte e valle dell'incrocio, al fine di garantire massima sicurezza in caso di operazioni di manutenzione sulla condotta metallica; nel caso in cui il cavidotto elettrico passi al di sopra della condotta, le beole o gli altri elementi lapidei prefabbricati devono essere posizionati al di sopra dell'elettrodotto stesso, per una lunghezza minima pari a 2 m, a monte e a valle dell'incrocio, sempre a garanzia di sicurezza per i lavoratori in caso di manutenzione della canalizzazione metallica;
- ✓ almeno due giorni prima della realizzazione della tratta di elettrodotto interferente, il gestore del cavidotto deve comunicare ad AQP la data e l'orario di inizio lavori, in modo tale da consentire ai tecnici AQP di poter presenziare alle operazioni di posa in opera.

Nel caso in cui la Relazione d'Interferenza redatta dal gestore del cavidotto evidenzi un concreto rischio di fenomeni corrosivi legati al campo magnetico variabile prodotto dall'elettrodotto, in aggiunta alle prescrizioni di cui al punto 2, il tecnico AQP deve **prescrivere opportuni lavori di potenziamento del rivestimento protettivo e/o inserimento di dispositivi di misura e/o sicurezza**, relativamente alla tratta AQP interferita (es. posa di nastri isolanti in polietilene; sistemi di messa a terra; scaricatori; giunti dielettrici), secondo *“Disciplina tecnica per la protezione delle condotte metalliche dagli effetti dell'interferenza elettromagnetica”*.

In tal caso, i lavori occorrenti devono essere eseguiti da AQP, a spese del gestore dell'elettrodotto.

3. **segnalare il punto di incrocio/parallelismo ai responsabili della gestione AQP**, in modo tale che, in futuro, gli Uffici competenti AQP possano prevedere, ove necessario, lavori di ripristino/potenziamento della protezione passiva ed attiva sulla condotta in questione.