

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



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

**LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA**  
**Lotto funzionale Treviglio-Brescia**  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**Piano di Monitoraggio ambientale**  
**Specifica Tecnica – Componente Campi Elettromagnetici**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio <b>Cepav due</b> Consorzio <b>Cepav due</b> Il Direttore del Consorzio (Ing. F. Lombardi) Data: <u>24 NOV 2014</u>	Valido per costruzione Data: <u>24-NOV 2014</u> 

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

I	N	5	1	1	1	E	E	2	S	P	M	B	0	0	0	4	0	0	1	C
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PROGETTAZIONE								IL PROGETTISTA
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	
A	IST ITF IN5111E22ISMB000001B - Richieste ARPAL	Lande	08/08/13	Liani	08/08/13	Liani	08/08/13	
B	Revisione interna a seguito riunione con IF	Lande	20/12/13	Liani	20/12/13	Liani	20/12/13	
C	Rev.a seguito TT del 22.11.13, 31.01.14, 18.02.14	Lande	30/09/14	Liani	30/09/14	Liani	30/09/14	

CIG. 11726651C5

File: IN5111EE2SPMB0004001C\_01.doc



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

Stampato dal Service di plottaggio ITALFERR S.p.A.

CUP: J41C0700000001

ALBA s.r.l.

GENERAL CONTRACTOR

**Cepav due**

Consorzio ENI per l'Alta Velocità



ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO

Progetto  
IN51

Lotto  
11

Codifica Documento  
EE2SPMB0004001

Rev.  
C

Foglio  
2 di 21

## INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	EFFETTI BIOLOGICI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	4
3.	QUADRO DI RIFERIMENTO TECNICO E NORMATIVO.....	6
4.	METODOLOGIA DI MONITORAGGIO.....	12
5.	ARTICOLAZIONE TEMPORALE .....	18
6.	DOCUMENTAZIONE E SISTEMA INFORMATIVO.....	20
	ALLEGATO 1.....	21



## 1. PREMESSA

L'esposizione delle persone ai campi elettromagnetici e le conseguenze che da essa discendono costituiscono un argomento di largo interesse, tuttora oggetto di ricerche circa gli effetti sulla salute individuale e collettiva. Per tale motivo il monitoraggio dei campi elettromagnetici costituisce un'attività di carattere precauzionale, svolta con particolare riferimento all'esposizione umana con lo scopo di tutelare la salute della popolazione residente nell'area di influenza del sistema di alimentazione elettrica della linea AV. Questa componente di monitoraggio risulterà caratterizzata da due fasi temporali:

- Indagine “*ante operam*” durante la quale saranno misurati i valori di campo elettromagnetico di fondo presente nelle aree critiche in cui sono già presenti sorgenti emmissive (sottostazioni elettriche ENEL, linee Alta Tensione, linee ferroviarie). Tale indagine avrà inoltre il compito di censire con precisione tutti i ricettori, finalizzando l'indagine anche all'ubicazione definitiva dei punti di monitoraggio post-opera;
- Indagine “*post-operam*” finalizzata alla verifica dei livelli di campo elettromagnetico che si saranno determinati sui ricettori individuati in sede di ante-opera e di eventuali altri non presenti in fase di ante-opera (es: nuovo edificio).

La fase di corso d'opera non è viceversa prevista in quanto, durante la fase di costruzione, non si manifesteranno problematiche di emissione di onde elettromagnetiche e di generazione dei relativi campi tali da giustificare uno specifico controllo.

Oggetto del monitoraggio saranno quindi, il campo elettrico e il campo magnetico a frequenza nominale di 50 Hz generati dalle tipologie di sorgenti che caratterizzano il sistema di alimentazione:

- le sottostazioni elettriche di trasformazione in progetto 132/25 kV e 132/3 kV;
- nuovi tratti di elettrodotti in progetto che collegano le SSE di trasformazioni in progetto 132/25 kV e 132/3 kV con l'elettrodotto a 132 kV RFI esistente;
- la linea di alimentazione a 25 kV.

Il sistema di trazione elettrica della linea ferroviaria, caratterizzata da una tensione di 3kV (tratto nella zona della Interconnessione Brescia Ovest ICBSW) in corrente continuo non costituirà invece fonte di inquinamento da campi elettromagnetici variabili nel tempo e pertanto non sarà oggetto di monitoraggio.



## 2. EFFETTI BIOLOGICI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Una delle maggiori difficoltà nel trattare il problema delle conseguenze dovute all'esposizione umana ai campi elettromagnetici è connessa al fatto che gli effetti prodotti, non tanto quelli acuti quanto, soprattutto, quelli a valori di non immediata nocività ma a caratterizzati da esposizioni prolungate, sono ancora poco conosciuti. Giova pertanto riprendere, anche in questa sede, alcuni concetti che sono alla base delle scelte del PMA ispirate ad un principio di cautela.

### *Tipici effetti delle radiazioni elettromagnetiche sui sistemi biologici*

L'interazione tra campi elettromagnetici e sistemi biologici può determinare effetti negativi che, convenzionalmente, sono classificati in:

- effetti a breve termine (o acuti) basati su una soglia, per cui si fissano limiti di esposizione che garantiscono, con un buon margine cautelativo, la non insorgenza di tali effetti;
- effetti a lungo termine (o cronici) privi di soglia e di natura probabilistica (all'aumentare dell'esposizione aumenta non l'entità ma la probabilità del danno), per cui si fissano livelli operativi di riferimento per prevenire o limitare il possibile danno complessivo.

### *Effetti a breve termine*

Gli effetti a breve termine sono ben noti e classificati e sono state definite regole internazionali per evitarli.

Ad esempio, a densità di corrente indotte superiori a  $10 \text{ mA/m}^2$  si verificano i primi effetti sui sistemi biologici con fenomeni di alterazione visiva (percezione di effetti luminosi) che degenerano in scosse o pizzicori in zone periferiche dell'organismo alla soglia dei  $100 \text{ mA/m}^2$ . Elevate densità di corrente, superiori a  $1000 \text{ mA/m}^2$ , provocano invece effetti gravi quali extrasistoli e fibrillazione cardiaca.

A titolo esemplificativo, nella tabella che segue sono indicati limiti di base (Fonti: Linee Guida dell'ICNIRP e Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea n° 519 del 12 Luglio 1999) per la densità di corrente indotta espressi in funzione della frequenza della radiazione che la produce per la popolazione e i lavoratori:



Frequenza (Hz)	Densità di corrente (mA/m <sup>2</sup> )	
	Lavoratori	Popolazione
0,1 – 1	40	8
1 – 4	40/f	8/f
4 – 1000	10	2
1000 - 10000	f/100	f/500

Tabella 2-1

### *Effetti a lungo termine*

Oltre agli effetti diretti, detti anche macroscopici a breve termine in quanto scompaiono non appena termina l'esposizione ai campi elettromagnetici, ne sono stati classificati altri, detti macroscopici a lungo termine, legati a modificazioni permanenti indotte dall'esposizione prolungata a campi elettromagnetici di modesta intensità. Esperimenti su colture cellulari hanno mostrato, ad esempio, alterazioni:

- nello scambio degli ioni Ca<sup>++</sup>;
- nell'attività della ghiandola pineale e nella secrezione della melatonina ad essa associata;
- della azione citotossica dei linfociti T;
- della reazione dei linfociti alla stimolazione costituita dalla presenza di composti mitogeni aventi azione sulla superficie cellulare;
- delle funzioni di rilascio dell'insulina da parte delle cellule pancreatiche.

E' stata inoltre rilevata una modificazione delle trasmissioni sinaptiche di cellule del sistema nervoso periferico nel ratto.

Un'altra possibile evidenza di effetti attribuibili a esposizioni prolungate, non confermata però da studi successivi, proviene da studi epidemiologici condotti in Unione Sovietica tra gli anni '60 e '70 che avrebbero indicato insorgenza di sindromi neurovegetative e di alterazioni ematologiche in alcune categorie di soggetti.

Infine, è dimostrato che un campo di induzione magnetica dell'ordine dei 15-60  $\mu$ T può interagire con alcuni dispositivi Pace Maker, anche se manifestazioni significative di malfunzionamenti per la maggior parte di tali apparecchi non avvengono prima della soglia dei 1000  $\mu$ T.



### 3. QUADRO DI RIFERIMENTO TECNICO E NORMATIVO

Di seguito sono elencate e brevemente descritte, con particolare riferimento ai limiti di esposizione, le normative europee e nazionali per i campi elettromagnetici a bassa frequenza. Sono inoltre citati alcuni documenti tecnici emanati da organismi o enti preposti, ai quali fare riferimento per il rispetto dei limiti di esposizione ai campi elettromagnetici e per le metodologie da utilizzare per l'esecuzione delle misure.

#### *Normativa Europea*

- Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea n. 519 del 12.07.1999 - "Limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz" (G.U.C.E. L199/59 del 30.07.1999).

Essa fissa i limiti di base e i livelli di riferimento per la popolazione all'esposizione ai campi elettromagnetici, accogliendo i limiti proposti dalle linee guida dell'ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) "*Guidelines for limiting of exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)*" pubblicate nel 1998. La raccomandazione dell'Unione Europea ha come finalità quella di spingere gli Stati Membri ad attuare legislazioni uniformi in materia di protezione dei campi elettromagnetici, che siano basate sui più recenti risultati scientifici avallati da associazioni autorevoli e indipendenti. Promuove, inoltre, la ricerca e la sperimentazione in questo settore. La raccomandazione in oggetto non contempla la protezione dei lavoratori nell'esposizione professionale ai campi elettromagnetici. Per tutte le sorgenti non riconducibili agli elettrodotti, come ad esempio il materiale rotabile, si applicano i limiti stabiliti dalla presente raccomandazione europea. Tale documento distingue tra il concetto di "limiti di base" e di "livelli di riferimento". I limiti di base sono degli standard di riferimento che si applicano a quelle grandezze fisiche che sono direttamente correlate agli effetti biologici da controllare, come la densità di corrente indotta nel corpo umano. I limiti di base per la densità di corrente sono 10 mA/m<sup>2</sup> per i lavoratori e di 4 mA/m<sup>2</sup> per la popolazione comune.

I livelli di riferimento riguardano invece grandezze più facilmente misurabili, come i livelli di campo, e sono definiti allo scopo di fornire un mezzo più semplice di verifica dell'osservanza dei limiti di base.



Occorre precisare che, poiché i campi elettrici e magnetici alternati variano col tempo in direzione e verso, il limite si intende applicato al valore efficace del campo, cioè alla media quadratica delle tre componenti e si intende riferito al campo imperturbato, cioè misurato in assenza di oggetti esterni.

- POSIZIONE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA n. 100 16.03.2004 "...sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)"

Tale documento definisce i valori limite di esposizione e i valori di azione dei campi elettromagnetici per i lavoratori con particolare riferimento agli effetti acuti. Anche per questo documento l'Unione Europea ha scelto di accogliere i limiti proposti dalle linee guida dell'ICNIRP;

- DIRETTIVA 2004/40/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 29 aprile 2004 "sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)".
- RETTIFICA DELLA DIRETTIVA 2004/40/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 29.04.2004 "sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)".

#### *Normativa tecnica europea e nazionale*

- CENELEC ENV 50166-1 (Comitato Europeo di Normalizzazione Elettrotecnica): "Esposizione umana ai campi elettromagnetici. Bassa frequenza (0-10 kHz)" (recepita in Italia come norma CEI 111-02.05.1995);
- CEI 211-4-1996-12 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- ANPA RTI CTN\_AGF 1/2000 "Guida tecnica per la misura dei campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza di 100 kHz – 3 GHz, in riferimento all'esposizione della popolazione";
- CEI 211-6-2001-01 "Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana;



- CEI 211-7-2001-01 “Guida per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell’intervallo di frequenza 10 kHz-300 GHz, con riferimento all’esposizione umana”;
- CEI 211-10-V1 2004-01 “Guida alla realizzazione di una stazione radio base per rispettare i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici in alta frequenza-Appendice G: valutazione dei software di calcolo previsionale dei livelli di campo elettromagnetico - Appendice H: metodologie di misura per segnali UMTS”;
- Linee guida ICNIRP “Linee guida per la limitazione dell’esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo e a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz).

### *Normativa Italiana*

- L. 22.02.2001, n. 36 (GU 07.03.2001 n. 55): "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".

Tale legge disciplina la protezione dalle esposizioni a tutti i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici per frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz e fissa i principi fondamentali e le competenze per la tutela dell'ambiente e della salute dei cittadini. Essa definisce i concetti di limite di esposizione, valore di attenzione e obiettivo di qualità, introducendo nel panorama normativo italiano la protezione della popolazione ai campi elettromagnetici con riferimento agli effetti cronici oltre che agli effetti acuti. La determinazione di tali limiti è demandata a successivi decreti attuativi emessi nel 2003.

- D.P.C.M. 08.07.2003 (GU 29.08.2003 n. 200): 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.

Il decreto è indirizzato alla protezione della popolazione, ed è volto a tutelare la popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici a frequenze comprese fra 0 Hz (campi statici) e 100 kHz. In questo intervallo di frequenze, che comprende quello di interesse della specifica, il decreto attuativo indica che per tutte le sorgenti non riconducibili agli elettrodotti si applica l'insieme completo delle restrizioni stabilite nella Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 luglio 1999, cioè i limiti di base e i livelli di riferimento proposti dall'ICNIRP. Tale decreto abroga i precedenti DPCM 23 aprile 1992 e DPCM 28 settembre 1995.



La scelta dei parametri da rilevare e delle modalità di esecuzione del monitoraggio nel presente PMA fa riferimento al DPCM 08.07.2003. Le limitazioni introdotte dal Decreto agiscono su due livelli: sono stabiliti i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per l'intensità massima del campo elettrico e dell'induzione magnetica alla quale la popolazione può essere esposta:

	Campo Elettrico (kV/m)	Induzione Magnetica ( $\mu$ T)
Limite di esposizione	5	100
Valore di attenzione	-	10 (mediana dei valori nell'arco di 24 h)
Obiettivo di qualità	-	3 (mediana dei valori nell'arco di 24 h)

**Tabella 3.1**

per quanto riguarda le distanze da rispettare "l'APAT, sentite le ARPA, definirà la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio".

- DPCM dell' 8 luglio 2003 – "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz".

Il Decreto, come previsto dalla Legge 36 del 22/02/2001 e recependo le indicazioni della raccomandazione del Consiglio Europeo, fissa i limiti di esposizione e i valori di attenzione (Tabella 3.2 e Tabella 3.3) per la prevenzione degli effetti a breve termine e dei possibili effetti a lungo termine nella popolazione dovuti alla esposizione ai campi elettromagnetici generati da sorgenti fisse con frequenza compresa tra 100 kHz e 300 GHz. Il presente decreto fissa inoltre gli obiettivi di qualità (Tabella 3.4), ai fini della progressiva minimizzazione della esposizione ai campi medesimi e l'individuazione delle tecniche di misurazione dei livelli di esposizione.



Banda di frequenza	Intensità di campo elettrico E [V/m]	Intensità di campo magnetico H [A/m]	Densità di potenza [W/m <sup>2</sup> ]
$0.1 < f \leq 3$ MHz	60	0.2	-
$3 < f \leq 3000$ MHz	20	0.05	1
$3 < f \leq 300$ GHz	40	0.01	4

Tabella 3.2 - Limiti di esposizione da DPCM 8 luglio 2003

Banda di frequenza	Intensità di campo elettrico E [V/m]	Intensità di campo magnetico H [A/m]	Densità di potenza [W/m <sup>2</sup> ]
$0.1$ MHz < $f \leq 300$ GHz	6	0.016	0.10 (3 MHz - 300 GHz)

Tabella 3.3 – Valori di attenzione da DPCM 8 luglio 2003

Banda di frequenza	Intensità di campo elettrico E [V/m]	Intensità di campo magnetico H [A/m]	Densità di potenza [W/m <sup>2</sup> ]
$0.1$ MHz < $f \leq 300$ GHz	6	0.016	0.10 (3 MHz - 300 GHz)

Tabella 3.4 – Obiettivi di qualità da DPCM 8 luglio 2003

Gli obiettivi di qualità, valutati come media su un'area equivalente alla sezione verticale del corpo umano all'aperto e su qualsiasi intervallo di sei minuti, sono indicativi per aree intensamente frequentate, intese come superfici edificate ovvero attrezzate permanentemente per il soddisfacimento di bisogni sociali, sanitari e ricreativi.

Viene inoltre indicata una procedura di normalizzazione nel caso di calcolo di esposizioni multiple generate da più impianti.

Il Decreto infine indica come tecniche di misurazione da adottare quelle indicate dalla norma CEI 211-7 "Guida del Comitato Elettrotecnico Italiano per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 KHz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana" e successivi aggiornamenti.

- D. 29.05.2008 (GU 05.07.2008 n. 156 del - Suppl. Ordinario n. 160) - Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare: "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti."

Definisce la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto, sentite le varie Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), e dietro approvazione del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio. La metodologia di calcolo proposta ha lo scopo di



fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate, esistenti e in progetto.

Tale metodologia non si applica invece: alle linee a frequenza diversa da quella di rete (50 Hz), alle linee definite di classe zero o di prima classe secondo il D. Min. 449/1988, alle linee in MT in cavo cordato ad elica, sia interrate che aeree. In tutti questi casi appena elencati le fasce di rispetto hanno ampiezza ridotta, inferiori alle distanze previste dai DD. Min. 449/1988 e 16.1.1991.

- “D. 29.05.2008 (GU 02.07.2008 n. 153) - Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare: “Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica.”

Questo documento definisce la procedura di misura e valutazione dell'induzione magnetica generata da elettrodotti nel rispetto dei principi della Legge Quadro n. 36/2001 e del D.P.C.M. 8 luglio 2003.

Le procedure individuate rivestono carattere di ampia generalità e risultano applicabili anche a casi particolari. Il presente documento si riferisce a valutazioni dell'induzione magnetica basate su misure e non su simulazioni modellistiche. A tale scopo dovranno essere definiti criteri di standardizzazione e validazione adeguati. Si intende, inoltre, uniformare le modalità di fornitura dei dati necessari alla valutazione dell'esposizione da parte degli esercenti degli elettrodotti alle autorità competenti per il controllo. Le procedure sono state proposte al Ministero dell'Ambiente dal sistema agenziale APAT-ARPA/APPA, come previsto dall'articolo 5, comma 2 del D.P.C.M. 8 luglio 2003.

La presente procedura, ai sensi dell'art. 5, comma 2, ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione e la valutazione del valore di induzione magnetica utile ai fini della verifica del non superamento del valore di attenzione e dell'obiettivo di qualità.

La presente procedura si applica a tutti gli elettrodotti come definiti dalla legge 22 febbraio 2001, n. 36 (art. 3, lett.e).”



#### 4. METODOLOGIA DI MONITORAGGIO

Tutte le misure dovranno essere eseguite nel rispetto di quanto indicato dalla normativa vigente.

##### *Criteria di individuazione dei punti di monitoraggio*

I punti di monitoraggio sono stati individuati all'interno di una fascia di studio tra i 13 m e i 70 m per lato dalla sorgente emissiva di campo magnetico.

Sono state identificate e considerate le sorgenti potenzialmente impattanti da uno o più componenti del sistema di alimentazione elettrica della linea A.V./A.C., ossia:

- Linea di Contatto A.V./A.C. (25 kV);
- Linea Primaria in progetto (132 kV);
- Sottostazioni Elettriche (SSE), Posti di Parallelo Doppio (PPD) in progetto.

Sono state considerate, inoltre, con particolare attenzione tutte le zone di intersezione o vicinanza del sistema di alimentazione elettrica della linea A.V./A.C. con sorgenti significative di campo elettromagnetico, quali:

- altre linee elettriche (per esempio linee Alta Tensione a 380 kV);
- strutture industriali che utilizzano macchinari in grado di produrre disturbo elettromagnetico;
- stazioni elettriche;
- centrali di trasformazione, ecc..

Si è posta particolare attenzione ai recettori per i quali il contributo derivante dalle nuove sorgenti (linea Alta Velocità) potrebbe portare al superamento di livelli di induzione magnetica corrispondenti all'obiettivo di qualità indicato dalla normativa nazionale. Per questi recettori la fascia di studio indagata si è estesa a 50 m di distanza dall'asse della nuova linea primaria a 132 kV.

I punti di monitoraggio relativi sia alla fase Ante Operam sia alla fase di Post Operam sono stati collocati con riferimento ai recettori abitati (attuali o futuri) ovvero presso luoghi in cui si possa ragionevolmente attendere che individui della popolazione trascorrono una parte significativa della giornata (ambienti abitativi) o limitata a poche ore al giorno (almeno quattro ore al giorno), selezionati sulla base di criteri di prossimità al sistema di alimentazione, rappresentatività, maggiore densità di popolazione.



Nel caso in cui si siano riscontrati recettori ricadenti nei criteri assunti per la scelta dei punti di monitoraggio posti reciprocamente a brevissima distanza, si è individuato quale punto di monitoraggio, il recettore potenzialmente soggetto ai livelli di campo più gravosi.

***Metodica CE-1: Misure del campo elettrico e di induzione magnetica presso recettori in ambiente esterno***

La misura in ambiente esterno sarà condotta nelle pertinenze dell'edificio, così come definite dalla documentazione catastale, ove è prevedibile una più prolungata permanenza degli individui della popolazione (almeno quattro ore al giorno su media annuale) e dove, in relazione alla localizzazione e geometria dei conduttori (esistenti e del sistema di alimentazione elettrica della linea AV/AC), sono attesi i livelli di campo elettrico e di induzione magnetica più elevati.

Nell'individuazione delle postazioni di misura esterne si avrà cura di mantenersi ad adeguata distanza da elementi conduttivi (ringhiere/cancellate metalliche, pali metallici, muri, ecc.) per non influenzare la bontà e significatività della misura.

Le misure di campo elettrico nella postazione individuata saranno effettuate ad una altezza da terra di 1.5 m. Durante la misura l'operatore si manterrà ad almeno 2.5 m di distanza dalla sonda di rilevamento ed opererà mediante controllo remoto. La durata delle misure del campo elettrico sia per la fase di Ante Operam che di Post Operam sarà spot (2 min).

Le misure di induzione magnetica nelle postazioni individuate, saranno effettuate in modo da valutare il campo magnetico all'interno del volume che potrebbe essere occupato dalla testa o dal busto di una persona, vale a dire ad una altezza dal piano di calpestio di 1.5 m. Le misure devono comprendere le tre componenti ortogonali del vettore induzione magnetica.

La durata delle misure previste per l'induzione magnetica sarà di durata pari a 24h al fine di valutare la variazione del campo nell'arco dell'intera giornata.

***Metodologie di rilevamento e campionamento***

Le misure di campo saranno eseguite:

- in assenza di precipitazioni atmosferiche;



- in condizioni climatiche (temperatura e umidità) compatibili con il corretto funzionamento degli strumenti di misura; a tal proposito sarà fornita una dichiarazione di conformità di esecuzione delle misure con le condizioni atmosferiche per il corretto funzionamento della strumentazione;

Ulteriori fattori di tipo stagionale e giornaliero sono legati alla richiesta di energia elettrica, che può risultare minore, per il minor numero di treni circolanti, nei giorni festivi e prefestivi e nei periodi delle ferie estive e natalizie. Saranno pertanto evitati tali periodi per le misure.

Per il resto dell'anno la movimentazione dei treni avviene con frequenza media oraria relativamente costante, soprattutto nel caso dei convogli a media e lunga percorrenza. Nelle ore di punta si verifica un incremento nel flusso di traffico a seguito della circolazione di un maggior numero di treni a breve percorrenza (pendolari).

#### *Localizzazione dei punti di misura*

I punti di monitoraggio sono stati individuati all'interno di una fascia di studio di circa 70 metri dalla sorgente emissiva di campo elettrico e magnetico tenendo in considerazione i risultati delle simulazioni riportate nel SIA, secondo del tipo di sostegno.

I punti di monitoraggio si riferiscono a recettori abitati e a zone di campo dove verranno effettuate le misure per le sezioni, al fine di comparare i risultati con i calcoli teorici effettuati. L'elenco dei punti individuati è riportato nella tabella successiva.

Tali punti saranno confermati a seguito di un sopralluogo congiunto con gli Enti di Controllo.

Codifica punto	Fase	Pk	Codice Ricettore	Comune	Sorgente AV	Altre sorgenti a frequenza 50 Hz	Tipo Misura
AV-TG-CE-1-01	PO	32+278	L32-N-05	Treviglio	Linea Contatto	assenza sorgenti f=50Hz	E: 2min B:24h
AV-TG-CE-1-02	PO	35+702	L035-S-01	Treviglio	Linea Contatto	assenza sorgenti f=50Hz	E: 2min B:24h
AV-CV-CE-1-03	PO	41+134	L041-N-02	Caravaggio	Linea Primaria RFI 132kV	assenza sorgenti f=50Hz	E: 2min B:24h
AV-FG-CE-1-04	PO	42+956	L042-S-12	Fornovo S.Giovanni	Linea Contatto	assenza sorgenti f=50Hz	E: 2min B:24h
AV-AN-CE-1-05	PO	49+161	L049-S-03	Antegnate	Linea Contatto	assenza sorgenti f=50Hz	E: 2min B:24h
AV-CI-CE-1-06	AO-PO	54+130	L054-S-02	Calcio	Linea Contatto	Elettrodotto M.T. a + di 60 m Nord	E: 2min B:24h
AV-CH-CE-1-07	AO-PO	60+883	LS60-S-11	Chiari	Linea Contatto	Elettrodotto 380 kV a circa 100 m a sud ovest dal recettore	E: 2min B:24h
AV-CH-CE-1-08	PO	61+900	L61-S-06-07	Chiari	Linea Contatto	assenza sorgenti f=50Hz	E: 2min B:24h
AV-CH-CE-1-09	PO	62+700	L62-S-01	Chiari	Linea Contatto	assenza sorgenti f=50Hz	E: 2min B:24h

GENERAL CONTRACTOR

**Cepav due**

Consorzio ENI per l'Alta Velocità



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
IN51Lotto  
11Codifica Documento  
EE2SPMB0004001Rev.  
CFoglio  
15 di 21

Codifica punto	Fase	Pk	Codice Ricettore	Comune	Sorgente AV	Altre sorgenti a frequenza 50 Hz	Tipo Misura
AV-CH-CE-1-10	AO-PO	nd	01-R-01	Chiari	Linea Primaria RFI 132kV	assenza sorgenti f=50Hz	E: 2min B:24h
AV-CH-CE-1-11	PO	nd	01-R-03	Chiari	Linea Primaria RFI 132kV	assenza sorgenti f=50Hz	E: 2min B:24h
AV-CH-CE-1-12	PO	nd	01-R-05	Chiari	Linea Primaria RFI 132kV	assenza sorgenti f=50Hz	E: 2min B:24h
AV-CH-CE-1-13	PO	nd	01-R-07	Chiari	Linea Primaria RFI 132kV	elettrodotta	E: 2min B:24h
AV-TG-CE-1-14	PO	nd	01-R-09	Chiari	Linea Primaria RFI 132kV	assenza sorgenti f=50Hz	E: 2min B:24h
AV-CH-CE-1-15	AO-PO	59+189	01-R-10	Chiari	Linea Primaria RFI 132kV	elettrodotta	E: 2min B:24h
AV-CH-CE-1-16	PO	59+408	L59-S-02	Chiari	Linea Primaria RFI 132kV	elettrodotta	E: 2min B:24h
AV-CH-CE-1-17	AO-PO	59+876	L59-S-08	Chiari	Linea Primaria RFI 132kV	elettrodotta 132 kV RFI	E: 2min B:24h
AV-CH-CE-1-18	AO-PO	59+881	01-R-14	Chiari	Linea Primaria RFI 132kV	elettrodotta 132 kV RFI	E: 2min B:24h
AV-CH-CE-1-19	AO-PO	61+484	L61-S-02-03	Chiari	Linea Primaria RFI 132kV	elettrodotta 380 kV	E: 2min B:24h
AV-CH-CE-1-20	PO	61+739	L61-S-05	Chiari	Linea Primaria RFI 132kV	assenza sorgenti f=50Hz	E: 2min B:24h
AV-CS-CE-1-21	AO-PO	64+224	L64-S-01	Castrezzato	Linea Contatto	elettrodotta AT 380 kV	E: 2min B:24h
AV-CS-CE-1-22	AO-PO	64+800	L64-S-10	Castrezzato	Linea Contatto	Incrocio elettrodotta A.T. 380 kV con linea di contatto	E: 2min B:24h
AV-CS-CE-1-23	AO-PO	65+071	L64-S-20	Castrezzato	Linea Contatto	Incrocio elettrodotta A.T. 380 kV con linea di contatto	E: 2min B:24h
AV-RO-CE-1-24	AO-PO	66+241	L66-S-01	Rovato	Linea Contatto	assenza sorgenti f=50Hz	E: 2min B:24h
AV-OS-CE-1-25	AO-PO	nd	02-R-05	Ospitaletto	Linea Primaria RFI 132kV	elettrodotta Enel 132 kV DT a sud, linea elettrica BT (cavo aereo)	E: 2min B:24h
AV-OS-CE-1-26	AO-PO	nd	02-R-04	Ospitaletto	Linea Primaria RFI 132kV	elettrodotta Enel 132 kV DT	E: 2min B:24h
AV-TA-CE-1-27	AO-PO	nd	02-R-02	Travagliato	Linea Primaria RFI 132kV	assenza sorgenti f=50Hz	E: 2min B:24h
AV-TA-CE-1-28	AO-PO	nd	02-R-01	Travagliato	Linea Primaria RFI 132kV	elettrodotta 132 kV Enel	E: 2min B:24h
AV-CN-CE-1-29*	AO-PO	IC 8+815	B08-S-04	Castegnato	SSE (AC) Ospitaletto	assenza sorgenti f=50Hz	E: 2min B:24h
AV-CN-CE-1-30	PO	IC 2+180	B08-S-04	Rovato	Linea di contatto	assenza sorgenti f=50Hz	E: 2min B:24h

\* In fase Post Operam, per la valutazione del valore di induzione magnetica, oltre alla misura standard di 24h a 1.5m dal piano di calpestio, verranno eseguite misure a quote differenti della durata di 1h



### ***Informazioni e dati sui punti di misurazione***

I dati e le informazioni occorrenti per localizzare il punto di misurazione, caratterizzare l'area ad esso circostante e riportare i valori delle grandezze fisiche ottenute sono quelli di seguito riportati:

- dati localizzativi (toponimo, Comune e codice ISTAT);
- dati del ricettore, con particolare riferimento alla sua tipologia: gruppi di edifici, edifici isolati, spazi liberi;
- principali sorgenti lineari e puntuali presenti nell'intorno del punto di misurazione;
- altezza del punto sul piano campagna, distanza dalle sorgenti lineari (linea di contatto o elettrodotti), distanze dalle sorgenti puntuali (SSE);
- dati sulle misurazioni (date e orari di inizio e fine dei rilevamenti, valori misurati delle grandezze fisiche oggetto d'indagine);
- stralcio planimetrico di progetto per l'esatta ubicazione del punto di misurazione;
- documentazione fotografica da terra del punto;
- eventuali annotazioni d'interesse sulle indagini e sul territorio.

I dati e le informazioni ottenute nel corso dei rilevamenti in campo saranno raccolti e organizzati in schede di riepilogo, una per ciascun punto di misurazione.

In allegato 1 è riportato il format utilizzato per le rilevazioni di campo.

### ***Strumentazione per le indagini in campo***

Per quanto riguarda la strumentazione da utilizzare nel corso dei rilevamenti, essa sarà costituita:

- Misuratore di campo elettromagnetico(5 Hz - 4 GHz)
- Sonda per la misurazione del campo magnetico a 50Hz;
- Sonda per la misurazione del campo elettrico a 50 Hz;
- Cavo in fibra ottica per il collegamento tra sonda e misuratore;
- Tripode in materiale isolante.



E' inoltre previsto l'impiego di appropriati software di elaborazione dati e di archiviazione/gestione delle informazioni che saranno inserite nel sistema informativo di progetto.

Il range di misura minimo (portata) per i campi magnetici dovrà essere tra 1nT e 10 mT.

Per i campi elettrici il range di misura minimo si estende tra  $0,01 \text{ Vm}^{-1}$  e  $100 \text{ kVm}^{-1}$ .

L'accuratezza della misura dovrà essere almeno pari a  $\pm 0.5 \text{ dB}$  sia per il campo elettrico (a 50 Hz e 1KV/m) che per il campo magnetico (a 50 Hz e 0.1 mT).

La strumentazione dovrà essere conforme a quanto previsto dalle Norme Tecniche CEI 211-6, CEI 211-7, al Decreto Ministeriale n.381 del 10/09/98 e al DPCM del 8/07/2003.

Verrà utilizzato un misuratore **Microrad - modello NHT- 310** con sonde per la misura del campo elettrico e magnetico.



## 5. ARTICOLAZIONE TEMPORALE

### *Attività di monitoraggio Ante-Operam*

In fase ante-opera si procederà alla misura delle seguenti grandezze, ritenute le più significative per gli scopi del monitoraggio:

- valore efficace del campo elettrico, ovvero della sua componente verticale ed orizzontale nel caso di impiego di sonda anisotropa;
- valore efficace del campo magnetico, ovvero delle componenti verticali ed orizzontali nel caso di impiego di sonda anisotropa;

Le attività di monitoraggio Ante-Opera sono riepilogate nella tabella seguente:

Ante-Operam			
Matrice/Parametro/Attività	Grandezze da misurare	Durata misure	Cadenza
Campo elettrico	Punti di misura con metodica 1	2 min. (Campo elettrico)	2 misure distanziate di almeno 6 mesi
Induzione magnetica	Punti di misura con metodica 1	24 h (Induzione magnetica)	2 misure distanziate di almeno 6 mesi

*Note:* le 2 misure distanziate di almeno 6 mesi possibilmente dovranno essere svolte una nel periodo invernale e una nel periodo estivo quando i conduttori delle linee sono soggette a dilatazioni termiche tali da essere più prossime al suolo e prospicienti ai recettori individuati.

Si sottolinea che, poiché i rilievi andranno effettuati non prima della data che precede di 24 mesi l'entrata in esercizio dell'infrastruttura, le attività saranno necessariamente svolte durante la fase di costruzione dell'opera (sebbene si riferiscano alla condizione di "bianco" per i C.E.M.).

### *Attività di monitoraggio in Corso d'Opera*

Non sono previste attività di monitoraggio in corso d'opera in quanto i campi elettromagnetici di interesse sono solo quelli relativi alle sorgenti AV/AC (linea di contatto e Line Primarie 132 KV di nuova costruzione poste sotto tensione durante la fase di esercizio ferroviario) che risulteranno singole in affiancamento o interferenti con quelle preesistenti.

### *Attività di monitoraggio Post-Opera*

Le attività di monitoraggio post-opera sono riepilogate nella tabella seguente:



## Post-Operam

Matrice/Parametro/Attività	Grandezze da misurare	Durata misure	Cadenza
Campo Elettrico	Punti di misura con metodica 1	2 min. (Campo elettrico)	2 misure distanziate di almeno 6 mesi
Induzione magnetica	Punti di misura con metodica 1	24 h (Induzione magnetica)	2 misure distanziate di almeno 6 mesi

**Note:** le 2 misure distanziate di almeno 6 mesi possibilmente dovranno essere svolte una nel periodo invernale e una nel periodo estivo quando i conduttori delle linee sono soggette a dilatazioni termiche tali da essere più prossime al suolo e prospicienti ai recettori individuati.

Per questa fase di monitoraggio, si dovrà tener conto del fatto che il traffico ferroviario sarà inizialmente ridotto. Le misure pertanto andranno effettuate quando il sistema sarà a regime. Alternativamente, si terrà conto nelle valutazioni di dettaglio della ridotta presenza di convogli.



## 6. DOCUMENTAZIONE E SISTEMA INFORMATIVO

Tutti i dati relativi al monitoraggio dei campi elettromagnetici saranno organizzati in modo tale che risultino di immediata e agevole lettura anche all'interno del sistema informativo di monitoraggio ambientale. In tale ambito saranno anche inserite, nelle schede del ricettore, le riprese fotografiche effettuate durante la realizzazione delle misurazioni, le quali consentiranno una più immediata individuazione e localizzazione delle postazioni di rilevamento.

Quindi, nel corso del monitoraggio saranno rese disponibili le seguenti informazioni:

- Schede di misura attività di campo;
- Relazioni di fase AO;
- Relazioni di fase PO;
- *Web-gis*;
- Report anomalia: segnalazione, gestione e risoluzione.

Nell'ottica di una integrazione tra il PMA delle infrastrutture stradale BreBeMi e ferroviaria AV/AC si prevede di utilizzare la stessa piattaforma di interfaccia basata sulla tecnologia WEB e GIS per la pubblicazione in rete dei dati rilevati dalla BreBeMi in quanto le due infrastrutture per la maggior parte del territorio attraversato viaggiano in continuo affiancamento ameno della zona interessata dal tracciato del' IC di BSW.

Il sistema prevede una zona di Gestione ed una di Consultazione; la prima è l'area nella quale verranno inseriti le informazioni reperite dalle campagne effettuate che verranno analizzati e validati dall'Ente preposto (ARPA).

L'area di consultazione è pubblica e permette di visualizzare su una cartografia territoriale e/o foto aree la localizzazione dei punti nel territorio; sarà possibile inoltre consultare i report conclusivi delle singole campagne, per le singole componenti, una volta validati ed approvati dall'Osservatorio Ambientale. Le valutazioni sui risultati confluiscono, insieme alle informazioni acquisite, oltre che nel sistema informativo anche nelle pubblicazioni periodiche (report di fine campagna e relazioni).

GENERAL CONTRACTOR

**Cepav due**

Consorzio ENI per l'Alta Velocità



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
IN51

Lotto  
11

Codifica Documento  
EE2SPMB0004001

Rev.  
C

Foglio  
21 di 21

***ALLEGATO 1***

***FORMAT SCHEDA MISURA CAMPI ELETTROMAGNETICI***

**COMPONENTE: CAMPI ELETTROMAGNETICI  
SCHEDA PUNTO AV-XX-CE-1-XX**

<b>CODIFICA:</b>	
<b>FASE:</b>	
<b>COORDINATE WGS84:</b>	
<b>INDIRIZZO:</b>	
<b>DATA ED ORARIO INIZIO MISURE:</b>	
<b>DATA ED ORARIO FINE MISURE:</b>	
<b>SORGENTE ATTUALMENTE PRESENTE A 50 Hz</b>	
<b>SORGENTE IN PROGETTO A 50 Hz (ATTUALMENTE NON PRESENTE)</b>	
<b>STRUMENTO UTILIZZATO</b>	
<b>SONDA UTILIZZATA CAMPO ELETTRICO</b>	
<b>SONDA UTILIZZATA CAMPO INDUZIONE MAGNETICA</b>	
Localizzazione planimetrica del punto di misura	



Vista posizione del punto di misura