

COMMITTENTE:



ALTA  
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



## INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

**LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA**  
**Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza**

### PROGETTO ESECUTIVO

#### Descrizione generale studio interferenze elettromagnetiche

GENERAL CONTRACTOR					DIRETTORE LAVORI				Scala: -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due				Valido per costruzione				
Data:	Data:				Data				

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    PROGR.    REV.    FOGLIO

I	N	1	7	1	1	E	I	2	0	C	I	Z	9	9	0	0	X	0	2	A	0	0	1	P	0	1	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO SATURNO	
	Firma	Data
		18/12/21

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	G.Lucca 	28/10/21	B.Sturani 	28/10/21	L.Lefebvre 	28/10/21	
B								
C							Data:	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1711EI20CIZ9900X02A00.doc
		Cod. origine: -



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p><b>IRICAV2</b></p>	<p>CONSORZIO <b>SATURNO</b> <i>High Speed Railway Technologies</i></p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento Ei20CIZ9900X02	Rev. A	Foglio 2 di 12

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
1.1	Generalità.....	3
<b>2</b>	<b>INTERFERENZA ELETTROMAGNETICA.....</b>	<b>4</b>
2.1	Aspetti teorici .....	4
2.2	Descrizione degli impianti inducenti.....	5
2.3	Tipologia degli impianti indotti .....	7
2.4	Normative di riferimento.....	9
2.5	Provvedimenti di protezione .....	9
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELLO STUDIO DI INTERFERENZA ELETTROMAGNETICA .....</b>	<b>12</b>
3.1	Scopo dello studio .....	12
3.2	Modalità di esecuzione dello studio.....	12
3.3	Risultati del calcolo .....	12
3.4	Validità dei dati di base .....	12

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	CONSORZIO <b>SATURNO</b> <i>High Speed Railway Technologies</i>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento Ei20CIZ9900X02	Rev. A	Foglio 3 di 12

## 1 PREMESSA

Il presente documento di Progetto Definitivo illustra le attività relative alla compatibilità elettromagnetica comprese nell'offerta per il lotto funzionale Verona- Bivio Vicenza.

Tali attività, realizzate in maniera analoga allo studio eseguito per Treviglio-Brescia, e alla Brescia-Verona, verranno sviluppate in sede di Progettazione Esecutiva, a valle della contrattualizzazione.

### 1.1 Generalità

Le problematiche di compatibilità elettromagnetica vengono suddivise in aspetti di:

- interferenza elettromagnetica;
- esposizione umana ai campi elettromagnetici;
- compatibilità elettromagnetica propriamente detta.

Gli aspetti di interferenza elettromagnetica si riferiscono a fenomeni originati da accoppiamenti elettromagnetici di tipo induttivo, capacitivo e resistivo. Le frequenze tipiche vanno dalla frequenza di esercizio delle linee elettriche primarie (50 Hz) fino a qualche kHz.

Il secondo aspetto è relativo all'esposizione delle persone ai campi elettromagnetici a 50Hz generati dalle linee elettriche primarie ed emessi nell'ambiente circostante.

La compatibilità elettromagnetica in senso stretto riguarda infine fenomeni in alta frequenza (superiore a 9 kHz) ovvero i livelli di emissione ed immunità degli apparati all'interno dell'ambiente ferroviario, nonché i limiti di emissione del sistema ferroviario verso il mondo esterno.

Nei capitoli successivi sono approfonditi e dettagliati gli aspetti relativi all'interferenza elettromagnetica e descritte le attività previste.

Gli aspetti di esposizione umana ai campi elettromagnetici e gli aspetti di compatibilità elettromagnetica in senso stretto ovvero i livelli di emissione ed immunità degli apparati all'interno dell'ambiente ferroviario, nonché i limiti di emissione del sistema ferroviario verso il mondo esterno, non sono oggetto del presente studio ma sono affrontati nell'ambito dei progetti delle singole tecnologie.

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	CONSORZIO <b>SATURNO</b> High Speed Railway Technologies	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento Ei20CIZ9900X02	Rev. A	Foglio 4 di 12

## 2 INTERFERENZA ELETTROMAGNETICA

### 2.1 Aspetti teorici

Il concetto fondamentale che sta alla base della spiegazione dell'accoppiamento elettromagnetico preponderante, cioè quello induttivo, è espresso dalla seguente formula:

$$e = - \frac{d\varphi}{dt} \quad (1)$$

la quale indica che la forza elettromotrice "e" indotta in un circuito chiuso è pari alla variazione nel tempo del flusso magnetico "φ" concatenato dal circuito stesso.

Il flusso concatenato dal circuito indotto può essere espresso come prodotto della corrente circolante nel circuito inducente "I", e dell'impedenza mutua "M" tra circuito inducente ed indotto:

$$\varphi = MI \quad (2)$$

Questo è esatto nell'ipotesi che la corrente circolante nel circuito indotto a causa della forza elettromotrice indotta non sia tale da produrre, per induzione dal circuito indotto sul circuito inducente, una variazione della corrente I.

Ciò è valido in molte situazioni di interferenza, nel senso che in tali situazioni questa ipotesi può essere assunta senza introdurre errori apprezzabili.

Per contro esistono situazioni in cui questa ipotesi non è applicabile ed in cui occorre dunque tenere in conto l'effetto di induzione reciproca tra due o più circuiti utilizzando metodi di tipo multi-conduttore.

Nel caso in cui la corrente sia sinusoidale, mediante il formalismo dei numeri complessi e utilizzando la (2) la (1) diviene:

$$e = -j\omega MI \quad (3)$$

La (3) è la formula chiave, rintracciabile in tutta la letteratura tecnica relativa all'interferenza elettromagnetica, in regime stazionario, utilizzabile per calcolare la forza elettromotrice indotta.

Da essa si deducono due considerazioni fondamentali:

- non esiste forza elettromotrice indotta (cioè "e" assume un valore uguale a 0) solo se la corrente inducente è continua.
- la forza elettromotrice indotta è proporzionale alla corrente, alla frequenza ed alla mutua impedenza tra i due circuiti: quest'ultima dipende dalle caratteristiche del mezzo interposto tra i due circuiti (resistività elettrica del suolo), dalla frequenza, dalle caratteristiche geometriche dei circuiti inducente ed indotto (essenzialmente dalla loro distanza), e, per una data distanza, è direttamente proporzionale alla lunghezza del tratto di avvicinamento tra i circuiti inducente e indotto.

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	CONSORZIO <b>SATURNO</b> <i>High Speed Railway Technologies</i>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento Ei20CIZ9900X02	Rev. A	Foglio 5 di 12

In un sistema di trazione elettrificato a 3kV in corrente continua, la corrente in gioco, non è variabile nel tempo e quindi tale da non dar luogo ad un campo magnetico inducente e dunque una forza elettromotrice indotta su un circuito metallico vicino; pertanto la linea ferroviaria AV, nella tratta oggetto del presente documento, non genera fenomeni di accoppiamento induttivo su strutture metalliche circostanti.

Differente è il caso delle linee primarie (elettrorodotti aerei e cavidotti) che alimentano la linea ferroviaria AV; essendo esse esercite a 50Hz, sono a tutti gli effetti sorgenti di interferenza, alla medesima frequenza, sulle summenzionate strutture.

Tale interferenza elettromagnetica si manifesta sia quando la linea elettrica inducente è in condizione di guasto sia quando è in condizioni di funzionamento normale; ciò che cambia è il valore e la caratteristica delle correnti inducenti

- molto intense (dell'ordine di decine di kilo-Ampere) e fortemente sbilanciate, ma di brevissima durata nel caso di guasto monofase a terra
- molto meno intense (dell'ordine di qualche centinaio di Ampere) ma pressoché bilanciate in caso di funzionamento normale.

Da queste due osservazioni si può quindi presumere che le tensioni indotte su strutture metalliche circostanti, a parità di tutte le altre condizioni, saranno molto più elevate in caso di guasto della linea inducente che in caso di funzionamento normale.

## 2.2 Descrizione degli impianti inducenti

Nel complesso, con riferimento specifico alla tratta Verona-bivio Vicenza, gli impianti inducenti appartengono al sistema di alimentazione della linea AV. Tale sistema di alimentazione nel suo complesso provvede al trasporto, alla trasformazione e distribuzione dell'energia elettrica dai punti di consegna in Alta Tensione (AT) fino ai carichi mobili (treno) e si compone dei seguenti elementi fondamentali:

- Elettrodotto aereo/cavidotto AT;
- Sottostazioni Elettriche (SSE) di conversione da 132kV-50Hz a 3kV cc.

Ai fini dello studio delle interferenze elettromagnetiche, le sorgenti o sistemi inducenti sono rappresentati da:

- Elettrodotti aerei 132kV-50Hz
- Cavidotti interrati 132kV-50Hz

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	CONSORZIO <b>SATURNO</b> <i>High Speed Railway Technologies</i>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento Ei20CIZ9900X02	Rev. A	Foglio 6 di 12

## 2.2.1 Elettrodotti AT

Sei sono le linee elettriche (che denominiamo linee primarie ed indicate in seguito con la sigla LP) dedicate all'alimentazione della linea AV:

- LP1: elettrodotto 132kV per collegamento della SSE S.Martino Buon Albergo all'elettrodotto Megareti (esistente)
- LP2: elettrodotto 132kV in progetto per collegamento della SSE Belfiore all'elettrodotto Caldiero FS-Montebello FS (esistente)
- LP3: elettrodotto 132kV per collegamento all'elettrodotto Caldiero FS-Montebello FS (esistente)
- LP4: cavidotto 132 kV Locara-Dugale
- LP5: cavidotto 132kV SSE Altavilla-Enel Altavilla
- LP6: elettrodotto 132kV in progetto per collegamento della SSE Montebello all'elettrodotto Montebello-Montecchio (esistente).

## 2.2.2 Dati di calcolo

Come prescritto dalle normative tecniche in vigore CEI EN 50443, le linee elettriche inducenti sono prese in considerazione sia in condizione di funzionamento normale che di guasto quando si deve valutare l'interferenza su tubazioni metalliche.

Per contro, la linea primaria è presa in considerazione nella sola condizione di guasto per quanto riguarda l'interferenza sui cavi di telecomunicazione (CEI 103-6).

I dati caratteristici delle linee primarie (aeree o in cavo) utilizzati per il calcolo delle interferenze elettromagnetiche sono i seguenti:

- tracciato planimetric
- resistività elettrica del terreno;
- resistenza della fune di guardia;
- fattore di schermo delle tratte in cavo;
- corrente di corto circuito monofase a terra in funzione del punto di guasto.
- valore di massima portata della corrente in condizione di funzionamento normale

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	CONSORZIO <b>SATURNO</b> <i>High Speed Railway Technologies</i>	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento Ei20CIZ9900X02	Rev. A	Foglio 7 di 12

## 2.3 Tipologia degli impianti indotti

Gli impianti, che possono essere indotti dalle linee primarie, appartengono alle seguenti categorie:

- impianti di telecomunicazione pubblici e privati (non FS);
- tubazioni metalliche per il trasporto di acqua, gas, ...;
- strutture metalliche generiche di notevole estensione (recinzioni, ...)

Le valutazioni delle interferenze elettromagnetiche consistono nel calcolo delle tensioni e delle correnti indotte sulle strutture interferite.

Una struttura è considerata interferita, e dunque vengono per essa eseguiti calcoli di interferenza, se almeno una parte del suo tracciato è compresa all'interno della cosiddetta "fascia di esposizione".

Tale fascia è definita dalle Normative tecniche CEI 103-6 e CEI EN 50443 come una zona di territorio centrata sulla linea inducente e di larghezza opportuna, come riepilogato nelle tabelle seguenti.

Tipo di linea inducente	Semi-larghezza fascia di esposizione	
	zona aperta	centro abitato
Linea primaria aerea	3 km	300 m
Linea primaria in cavo interrato	30 m	30 m

### Semi-larghezza della fascia di esposizione per cavi di telecomunicazioni

Tipo di linea inducente	Area	$\rho$ [ $\Omega$ m]	Semi-larghezza fascia di esposizione [m]	
			funzionamento normale	guasto
elettrodotto aereo	rurale	$\rho > 3000$	$\rho/3$	$\rho$
		$\rho \leq 3000$	1000	3000
elettrodotto aereo	urbana	$\rho > 3000$	almeno 300	$\rho/10$
		$\rho \leq 3000$	almeno 300	almeno 300
cavidotto	tutte	tutte	50	50

### Semi-larghezza della fascia di esposizione per tubazioni

La condizione di "centro abitato" si verifica quando o la linea inducente o l'impianto indotto si trovano all'interno di un centro abitato, oppure quando un abitato è interposto tra la linea inducente e l'impianto

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p><b>IRICAV2</b></p>	<p>CONSORZIO <b>SATURNO</b> <i>High Speed Railway Technologies</i></p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
		<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 11</p>	<p>Codifica Documento Ei20CIZ9900X02</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 8 di 12</p>

indotto. In questi casi l'ampiezza della fascia di esposizione si riduce per tenere conto dell'effetto schermante esercitato dalle strutture metalliche presenti in un centro abitato.

In fase di Progetto Esecutivo verrà prodotto un documento (denominato "Dati e metodologia di calcolo") contenente la descrizione dettagliata dei dati necessari, per ciascuna tipologia di impianto indotto, per i calcoli di interferenza elettromagnetica e le modalità di presentazione dei risultati di tali calcoli.



GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	CONSORZIO <b>SATURNO</b> High Speed Railway Technologies	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento Ei20CIZ9900X02	Rev. A	Foglio 9 di 12

## 2.4 Normative di riferimento

Le seguenti normative sono utilizzate come riferimento per i calcoli di interferenza elettromagnetica prodotta dal Sistema Alta Velocità:

- 1) Norma CEI 103-6 - Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto - III ed. dic 1997.
- 2) Norma 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. – dic. 2012

In fase di Progetto Esecutivo, nel già citato documento "Dati e metodologia di calcolo", saranno illustrate le ipotesi di volta in volta formulate per eventuali aspetti non contemplati dalle Norme. Nello stesso documento inoltre sono riportati i limiti indicati dalle Norme stesse.

## 2.5 Provvedimenti di protezione

Sono descritti in questo paragrafo i possibili provvedimenti di protezione adottabili, sulle tipologie di impianti indotti oggetto dello studio, al fine di ridurre gli effetti dell'interferenza elettromagnetica.

Quella qui fornita è ovviamente una panoramica, in termini del tutto generali, dei possibili provvedimenti protettivi, a prescindere dalle valutazioni di carattere tecnico o economico che portano nella pratica a scegliere di volta in volta il provvedimento protettivo più efficace per ogni singolo impianto indotto. Ne consegue che alcuni dei provvedimenti elencati nel seguito sono teorici e motivazioni di ordine pratico possono portare ad escludere la loro applicabilità; tuttavia, appare utile in questo contesto fornire un quadro generale dell'insieme dei possibili provvedimenti protettivi.

### A) Provvedimenti protettivi applicabili agli impianti di telecomunicazione.

- 1) Allontanamento rispetto alla linea elettrica: l'aumento della distanza tra impianto inducente ed impianto indotto, facendo diminuire il valore dell'impedenza mutua, contribuisce a ridurre i risultati dell'interferenza elettromagnetica.
- 2) Sostituzione di impianti aerei con impianti interrati: linee di telecomunicazione aeree in fili nudi o in cavo sprovvisto di schermo metallico sono soggette anche ad accoppiamento di tipo capacitivo: per evitare i disturbi dovuti a questo tipo di accoppiamento le linee possono essere dotate di schermo metallico messo a terra o sostituite da cavi interrati.
- 3) Uso di cavi in fibra ottica: le fibre ottiche, non essendo metalliche, non sono influenzate dalle interferenze elettromagnetiche. Tuttavia i cavi in fibra ottica utilizzano sovente guaine metalliche a scopo di barriera anti-umidità, anti-roditori e per fornire resistenza meccanica al cavo. Gli elementi metallici presenti in un cavo a fibre ottiche sono sedi di tensioni e correnti indotte, e devono pertanto essere presi in considerazione.
- 4) Miglioramento del fattore di schermo di un cavo: nei cavi provvisti di schermo metallico connesso a terra in maniera opportuna, il fattore di schermo esprime numericamente la riduzione degli effetti dell'interferenza elettromagnetica dovuta alla presenza dello schermo rispetto alla situazione in assenza di schermo. Un fattore di schermo è pertanto tanto migliore quanto più piccolo è il suo valore numerico: un fattore di schermo uguale ad 1 corrisponde ad assenza di schermo. Il fattore di schermo è piccolo se la resistenza longitudinale della guaina è piccola. Pertanto guaine realizzate con materiali altamente conduttivi (alluminio, rame) permettono di ottenere buoni fattori di schermo. Un ulteriore miglioramento è ottenibile aggiungendo alla guaina nastri di acciaio (armatura) le cui caratteristiche magnetiche danno luogo ad una diminuzione del fattore di schermo rispetto a quello che avrebbe la medesima guaina senza nastri. In tale caso però il fattore di schermo non è

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	CONSORZIO <b>SATURNO</b> <i>High Speed Railway Technologies</i>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento Ei20CIZ9900X02	Rev. A	Foglio 10 di 12

costante bensì, a causa del comportamento non lineare del materiale magnetico rispetto alla corrente, variabile in funzione del livello di interferenza. Pertanto la scelta dell'armatura atta a risolvere un problema di interferenza richiede una specifica attività di progettazione.

- 5) Miglioramento delle prese di terra: al fine di attivare effettivamente l'azione schermante, guaina e nastri di acciaio devono essere resi continui e connessi opportunamente a terra: un cavo con guaina di alta conducibilità e nastri di acciaio, se mantenuto isolato da terra, presenta un fattore di schermo pari a 1, vanificando così le potenziali capacità schermanti. Un miglioramento dell'azione schermante è ottenibile con l'incremento del numero delle prese di terra e con la riduzione dei valori delle resistenze di terra cui è connessa la guaina.
- 6) Uso di strutture schermanti: si tratta di strutture metalliche disposte parallelamente all'impianto indotto o che lo contengono (per esempio tubi o cassette di ferro) e adeguatamente messe a terra. La corrente che percorre la linea inducente, induce tensioni sia sull'impianto indotto che sulle strutture schermanti. Queste ultime, essendo messe a terra, sono percorse da una corrente (corrente di schermo) che a sua volta induce una tensione sull'impianto indotto. Questa tensione ha segno opposto a quello della tensione indotta dall'impianto inducente, riducendo così il valore della tensione indotta risultante.
- 7) Sezionamento della guaina: la suddivisione della guaina di un cavo in più tratte tra loro elettricamente discontinue raggiunge l'obiettivo di ridurre le forze elettromotrici indotte sulla guaina, essendo queste direttamente proporzionali, a parità di altri parametri, alla lunghezza dei tratti elettricamente continui. Tale provvedimento può però dar luogo ad una riduzione dell'effetto schermante esercitato dalla guaina, per cui deve essere usato con attenzione nel caso di cavi a coppie simmetriche o coassiali, ovvero quei cavi che presentano elementi metallici all'interno della guaina. Per contro questo provvedimento è facilmente applicabile ai cavi in fibra ottica senza conduttori metallici interni. Inoltre questa modalità di installazione aumenta la vulnerabilità alle scariche atmosferiche. Pertanto questo provvedimento può essere adottato solo se contemporaneamente il cavo è protetto contro le scariche atmosferiche da un tondino antifulmine.
- 8) Aumento della rigidità dielettrica di un cavo: l'utilizzo di cavi con rigidità dielettrica incrementata riduce la possibilità di perforazione del dielettrico stesso quando la tensione indotta assume valori elevati. Tale provvedimento è efficace solo nei confronti dell'effetto dell'interferenza elettromagnetica relativo al danno all'impianto.
- 9) Uso di trasformatori di isolamento (traslatori): si tratta di trasformatori con rapporto di trasformazione 1:1 che suddividono la linea di telecomunicazione a coppie simmetriche in sezioni tra loro separate elettricamente. L'uso di traslatori consente, in una linea di telecomunicazione esposta ad alti livelli di induzione, di riportare in ciascuna sezione la tensione indotta al di sotto dei limiti. Occorre peraltro considerare che ogni traslatore introduce un'attenuazione supplementare sulla trasmissione, pertanto il loro numero deve essere ragionevolmente limitato. Tale provvedimento è efficace soltanto per ridurre gli effetti dell'interferenza elettromagnetica relativi al disturbo alla trasmissione nei cavi a coppie simmetriche.
- 10) Uso di limitatori di sovratensione: in caso di guasto verso terra dell'impianto inducente possono originarsi sull'impianto indotto tensioni che possono raggiungere ampiezze di alcune centinaia di Volt con durate fino a 1s, a seconda del sistema di eliminazione del guasto utilizzato sull'impianto inducente. Per proteggere le linee di telecomunicazione da questi eventi possono essere usati i limitatori di sovratensione (in genere gli stessi utilizzati per la protezione contro le scariche atmosferiche). Tale provvedimento può essere utilizzato soltanto in condizione di guasto dell'impianto inducente, tenendo presente che l'intervento di questi dispositivi di protezione non permette la trasmissione delle informazioni.

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	CONSORZIO <b>SATURNO</b> <i>High Speed Railway Technologies</i>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento Ei20CIZ9900X02	Rev. A	Foglio 11 di 12

**B) Provvedimenti protettivi applicabili alle tubazioni e agli impianti ad esse connessi.**

- 1) Allontanamento rispetto alla linea di elettrica: l'aumento della distanza tra impianto inducente ed impianto indotto, facendo diminuire il valore dell'impedenza mutua, contribuisce a ridurre i risultati dell'interferenza elettromagnetica.
- 2) Sostituzione di impianti aerei con impianti interrati: le tubazioni aeree isolate da terra sono soggette ad accoppiamento anche di tipo capacitivo: per evitare gli effetti dell'interferenza elettromagnetica dovuti a questo tipo di accoppiamento tali impianti possono essere messi a terra o sostituiti da tubazioni interrate.
- 3) Miglioramento delle prese di terra: nel caso di tubazioni connesse a terra, l'incremento del numero delle prese di terra e la riduzione dei valori delle resistenze di terra contribuisce a ridurre il valore delle tensioni verso terra indotte: per contro può aumentare il valore della corrente longitudinale indotta, pertanto l'uso di tale provvedimento di protezione deve essere opportunamente legato agli effetti dell'interferenza elettromagnetica che si intende ridurre.
- 4) Uso di strutture schermanti: si tratta di strutture metalliche disposte parallelamente all'impianto indotto e adeguatamente messe a terra. La corrente che percorre la linea inducente induce tensioni sia sull'impianto indotto che sulle strutture schermanti. Queste ultime, essendo messe a terra, sono percorse da corrente (corrente di schermo) che a sua volta induce una tensione sull'impianto indotto. Questa tensione ha segno opposto a quello della tensione indotta dall'impianto inducente, riducendo così il valore della tensione indotta risultante.
- 5) Sezionamento della tubazione: la suddivisione della tubazione mediante giunti dielettrici in tratte tra loro elettricamente discontinue contribuisce a ridurre gli effetti dell'interferenza elettromagnetica. Nel caso di tubazioni protette catodicamente è però necessario che tale provvedimento sia accompagnato da altri (incremento del numero di alimentatori di protezione catodica) per far sì che l'efficacia della protezione catodica non sia ridotta.
- 6) Uso di limitatori di sovratensione: in caso di guasto verso terra dell'impianto inducente possono originarsi sulla tubazione indotta tensioni che possono raggiungere un'ampiezza di alcune centinaia di Volt ed avere durata fino a 1s., a seconda del sistema di eliminazione del guasto utilizzato sull'impianto inducente. Per proteggere gli apparati connessi alla tubazione da questi eventi possono essere usati i limitatori di sovratensione. Tale provvedimento può essere utilizzato soltanto in condizione di guasto dell'impianto inducente, sia perché i limitatori di sovratensione sono progettati per operare saltuariamente e non continuativamente, sia perché durante il loro funzionamento alcune funzioni svolte dagli apparati connessi alle tubazioni possono essere interrotte.

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	CONSORZIO <b>SATURNO</b> <i>High Speed Railway Technologies</i>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento Ei20CIZ9900X02	Rev. A	Foglio 12 di 12

### 3 DESCRIZIONE DELLO STUDIO DI INTERFERENZA ELETTROMAGNETICA

#### 3.1 Scopo dello studio

Scopo dello studio è quello di valutare, attraverso calcoli di interferenza elettromagnetica, se gli impianti (cavi di telecomunicazione e tubazioni), ricadenti all'interno delle fasce di esposizione all'interferenza elettromagnetica relative alle linee primarie alimentanti la linea AV, rispettino i limiti prescritti dalle normative tecniche.

Nel caso in cui non rispettino i limiti, verrà fornita una descrizione di massima dei possibili provvedimenti di protezione necessari per ottenere il rispetto dei limiti.

#### 3.2 Modalità di esecuzione dello studio

Per l'esecuzione dei calcoli di interferenza elettromagnetica sono dapprima identificati i proprietari/gestori di strutture metalliche all'interno della fascia di esposizione all'interferenza.

Successivamente, in collaborazione con i proprietari degli impianti, vengono acquisiti, per ciascun singolo impianto indotto, i dati necessari al calcolo.

Al termine di questa fase viene prodotto un documento contenente il riepilogo dei dati acquisiti che viene inviato al proprietario degli impianti per approvazione.

Ottenuta tale approvazione si procede alla fase di calcolo per ciascun impianto indotto e secondo le modalità già indicate.

In sintesi le attività previste sono dunque:

- censimento enti proprietari degli impianti
- raccolta/elaborazioni dei dati necessari all'esecuzione dei calcoli di simulazione
- calcolo degli effetti dell'interferenza elettromagnetica
- se necessari, indicazione di massima dei provvedimenti protettivi (tipologia)

È comunque esclusa dallo scopo dello studio ogni progettazione di dettaglio ed esecuzione di interventi di mitigazione/bonifica delle situazioni di interferenza.

#### 3.3 Risultati del calcolo

I risultati completi dei calcoli su ogni singolo impianto saranno raggruppati in un documento specifico per ciascun proprietario di impianto. Accanto a questo verrà prodotto, nel caso in cui uno o più impianti presenteranno risultati dell'interferenza superiori ai limiti ammissibili, un documento contenente le valutazioni di massima dei possibili provvedimenti protettivi necessari per riportare i risultati dell'interferenza elettromagnetica al di sotto dei limiti.

#### 3.4 Validità dei dati di base

Lo studio degli effetti dell'interferenza elettromagnetica generata dalle linee elettriche (che alimentano la linea AV) sugli impianti indotti verrà svolto utilizzando sulla base dei dati raccolti nella campagna di censimento effettuata nel corso del 2021.