

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:

Cepav due
Consorzio ENI per l'Alta Velocità



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

Report Conclusivo Monitoraggio Ambientale Campi elettromagnetici – Anno 2017 – PO - MB01

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio <i>(Ing. T. Taranta)</i> Data: _____	Valido per costruzione Data: _____

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

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

PROGETTAZIONE								IL PROGETTISTA
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	
A	Emissione	Ausilio	30/01/2018	Liani	30/01/2018	Liani	30/01/2018	 Data: 30/01/2018

CIG. 11726651C5

File: IN5112EE2PEMB0104002A.docx



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

CUP: J41C07000000001

GENERAL CONTRACTOR Cepav due Consortio ENI per l'Alta Velocità 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO				
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0104002	Rev. A	Foglio 2 di 17

INDICE

1	PREMESSA	3
2	QUADRO DI RIFERIMENTO TECNICO E NORMATIVO.....	5
3	CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO (LINEE ELETTRICHE A 50 HZ)	10
4	METODOLOGIA DI MONITORAGGIO	12
4.1	CRITERI DI INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO.....	12
4.2	METODICA MISURE DEL CAMPO ELETTRICO E DI INDUZIONE MAGNETICA PRESSO RECETTORI IN AMBIENTE ESTERNO	13
4.3	STRUMENTAZIONE PER LE INDAGINI IN CAMPO	14
5	ESECUZIONE DEI RILIEVI IN CAMPO E METODI DI ANALISI	16
6	CONCLUSIONI	17

ALLEGATO 1 - "SCHEDE REPORT MISURE"

- *CAMPAGNA MONITORAGGIO NOVEMBRE 2017*

ALLEGATO 2 - "CERTIFICATO TARATURA ANALIZZATORE"

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio ENI per l'Alta Velocità	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO				
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0104002	Rev. A	Foglio 3 di 17

1 PREMESSA

Il presente documento rappresenta il report di Monitoraggio Post Operam per la componente ambientale Campi Elettromagnetici – campagna invernale 2017 - relativo alla realizzazione della linea ferroviaria AV/AC Torino – Venezia, tratta Treviglio-Brescia della WBS MB01, nella provincia di Bergamo che inizia dal Km 28+629,41 e finisce al Km 55+260,86.

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 una 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.

Nell'ambito dei punti di monitoraggio individuati nel PMA il monitoraggio dei campi elettromagnetici viene eseguito in due fasi temporali:

- Indagine “ante-operam” durante la quale sono stati misurati i valori di campo elettromagnetico di fondo presente in quei ricettori individuati nel PMA a ridosso dei quali sono già presenti sorgenti emmissive a 50 Hz fra cui sottostazioni elettriche ENEL, linee Alta Tensione, etc;
- Indagine post-operam finalizzata alla verifica dei livelli di campo elettromagnetico che si determineranno sui ricettori individuati nel PMA che risulteranno esposti alle sorgenti emmissive correlate alla nuova linea Ferroviaria AV.

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

La fase ante operam è stata svolta nel mese di novembre 2014, ed ha mostrato livelli molto contenuti, con un valore massimo di CIM (B) 0,021 μ T ed E pari a 0,022 kV/m.

Per l'indagine post operam sono previste due campagne, una estiva e una invernale, svolta con la medesima modalità al fine di verificare le condizioni di campo sia nel periodo caldo che freddo.

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio ENI per l'Alta Velocità		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO			
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0104002	Rev. A	Foglio 4 di 17

- le sottostazioni elettriche di trasformazione 132/25 kV e 132/3 kV;
- nuovi tratti di elettrodotti 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.

La seguente relazione si pone l'obiettivo di esporre i risultati della campagna di monitoraggio Post Operam (campagna invernale 2017) del campo elettrico e magnetico presso i punti di misura individuati dal piano di monitoraggio nella provincia di Bergamo.

L'elenco dei punti individuati in provincia di Bergamo all'interno del piano di monitoraggio è riportato nella tabella seguente:

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:1h
AV-CV-CE-1-03	PO	41+134	L041-N-02	Caravaggio	Linea Primaria RFI 132kV	assenza sorgenti f=50Hz	E: 2min B:1h
AV-FG-CE-1-04	PO	42+956	L042-S-12	Fornovo S.Giovanni	Linea Contatto	assenza sorgenti f=50Hz	E: 2min B:1h
AV-AN-CE-1-05	PO	49+161	L049-S-03	Antegnate	Linea Contatto	assenza sorgenti f=50Hz	E: 2min B:1h
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

Tabella 1.1: Elenco dei punti di misura individuati nel piano di monitoraggio per la fase Post Operam.

Il ricettore AV-CI-CE-1-06, su richiesta di ARPA, è stato inserito anche all'interno delle valutazioni per la fase Ante Operam. Nel piano di monitoraggio non erano previsti rilievi ante operam.

Nell'Allegato 1 - *Schede Report Misure* vengono riportati i risultati delle campagne di misurazione del campo elettrico e del campo di induzione magnetica eseguita nella fase Post Operam sui ricettori individuati.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio ENI per l'Alta Velocità		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO			
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0104002	Rev. A	Foglio 5 di 17

2 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. 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 "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^2 per i lavoratori e di 4 mA/m^2 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.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio ENI per l'Alta Velocità	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO				
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0104002	Rev. A	Foglio 6 di 17

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";*

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio ENI per l'Alta Velocità	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO				
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0104002	Rev. A	Foglio 7 di 17

- *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-VI 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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio ENI per l'Alta Velocità		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO			
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0104002	Rev. A	Foglio 8 di 17

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 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 (□□)
Limite di esposizione	5	100
Valore di attenzione (da rispettare in caso di luoghi con permanenze superiori alle 4 ore)	5	10 (mediana dei valori nell'arco di 24 h)
Obiettivo di qualità	5	3 (mediana dei valori nell'arco di 24 h)

Tabella 2.1

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".

- *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.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio ENI per l'Alta Velocità		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO			
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0104002	Rev. A	Foglio 9 di 17

La norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche" fornisce l'inquadramento fisico-matematico per il calcolo dei campi elettrico e magnetico.

- *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).

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio ENI per l'Alta Velocità	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO				
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0104002	Rev. A	Foglio 10 di 17

3 CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO (LINEE ELETTRICHE A 50 HZ)

Il campo elettrico viene generato dalla differenza di potenziale o tensione cui si trovano i conduttori della linea rispetto a terra. La sua unità di misura è il V/m (Volt al metro). E' possibile che, se una linea è scarica, si misuri solo il suo campo elettrico e non il campo magnetico. Se invece anche il campo elettrico misurato sotto una linea è nullo, significa che è disattivata. Quando una linea è attiva, il valore del suo campo elettrico è pressoché costante in quanto la tensione di esercizio non è soggetta a variazioni sostanziali.

Il campo di induzione magnetica (d'ora in avanti abbreviato con CIM) viene generato dalla corrente che circola nei conduttori delle linee ed è quindi tanto più intenso quanto più elevato è il valore di tale corrente. Il vettore CIM viene ottenuto dal vettore campo magnetico moltiplicandolo per la permeabilità magnetica del mezzo (in questo caso l'aria). La sua unità di misura è il μT (micro-Tesla). Poiché la corrente è alternata a 50 Hz, anche il CIM è variabile nel tempo con una frequenza di 50 Hz (lo stesso vale per il campo elettrico). Gli strumenti di misura sono già concepiti per fornire il valore efficace del CIM.

Il CIM ed il campo elettrico, nel caso della corrente di rete con frequenza di 50 Hz, non sono tra di loro legati da relazioni semplici, come avviene ad esempio per le alte frequenze nella zona di campo lontano.

Il CIM risulta polarizzato ellitticamente in ogni punto dello spazio attorno ad una linea per cui, in un dato istante il vettore che descrive il CIM presenta generalmente tre componenti. Per la sua misura servono perciò degli strumenti isotropi cioè in grado di misurare separatamente le tre componenti e fornire la risultante. Gli strumenti impiegati per l'esecuzione delle misure sono di questo tipo.

La forma del CIM e del campo elettrico in una sezione verticale ortogonale all'asse della linea si presenta come in Figura 3.1:

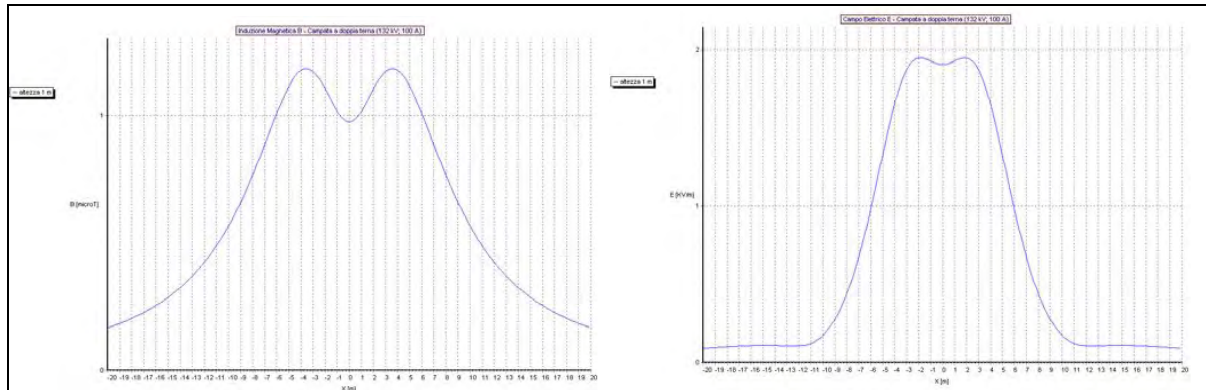


Figura 3.1: Andamento del campo di induzione magnetica e del campo elettrico in funzione della distanza dalla linea.

Bisogna infine aggiungere che, mentre il campo magnetico risulta difficilmente schermabile e quindi attraversa inalterato i tradizionali materiali da costruzione, il campo elettrico viene quasi completamente abbattuto dai muri delle costruzioni.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio ENI per l'Alta Velocità	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO				
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0104002	Rev. A	Foglio 12 di 17

4 METODOLOGIA DI MONITORAGGIO

Nella presente relazione tecnica vengono descritte le metodiche di esecuzione di due tipologie di misure per la rilevazione del campo elettrico e del campo magnetico. Tutte le misure sono state eseguite nel rispetto di quanto indicato dalla normativa vigente e soprattutto condotte:

- in assenza di precipitazioni atmosferiche;
- in condizioni climatiche (temperatura e umidità) compatibili con il corretto funzionamento degli strumenti di misura.

4.1 Criteri 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..

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio ENI per l'Alta Velocità	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO				
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0104002	Rev. A	Foglio 13 di 17

Si è posta particolare attenzione ai recettori per i quali il contributo derivante dalle nuove sorgenti (linea Alta Velocità) potrebbe portare al superamento dei livelli di induzione magnetica corrispondenti all'obiettivo di qualità indicato dalla normativa nazionale.

I punti di monitoraggio sono stati collocati con riferimento ai recettori abitati 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.

4.2 Metodica misure del campo elettrico e di induzione magnetica presso recettori in ambiente esterno

La misura in ambiente esterno è stata condotta nelle pertinenze dell'edificio 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.

Nella scelta delle postazioni di misura esterne si ha avuto cura di mantenersi, nel limite del possibile, ad un'adequata distanza da elementi conduttivi (ringhiere/cancellate metalliche, pali metallici, muri, ecc.) per non influenzare la validità e significatività della misura.

Le misure di campo elettrico nelle postazioni individuate sono state effettuate ad una altezza da terra di 1.5 m. Durante la misura l'operatore si è mantenuto ad almeno 2.5 m di distanza dalla sonda di rilevamento. La durata delle misure del campo elettrico per la fase Post Operam è stata a spot di circa 2 minuti.

Le misure di induzione magnetica nelle postazioni individuate, sono state 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. La durata delle misure per l'induzione magnetica è stata di 24h, condotta mediante centralina di monitoraggio in continuo, ed ha permesso di estrarre direttamente il dato di interesse: il valore del campo di induzione magnetica efficace mediano sulle 24 ore.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio ENI per l'Alta Velocità	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO				
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0104002	Rev. A	Foglio 14 di 17

4.3 Strumentazione per le indagini in campo

Le sonde di campo magnetico sono essenzialmente costituite da bobine di filo elettricamente schermato, sono usate in combinazione con un voltmetro che rileva la forza elettromotrice indotta dalla componente di campo ortogonale alla sonda. Per risalire al valore efficace di campo totale servono quindi tre misure lungo tre orientamenti ortogonali. I misuratori di campo magnetico triassiali impiegati forniscono direttamente il valore efficace del campo.

L'equivalenza e l'affidabilità delle misure del campo magnetico sono assicurate dalla taratura SIT od equivalente SIT (come richiesto dalla norma CEI 211-6). Per l'esecuzione delle misure è stato impiegato lo strumento descritto nel seguito.

Sono stati impiegati appropriati software di elaborazione dati e di archiviazione/gestione delle informazioni.

La strumentazione utilizzata è 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.

Caratteristiche della strumentazione utilizzata:

1. Analizzatore con sonde per la misura del campo elettrico e magnetico modello Microrad NHT 3D e NHT 310:
 - Misure del valore isotropico istantaneo del campo magnetico/elettrico con sonde intercambiabili;
 - Modalità di acquisizione puntuale e monitoraggio a lungo termine con capacità di memoria di oltre 20.000 misure;
 - Sonda per la misurazione del campo magnetico a 50Hz (10B);
 - Sonda per la misurazione del campo elettrico a 50 Hz (11E);
 - Cavo in fibra ottica per il collegamento tra sonda e misuratore;
 - Tripode in materiale isolante.

Nella normali condizioni di funzionamento gli strumenti NHT 3D e NHT 310 prevedono che, in presenza di campo elettrico sotto la sensibilità della sonda PROBE 11E (20V/m), la memorizzazione e validazione della misura avviene con un valore posto a 0.

Nella seconda campagna di PO si è provveduto ad abbassare il fondo scala della sonda del campo magnetico dello strumento NHT3D.



Figura 4.1: Misuratore NHT 3D



Figura 4.2: Misuratore Microrad NHT 310

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio ENI per l'Alta Velocità	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO				
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0104002	Rev. A	Foglio 16 di 17

5 ESECUZIONE DEI RILIEVI IN CAMPO E METODI DI ANALISI

Le misure di campo elettrico e di campo magnetico a 50 Hz sono state effettuate così come indicato dalle norme CEI 211-6 del 2001 “Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all’esposizione umana” e dal DM 29/05/08 “Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell’induzione magnetica”.

Si precisa che in riferimento alle sorgenti esterne di campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete, il fattore fisico di interesse all’interno degli edifici è il valore di campo di induzione magnetica (B) in quanto non viene schermato in maniera significativa dalla struttura dei fabbricati; il campo elettrico (E [V/m]), al contrario, risulta notevolmente attenuato dalla struttura degli edifici presentando, in ambienti interni, intensità anche due ordini di grandezza inferiori rispetto all’esterno.

Gli accertamenti strumentali sono stati effettuati con misure puntuali istantanee e con strumentazione in continuo. Per caratterizzare l’andamento del campo induzione magnetica nel tempo, si è collocato lo strumento di misura all’esterno dei ricettori individuati nel piano di monitoraggio, impostando un intervallo di acquisizione pari a 15 secondi. L’articolo 3 del DPCM 8 luglio 2003 e il DM 29/05/08 richiedono esplicitamente che vengano effettuate misure nell’arco delle 24 ore e che si confronti il livello di attenzione di 10 µT con il valore mediano di tali misure prolungate nel tempo. Tale procedura è richiesta in virtù del fatto che il campo di induzione magnetica, misurabile nel punto posto ad una distanza fissa dalla linea, è strettamente correlato alla variabilità del carico di corrente transitante sulla linea stessa nelle diverse ore del giorno. Considerare la mediana significa individuare il valore di campo di induzione magnetica che occupa la posizione centrale dell’insieme di valori acquisiti nelle 24 ore, vale a dire che una metà delle misure acquisite ha un valore superiore rispetto alla mediana, mentre l’altra metà ha un valore inferiore; rispetto alla media aritmetica, la mediana è un indice più resistente perché non cambia se un valore eccezionale è presente nella distribuzione.

I valori di campo magnetico registrati in continuo con lo strumento sono visualizzati in forma grafica mentre nelle tabelle sono stati evidenziati i valori: massimo, minimo, medio e mediana del campo di induzione magnetica e il valore minimo, massimo e medio del campo

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio ENI per l'Alta Velocità		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO			
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0104002	Rev. A	Foglio 17 di 17

elettrico. Per maggiori dettagli riguardo le singole misurazioni si rimanda all'Allegato 1 - *Schede Report Misure*.

6 CONCLUSIONI

In base alle misurazioni effettuate nella fase post operam sulle postazioni in esame, sia nella campagna invernale che in quella estiva, si evidenzia che:

- i valori del campo elettrico sono sempre risultati largamente inferiori al limite fissato in 5 kV/m;
- i valori di campo di induzione magnetica sono risultati sempre inferiori sia al livello di attenzione di 10 μ T di cui all'art. 3 del DPCM 8 luglio 2003, sia all'obiettivo di qualità di 3 μ T e in linea con la fase Ante Operam.

In molti casi si registrano, sia nella campagna estiva che in quella invernale, time histories di valori di campo elettrico (E) inferiori al fondo scala strumentale.

In considerazione del fatto che durante la campagna di monitoraggio estiva (giugno 2017) erano stati rilevati valori di CIM spesso inferiori al fondo scala strumentale, in occasione della campagna invernale sono state utilizzate solo sonde calibrate con una maggiore sensibilità sui valori minimi. Per tale ragione nella seconda campagna si registrano grafici di time history più variabili e con valori più ravvicinati allo "zero".

Ponendo a confronto i valori rilevati nella campagna svolta nella fase di Ante Operam (novembre 2014) e nelle campagne di Post Operam (giugno – novembre 2017), non si evidenzia una sostanziale modifica delle condizioni di campo elettrico e di induzione magnetica. Le distanze dei ricettori monitorati dalla linea di contatto ferroviaria e dagli elettrodotti sono tali da determinare un impatto trascurabile per la componente in esame.

ALLEGATO 1

SCHEDE REPORT MISURE

CAMPAGNA MONITORAGGIO NOVEMBRE 2017

GENERAL CONTRACTOR

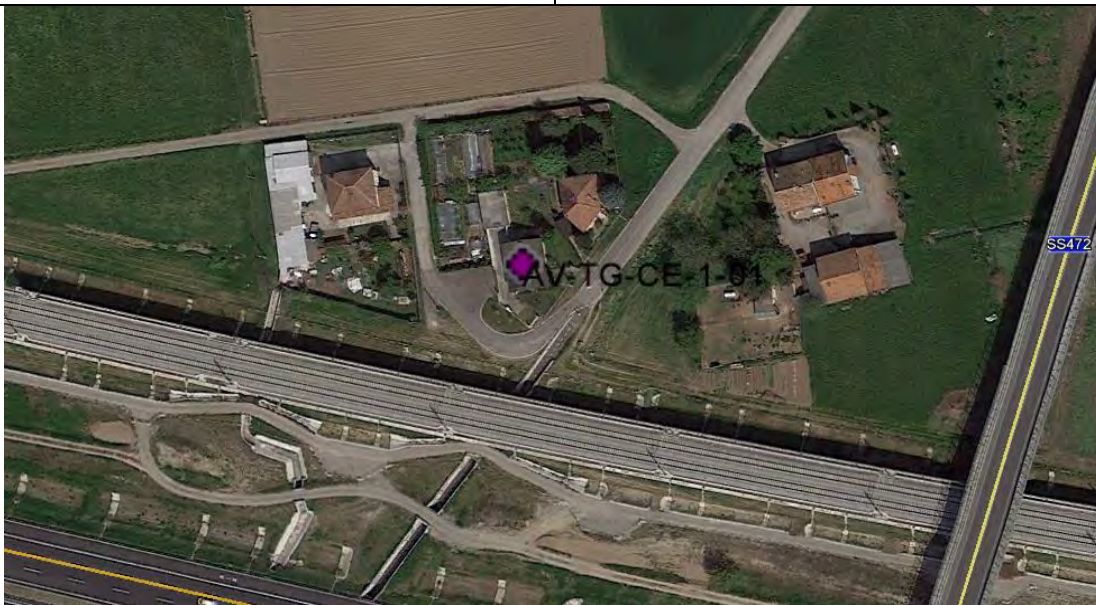


ALTA SORVEGLIANZA

ALLEGATO 1 – Schede Report Misure
Campagna Monitoraggio novembre 2017Progetto
IN51Lotto
12Codifica Documento
EE2PEMB0204002Rev.
AFoglio
2 di 17

**COMPONENTE: CAMPI ELETTROMAGNETICI
SCHEDA PUNTO AV-TG-CE-1-01**

CODIFICA	AV-TG-CE-1-01
FASE	Post Operam
COORDINATE WGS84:	X: 545151.60 m E Y: 5039250.04 m N
INDIRIZZO	Cascina Vallata, Treviglio (BG)
DATA ED ORARIO INIZIO MISURE	14/11/2017 ore 10:13
DATA ED ORARIO FINE MISURE:	15/11/2017 ore 10:13
SORGENTE ATTUALMENTE PRESENTE A 50 Hz	Linea Contatto
STRUMENTO UTILIZZATO	Analizzatore Microrad NHT 3D
SONDA UTILIZZATA CAMPO ELETTRICO	11E - s/n: A15-E070
SONDA UTILIZZATA CAMPO INDUZIONE MAGNETICA	10B - s/n: A13-B091



Localizzazione planimetrica del punto di misura

L'indagine di monitoraggio per la componente di campi elettromagnetici si è svolta nell'area esterna al fabbricato, con l'obiettivo di valutare il livello di radiazioni elettromagnetiche nella fase Post Operam.

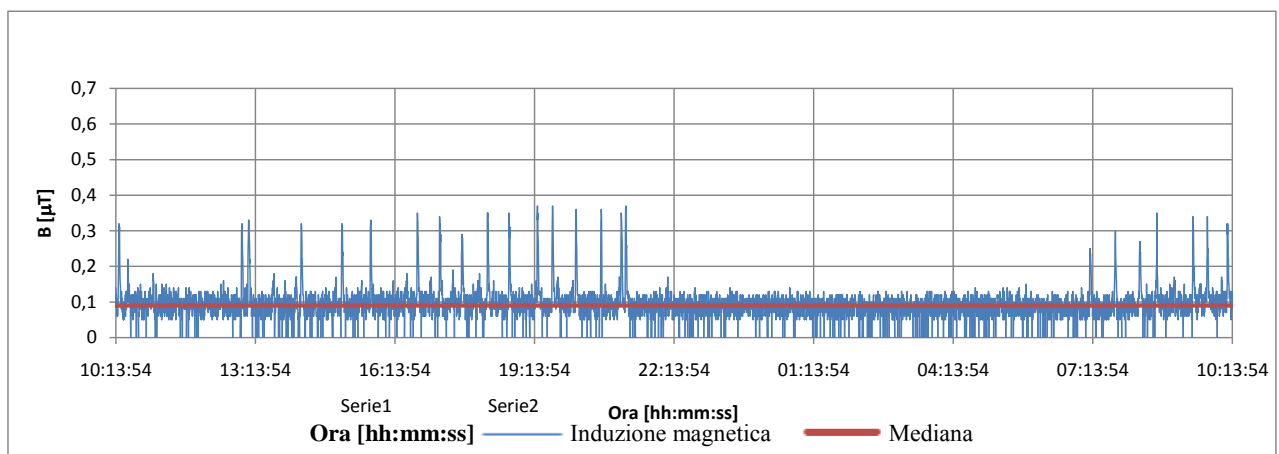
La durata dei rilievi è stata fissata in 2 minuti per il campo elettrico e 24 ore per il campo di induzione magnetica.



Ricettore monitorato (foto a sinistra) Vista posizione del punto di misura (foto a destra)

Nel grafico seguente si riporta l'andamento dell'induzione magnetica nell'arco delle 24 ore in cui sono stati eseguiti i rilievi:

Andamento Induzione Magnetica B [μ T]



Andamento del valore di induzione magnetica registrato a intervalli di 15 secondi - Misura dal 14/11/2017 al 15/11/2017.

GENERAL CONTRACTOR Cepav due Consorzio ENI per l'Alta Velocità 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
ALLEGATO 1 – Schede Report Misure Campagna Monitoraggio novembre 2017		Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0204002	Rev. A	Foglio 4 di 17

Nella tabella seguente si riportano i valori relativi al campo di induzione magnetica e al campo elettrico rilevati nella campagna invernale 2017.

Valori riscontrati Campagna invernale	Campo induzione magnetica [μ T]	Campo elettrico [kV/m]
Minimo	0,00	$\leq 0,02$
Massimo	0,37	$\leq 0,02$
Valore medio	0,09	$\leq 0,02$
Mediana nel tempo di misura	0,09	-
Valori di riferimento riscontrati nel periodo monitorato		

La sonda 11E - s/n: A15-E070 ha registrato un valore di campo elettrico al di sotto del livello minimo di misurazione dello strumento che è di 20V/m.


A scopo di confronto, nella seguente tabella si riportano i valori relativi al campo di induzione magnetica e al campo elettrico rilevati nella campagna estiva 2017.

Valori riscontrati Campagna estiva	Campo induzione magnetica [μ T]	Campo elettrico [kV/m]
Minimo	0,37	$\leq 0,02$
Massimo	0,67	$\leq 0,02$
Valore medio	0,61	$\leq 0,02$
Mediana nel tempo di misura	0,63	-
Valori di riferimento riscontrati nel periodo monitorato		

In base alle misurazioni effettuate nella postazione in esame **si evidenzia che non ci sono situazioni di criticità** sia nella campagna invernale che in quella estiva in quanto:

- i valori del campo elettrico sono sempre inferiori al limite di norma, fissato in 5kV/m;
- i valori di campo di induzione magnetica sono ben inferiori sia al livello di attenzione di 10 μ T di cui all'art. 3 del DPCM 8 luglio 2003, sia all'obiettivo qualità di 3 μ T.

GENERAL CONTRACTOR Cepav due Consorzio ENI per l'Alta Velocità	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
ALLEGATO 1 – Schede Report Misure Campagna Monitoraggio novembre 2017	Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0204002	Rev. A	Foglio 5 di 17

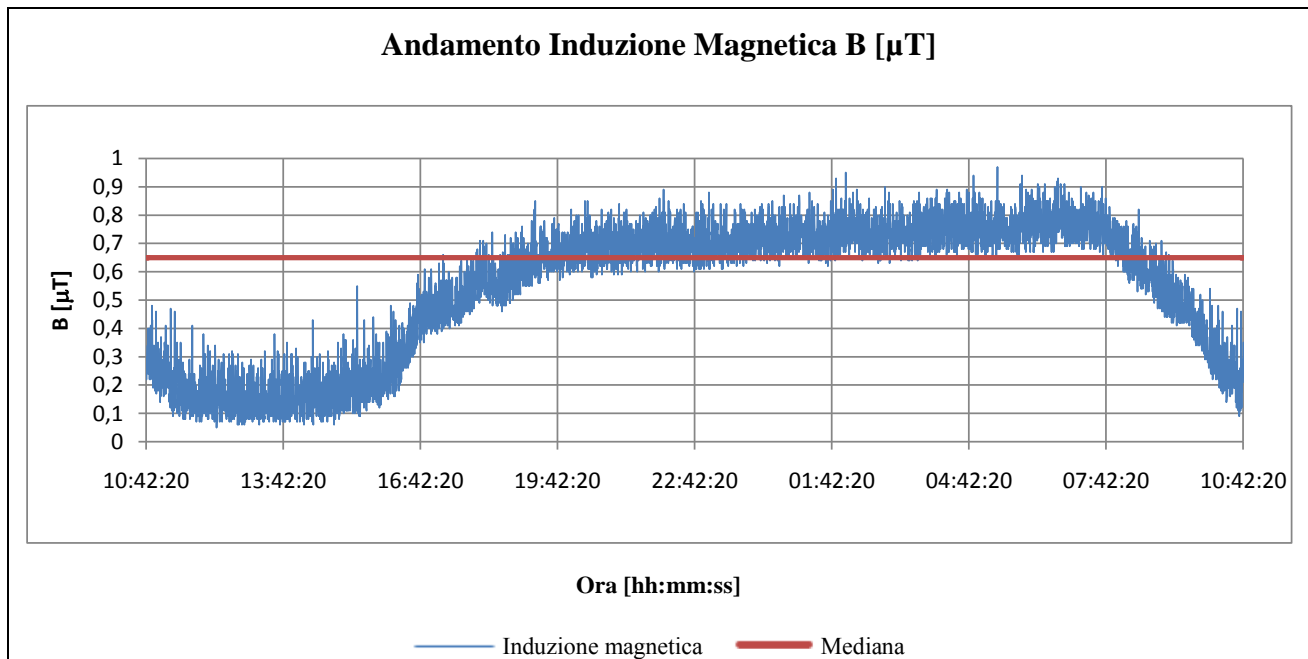
COMPONENTE: CAMPI ELETTROMAGNETICI SCHEDA PUNTO AV-CV-CE-1-03	
CODIFICA	AV-CV-CE-1-03
FASE	Post Operam
COORDINATE WGS84:	X: 553827.00 m E Y: 5039726.00 m N
INDIRIZZO	Cascina Dossi, Caravaggio (BG)
DATA ED ORARIO INIZIO MISURE	14/11/2017 ore 10:42
DATA ED ORARIO FINE MISURE:	15/11/2017 ore 10:42
SORGENTE ATTUALMENTE PRESENTE A 50 Hz	Linea primaria RFI 132 Kv
STRUMENTO UTILIZZATO	Analizzatore Microrad NHT 310
SONDA UTILIZZATA CAMPO ELETTRICO	11E - s/n A13-E052
SONDA UTILIZZATA CAMPO INDUZIONE MAGNETICA	10B - s/n A13-B076
	
Localizzazione planimetrica del punto di misura	

L'indagine di monitoraggio per la componente di campi elettromagnetici si è svolta nell'area esterna al fabbricato, con l'obiettivo di valutare il livello di radiazioni elettromagnetiche nella fase Post Operam.

La durata dei rilievi è stata fissata in 2 minuti per il campo elettrico e 24 ore per il campo di induzione magnetica.



Nel grafico seguente si riporta l'andamento dell'induzione magnetica nell'arco delle 24 ore in cui sono stati eseguiti i rilievi:



Andamento del valore di induzione magnetica registrato a intervalli di 15 secondi - Misura dal 14/11/2017 al 15/11/2017.

GENERAL CONTRACTOR Cepav due Consorzio ENI per l'Alta Velocità		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
ALLEGATO 1 – Schede Report Misure Campagna Monitoraggio novembre 2017		Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0204002	Rev. A	Foglio 7 di 17

Nella tabella seguente si riportano i valori relativi al campo di induzione magnetica e al campo elettrico rilevati durante la campagna invernale 2017.

Valori riscontrati Campagna invernale	Campo induzione magnetica [μT]	Campo elettrico [kV/m]
Minimo	0,05	$\leq 0,02$
Massimo	0,97	$\leq 0,02$
Valore medio	0,65	$\leq 0,02$
Mediana nel tempo di misura	0,66	-
Valori di riferimento riscontrati nel periodo monitorato		

La sonda 11E - s/n A13-E052 ha registrato un valore di campo elettrico al di sotto del livello minimo di misurazione dello strumento che è di 20V/m.


A scopo di confronto, nella seguente tabella si riportano i valori relativi al campo di induzione magnetica e al campo elettrico rilevati nella campagna estiva 2017.

Valori riscontrati Campagna estiva	Campo induzione magnetica [μT]	Campo elettrico [kV/m]
Minimo	0,00	$\leq 0,02$
Massimo	0,00	$\leq 0,02$
Valore medio	0,00	$\leq 0,02$
Mediana nel tempo di misura	0,00	-
Valori di riferimento riscontrati nel periodo monitorato		

In base alle misurazioni effettuate nella postazione in esame **si evidenzia che non ci sono situazioni di criticità** sia nella campagna invernale che in quella estiva in quanto:

- i valori del campo elettrico sono sempre inferiori al limite di norma, fissato in 5kV/m;
- i valori di campo di induzione magnetica sono ben inferiori sia al livello di attenzione di 10 μT di cui all'art. 3 del DPCM 8 luglio 2003, sia all'obiettivo qualità di 3 μT .

GENERAL CONTRACTOR Cepav due Consorzio ENI per l'Alta Velocità 	ALTA SORVEGLIANZA 				
ALLEGATO 1 – Schede Report Misure Campagna Monitoraggio novembre 2017	Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0204002	Rev. A	Foglio 8 di 17

COMPONENTE: CAMPI ELETTROMAGNETICI SCHEDA PUNTO AV-FG-CE-1-04	
CODIFICA	AV-FG-CE-1-04
FASE	Post Operam
COORDINATE WGS84:	X: 555466.94 m E Y: 5038701.87 m N
INDIRIZZO	Cascina Belvedere di Sopra, Fornovo S.G. (BG)
DATA ED ORARIO INIZIO MISURE	15/11/2017 ore 12:10
DATA ED ORARIO FINE MISURE:	16/11/2017 ore 12:10
SORGENTE ATTUALMENTE PRESENTE A 50 Hz	Linea Contatto
STRUMENTO UTILIZZATO	Analizzatore Microrad NHT 310
SONDA UTILIZZATA CAMPO ELETTRICO	11E - s/n A13-E052
SONDA UTILIZZATA CAMPO INDUZIONE MAGNETICA	10B - s/n A13-B076
	
Localizzazione planimetrica del punto di misura	

L'indagine di monitoraggio per la componente di campi elettromagnetici si è svolta nell'area esterna al fabbricato, con l'obiettivo di valutare il livello di radiazioni elettromagnetiche nella fase Post Operam.

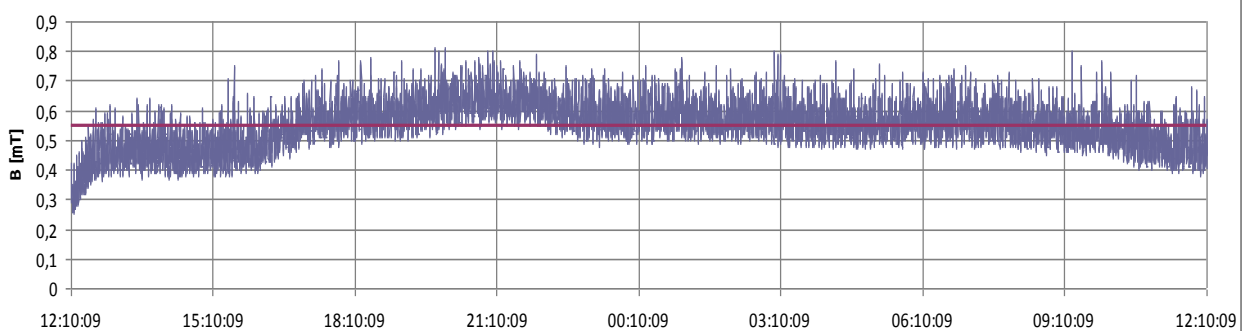
La durata dei rilievi è stata fissata in 2 minuti per il campo elettrico e 24 ore per il campo di induzione magnetica.



Ricettore monitorato (foto a sinistra) Vista posizione del punto di misura (foto a destra)

Nel grafico seguente si riporta l'andamento dell'induzione magnetica nell'arco delle 24 ore in cui sono stati eseguiti i rilievi:

Andamento Induzione Magnetica B [μT]



Ora [hh:mm:ss] — Induzione magnetica — Mediana

Serie1 Ora [hh:mm:ss]

Andamento del valore di induzione magnetica registrato a intervalli di 15 secondi - Misura dal 15/11/2017 al 16/11/2017.

Nella tabella seguente si riportano i valori relativi al campo di induzione magnetica e al campo elettrico misurati nella campagna invernale 2017.

GENERAL CONTRACTOR Cepav due Consorzio ENI per l'Alta Velocità 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
ALLEGATO 1 – Schede Report Misure Campagna Monitoraggio novembre 2017		Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0204002	Rev. A	Foglio 10 di 17

Valori riscontrati Campagna invernale	Campo induzione magnetica [μ T]	Campo elettrico [kV/m]
Minimo	0,23	$\leq 0,02$
Massimo	0,81	$\leq 0,02$
Valore medio	0,55	$\leq 0,02$
Mediana nel tempo di misura	0,55	-
Valori di riferimento riscontrati nel periodo monitorato		

La sonda 11E - s/n A13-E052 ha registrato un valore di campo elettrico al di sotto del livello minimo di misurazione dello strumento che è di 20V/m.


A scopo di confronto, nella seguente tabella si riportano i valori relativi al campo di induzione magnetica e al campo elettrico della campagna estiva 2017.

Valori riscontrati Campagna estiva	Campo induzione magnetica [μ T]	Campo elettrico [kV/m]
Minimo	0,00	$\leq 0,02$
Massimo	0,09	$\leq 0,02$
Valore medio	0,00	$\leq 0,02$
Mediana nel tempo di misura	0,00	-
Valori di riferimento riscontrati nel periodo monitorato		

In base alle misurazioni effettuate nella postazione in esame **si evidenzia che non ci sono situazioni di criticità** sia nella campagna invernale che in quella estiva in quanto:

- i valori del campo elettrico sono sempre inferiori al limite di norma, fissato in 5kV/m;
- i valori di campo di induzione magnetica sono ben inferiori sia al livello di attenzione di 10 μ T di cui all'art. 3 del DPCM 8 luglio 2003, sia all'obiettivo qualità di 3 μ T.

GENERAL CONTRACTOR Cepav due Consorzio ENI per l'Alta Velocità	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
ALLEGATO 1 – Schede Report Misure Campagna Monitoraggio novembre 2017	Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0204002	Rev. A	Foglio 11 di 17

COMPONENTE: CAMPI ELETTROMAGNETICI SCHEDA PUNTO AV-FG-CE-1-05	
CODIFICA	AV-FG-CE-1-05
FASE	Post Operam
COORDINATE WGS84:	X: 561303.00 m E Y: 5037690.00 m N
INDIRIZZO	SS 498 Il Fontanone, Antegnate (BG)
DATA ED ORARIO INIZIO MISURE	15/11/2017 ore 12:30
DATA ED ORARIO FINE MISURE:	16/11/2017 ore 12:30
SORGENTE ATTUALMENTE PRESENTE A 50 Hz	Linea Contatto
STRUMENTO UTILIZZATO	Analizzatore Microrad NHT 310
SONDA UTILIZZATA CAMPO ELETTRICO	11E - s/n: A13-E038
SONDA UTILIZZATA CAMPO INDUZIONE MAGNETICA	10B - s/n: A15-B198
	
Localizzazione planimetrica del punto di misura	

L'indagine di monitoraggio per la componente di campi elettromagnetici si è svolta nell'area esterna al fabbricato, con l'obiettivo di valutare il livello di radiazioni elettromagnetiche nella fase Post Operam.

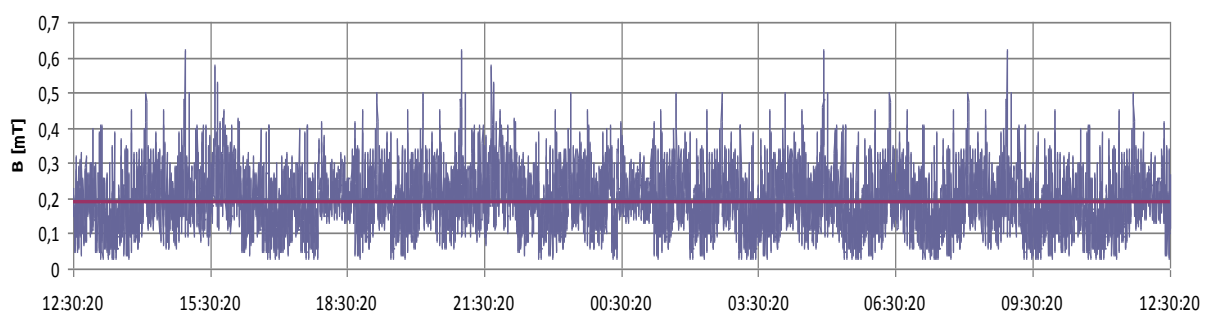
La durata dei rilievi è stata fissata in 2 minuti per il campo elettrico e 24 ore per il campo di induzione magnetica.



Ricettore monitorato (foto a sinistra) Vista posizione del punto di misura (foto a destra)

Nel grafico seguente si riporta l'andamento dell'induzione magnetica nell'arco delle 24 ore in cui sono stati eseguiti i rilievi:

Andamento Induzione Magnetica B_{L-T1}



Ora [hh:mm:ss] — Induzione magnetica — Mediana

Serie1

Serie2

Andamento del valore di induzione magnetica registrato a intervalli di 15 secondi - Misura dal 15/11/2017 al 16/11/2017.

GENERAL CONTRACTOR Cepav due Consorzio ENI per l'Alta Velocità 		ALTA SORVEGLIANZA 				
ALLEGATO 1 – Schede Report Misure Campagna Monitoraggio novembre 2017		Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0204002	Rev. A	Foglio 13 di 17

Nella tabella seguente si riportano i valori relativi al campo di induzione magnetica e al campo elettrico rilevati nella campagna invernale 2017.

Valori riscontrati Campagna invernale	Campo induzione magnetica [μ T]	Campo elettrico [kV/m]
Minimo	0,03	$\leq 0,02$
Massimo	0,62	$\leq 0,02$
Valore medio	0,19	$\leq 0,02$
Mediana nel tempo di misura	0,19	-
Valori di riferimento riscontrati nel periodo monitorato		

La sonda 11E - s/n: A13-E038 ha registrato un valore di campo elettrico al di sotto della soglia di misurazione strumentale.


A scopo di confronto, nella seguente tabella si riportano i valori relativi al campo di induzione magnetica e al campo elettrico della campagna estiva 2017.

Valori riscontrati Campagna estiva	Campo induzione magnetica [μ T]	Campo elettrico [kV/m]
Minimo	0,00	$\leq 0,02$
Massimo	0,54	$\leq 0,02$
Valore medio	0,07	$\leq 0,02$
Mediana nel tempo di misura	0,04	-
Valori di riferimento riscontrati nel periodo monitorato		

In base alle misurazioni effettuate nella postazione in esame **si evidenzia che non ci sono situazioni di criticità** sia nella campagna invernale che in quella estiva in quanto:

- i valori del campo elettrico sono sempre inferiori al limite di norma, fissato in 5kV/m;
- i valori di campo di induzione magnetica sono ben inferiori sia al livello di attenzione di 10 μ T di cui all'art. 3 del DPCM 8 luglio 2003, sia all'obiettivo qualità di 3 μ T.

GENERAL CONTRACTOR Cepav due Consorzio ENI per l'Alta Velocità		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
ALLEGATO 1 – Schede Report Misure Campagna Monitoraggio novembre 2017		Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0204002	Rev. A	Foglio 14 di 17

COMPONENTE: CAMPI ELETTROMAGNETICI SCHEDA PUNTO AV-CI-CE-1-06	
CODIFICA	AV-CI-CE-1-06
FASE	Post Operam
COORDINATE WGS84:	X: 566269.32 m E Y: 5038267.73 m N
INDIRIZZO	Via Filatoio (Cascina Ribolla), Calcio (BG)
DATA ED ORARIO INIZIO MISURE	15/11/2017 ore 12:53
DATA ED ORARIO FINE MISURE:	16/11/2017 ore 12:53
SORGENTE ATTUALMENTE PRESENTE A 50 Hz	Elettrodotto M.T, Linea di Contatto
STRUMENTO UTILIZZATO	Analizzatore Microrad NHT 3D
SONDA UTILIZZATA CAMPO ELETTRICO	11E - s/n: A15-E070
SONDA UTILIZZATA CAMPO INDUZIONE MAGNETICA	10B - s/n: A13-B091
	
Localizzazione planimetrica del punto di misura	

L'indagine di monitoraggio per la componente di campi elettromagnetici si è svolta nell'area esterna al fabbricato, con l'obiettivo di valutare il livello di radiazioni elettromagnetiche nella fase Post Operam.

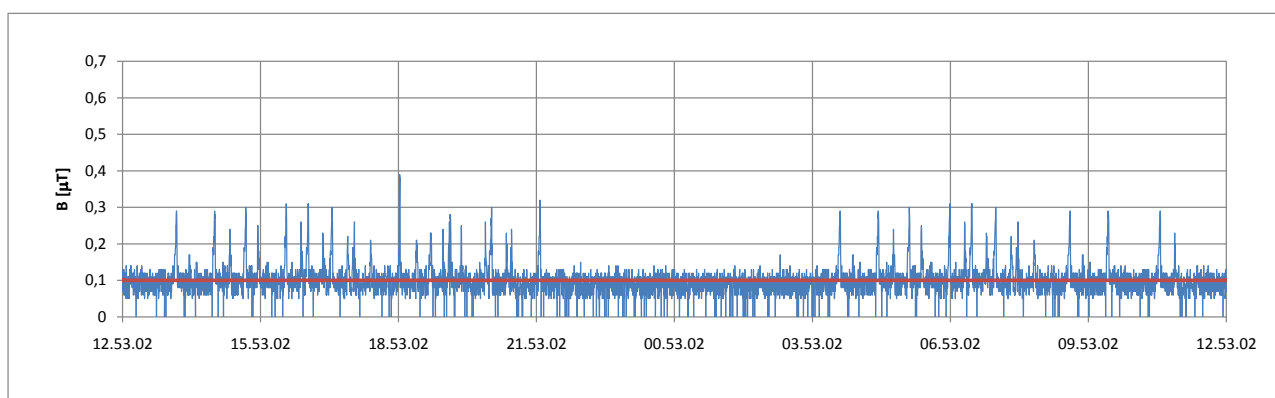
La durata dei rilievi è stata fissata in 2 minuti per il campo elettrico e 24 ore per il campo di induzione magnetica.



Ricettore monitorato (foto a sinistra) Vista posizione del punto di misura (foto a destra)

Nel grafico seguente si riporta l'andamento dell'induzione magnetica nell'arco delle 24 ore in cui sono stati eseguiti i rilievi:

Andamento Induzione Magnetica B [μ T]



Ora [hh:mm:ss] — Induzione magnetica — Mediana

Andamento del valore di induzione magnetica registrato a intervalli di 15 secondi - Misura dal 15/11/2017 al 16/11/2017.

GENERAL CONTRACTOR Cepav due Consorzio ENI per l'Alta Velocità 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
ALLEGATO 1 – Schede Report Misure Campagna Monitoraggio novembre 2017		Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0204002	Rev. A	Foglio 16 di 17

Nella tabella seguente si riportano i valori relativi al campo di induzione magnetica e al campo elettrico relativi alla campagna invernale 2017.

Valori riscontrati Campagna invernale	Campo induzione magnetica [μT]	Campo elettrico [kV/m]
Minimo	0,00	$\leq 0,02$
Massimo	0,39	$\leq 0,02$
Valore medio	0,09	$\leq 0,02$
Mediana nel tempo di misura	0,09	-
Valori di riferimento riscontrati nel periodo monitorato		

La sonda 11E - s/n: A15-E070 ha registrato un valore di campo elettrico al di sotto della soglia di misurazione strumentale.

A scopo di confronto, nella seguente tabella si riportano i valori relativi al campo di induzione magnetica e al campo elettrico della campagna estiva 2017 e nella fase di Ante Operam svolta a novembre 2014.

Valori riscontrati Campagna estiva	Campo induzione magnetica [μT]	Campo elettrico [kV/m]
Minimo	$\leq 0,20$	$\leq 0,02$
Massimo	0,72	$\leq 0,02$
Valore medio	$\leq 0,20$	$\leq 0,02$
Mediana nel tempo di misura	$\leq 0,20$	-
Valori di riferimento riscontrati nel periodo monitorato		

Valori riscontrati fase Ante Operam	Campo induzione magnetica [μT]	Campo elettrico [kV/m]
Minimo	0,010	0,019
Massimo	0,021	0,022
Valore medio	0,015	0,021
Mediana nel tempo di misura	0,014	-
Valori di riferimento riscontrati nel periodo monitorato		

GENERAL CONTRACTOR Cepav due  Consorzio ENI per l'Alta Velocità	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
ALLEGATO 1 – Schede Report Misure Campagna Monitoraggio novembre 2017	Progetto IN51	Lotto 12	Codifica Documento EE2PEMB0204002	Rev. A	Foglio 17 di 17

In base alle misurazioni effettuate nella postazione in esame **si evidenzia che non ci sono situazioni di criticità** sia nella campagna invernale che in quella estiva in quanto:

- i valori del campo elettrico sono sempre inferiori al limite di norma, fissato in 5kV/m;
- i valori di campo di induzione magnetica sono ben inferiori sia al livello di attenzione di 10 μ T di cui all'art. 3 del DPCM 8 luglio 2003, sia all'obiettivo di qualità di 3 μ T.

ALLEGATO 2

Certificati di taratura

CAMPAGNA MONITORAGGIO NOVEMBRE 2017

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

CERTIFICATO DI TARATURA N. B-201-11-17
Certificate of Calibration N. B-201-11-17

Oggetto: Isotropic Magnetic field probe
Item

Costruttore: MICRORAD
Manufacturer

Modello: PROBE 10B S/n A13-B091
Model

Data di calibrazione: 07/11/2017
Date of calibration

Richiedente:
Applicant

Numero ordine:
Order number

Data di emissione: 07/11/2017
Date of issue

Il Responsabile del Laboratorio
The Head of the Laboratory

Roberto Ruggeri



Il tecnico addetto alla calibrazione
The operator

Stefano Burla



Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

PROCEDURA DI CALIBRAZIONE

Calibration Procedure

The calibration procedure is compliant with standard **IEEE Std 1309-2005** and **CEI 211-6**.

Riferimenti

References

IEEE Std 1309 – 2005, “ IEEE standard for Calibration of Electromagnetic Field Sensors and Probes, Excluding Antennas, from 9 kHz to 40 GHz”.

IEEE, 3 Park Avenue, NY 10016-5997 , USA.

CEI211-6, “ Guide for the measurement and the evaluation of electric and magnetic fields in the frequency range 0Hz - 10kHz, whit reference to the human exposure”

Metodo di Calibrazione

Calibration Method

Method	Frequency range	Field Generation	Description
B	5Hz to 400 KHz	Helmholtz Coil	Calculated Field Strength

Condizioni ambientali

Environment Conditions

	Temperature	Humidity
Control Room and Helmholtz Coil	22,1°C	49,7%

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Strumenti di Misura primari

Test Equipment primary

The equipment and standards used during this calibration are traceable to National or International Standards.

Device	Manufacturer	Model	Microrad Serial Number
Multimeter	ARRAY	M3500A	MC002

Strumenti di Misura secondari

Test Equipment secondary

The equipment and standards used during this calibration are traceable to National or International Standards.

Device	Manufacturer	Model	Microrad Serial Number
DDS Signal Generator	TTI	TG1010A	MC019
Power Amplifier	Sony	XM-SD22X	MC020
Function Generator	TOELLNER	TOE7741	MC014
Helmholtz Coil	MICRORAD	HM001	MC030

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Parametri di Calibrazione e Risultati
Calibrated Parameters and Results

Data	Parameter	Figure/Table	Formula
Correction factor	Field Level 20uT 5 Hz to 400 KHz	Figure1 Table 1	$CF = \text{Applied field} / \text{Measured field}$ $FIELD_{TOTAL} = \sqrt{FIELD_x^2 + FIELD_y^2 + FIELD_z^2}$
Linearity	Field Level 0,5 to 200 uT @ 50 Hz	Figure 2 Table 2	$CF = \text{Applied field} / \text{Measured field}$ $FIELD_{TOTAL} = \sqrt{FIELD_x^2 + FIELD_y^2 + FIELD_z^2}$
Isotropy	Field Level 10uT Frequency 50 Hz	Table 3	$FIELD_{TOTAL} = \sqrt{FIELD_x^2 + FIELD_y^2 + FIELD_z^2}$ $A = 20 \log \frac{FIELD_{MAX}}{\sqrt{FIELD_{MAX} \cdot FIELD_{MIN}}}$

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Incertezza Estesa del Campo Generato
Expanded Uncertainty of generated field

Field type	Frequency range	Expanded Uncertainty %	Expanded Uncertainty dB
B	5 Hz – 400 kHz	10	0,91

Expanded Uncertainty definition

The results of measurements reported in the following certificate are obtained in accordance with the described procedures. The results of calibration refer to the moment of the test in the environmental conditions defined in the certificate and do not take into account the long-term stability of the calibrated instrumentation used for testing. The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor $k=2$, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been calculated in accordance with EA-4/02.

Orientamento della sonda durante la misura
Probe Orientation during Calibration

Maximum reception alignment.

Tipo di Calibrazione
Calibration Type

FD : Calibration in the frequency domain.

Frequenze di Calibrazione
Calibration Frequencies

Type	Description	Frequency Range
F3	3 frequency for decade	5Hz – 400 kHz

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Livelli di Ampiezza
Amplitude Levels

Type	Description	Field Strength Level
A1	Level(s) for each selected frequency point	20 uT

Isotropia
Isotropy

Grade	Description	Frequency/ Field Strength Level
I2	Isotropy at physical major alignment (rotate around the handle or mounting device)	50 Hz 10 uT

Condizione di illuminamento
Illumination conditions

Grade	Description	Frequency range
F1	Full illumination for sensor head, resistive feed line	5 Hz – 400 KHz

Modulazione
Modulation

Grade	Description	Frequency range
M0	No modulation, CW field used	5 Hz – 400 KHz

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Risultati

Results

1) Fattori di correzione

Correction Factors

Table 1 shows the correction factors (CF) ¹ for the frequency range from 5Hz to 400kHz and for a reference field value of 20 uT.

Expanded Uncertainty of generated field is 0,95 dB.

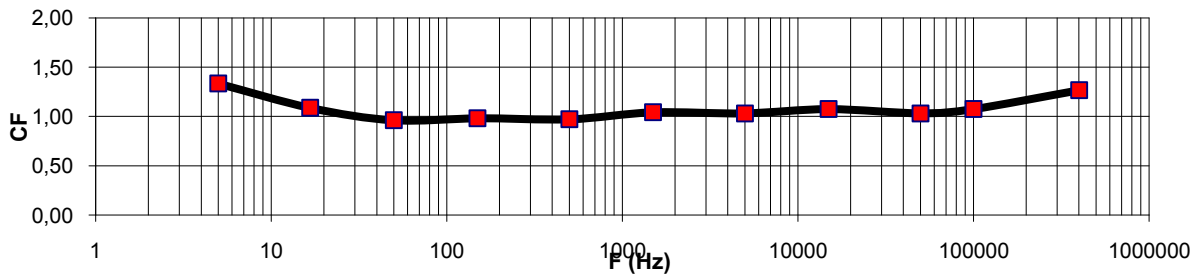
TABLE 1

F (Hz)	CF (Linear)
5	1,33
16,7	1,09
50	0,96
150	0,98
500	0,97
1500	1,04
5000	1,03
15000	1,08
50000	1,03
100000	1,08
400000	1,27

¹ CF in dB is calculated in accordance with the following formula: $CF(dB) = 20 \cdot \log(CFLinear)$

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

FIGURE 1



2) Linearità
Linearity

Table 2 shows the variation of the correction factors based on the applied field value, for a frequency of 50 Hz.

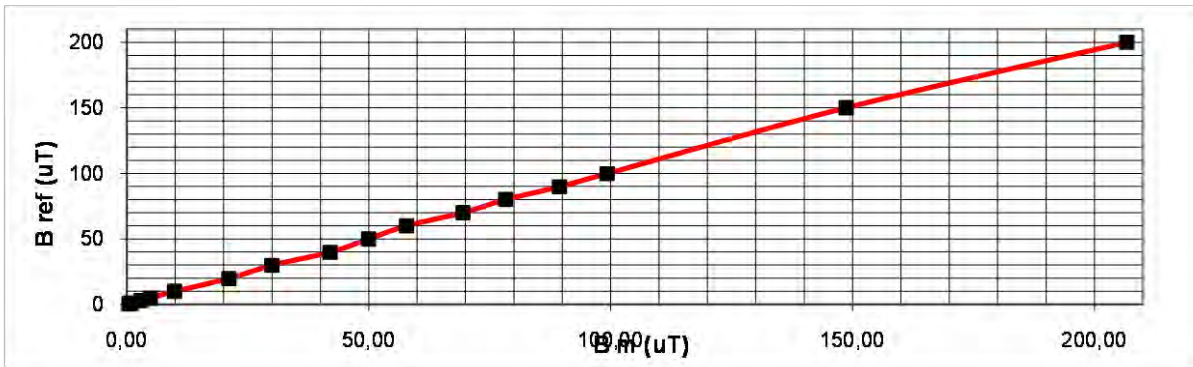
Expanded Uncertainty of generated field is 0,95 dB.

TABLE 2

B ref (uT)	B m (uT)	CF (Linear)
0,5	0,45	1,11
1	0,82	1,22
3	2,80	1,07
5	4,8	1,04
10	9,84	1,02
20	21,10	0,95
30	29,94	1,00
40	42,00	0,95
50	49,90	1,00
60	57,80	1,04
70	69,40	1,01
80	78,20	1,02
90	89,40	1,01
100	99,28	1,01
150	148,70	1,01
200	206,70	0,97

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

FIGURE 2



3) **Isotropia**
Isotropy

Table 3 shows the anisotropy value calculated in accordance with the following formula:

$$A = 20 \log \frac{FIELD_{MAX}}{\sqrt{FIELD_{MAX} \cdot FIELD_{MIN}}}$$

in which $FIELD_{MAX}$ is the maximum value of the field measured by the probe in the four different positions of rotation respect to its physical axis and $FIELD_{MIN}$ is the minimum value of the field measured by the probe in the same four positions.

Orientamento @ 50 Hz, 10 uT
Orientation @ 50 Hz, 10 uT

TABLE 3

F (Hz)	0°	90°	180°	270°	Anisotropy Factor A (dB)
50	10,22	9,44	10,00	10,24	0,35

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

CERTIFICATO



Sistema di gestione ISO 9001:2008

In base alla dimostrazione di conformità ai requisiti della norma suddetta, attestata in accordo con la procedura di certificazione, si dichiara che la società

MICRORAD di Roberto Ruggeri
P.zza delle Azalee, 13 - 14
I – 05018 Loc. Ciconia – Orvieto (TR)

attuа un sistema di gestione per il seguente campo d'applicazione

**Progettazione e realizzazione di strumentazione e calibratori per la misura del campo elettromagnetico.
Taratura strumenti per misurazione di campi elettro-magnetici.
Assistenza in garanzia. Assistenza e riparazione.**

N° di registrazione del certificato:	TIC 15 100 96294	Valido fino al:	2018-05-27
		Valido da:	2015-06-03
Rapporto di audit n°:	3330 2E4Q G0	Prima certificazione:	2009-05-28

La presente certificazione è stata condotta in accordo alle procedure di certificazione e di auditing del TIC ed è soggetta a regolari audits di sorveglianza.

TÜV Thüringen e.V.
Organismo di certificazione di sistemi e del personale



Jena, 2015-06-03



I certificati originali sono disponibili con i collegamenti.

La validità dei certificati potrà essere verificata sulla nostra home page: <http://www.tuev-thueringen.de>
Zertifizierungsstelle des TÜV Thüringen e.V. • Empfängerstraße 0 • D-07745 Jena • ☎ +49 3641 39574 • cert@cert.tuev-thueringen.de

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

CERTIFICATO DI TARATURA N. E-066-02-15
Certificate of Calibration N. E-066-02-15

Oggetto: Isotropic Electric field probe
Item

Costruttore: MICRORAD
Manufacturer

Modello: PROBE 11E S/n A15-E070
Model

Data di calibrazione: 16/05/2017
Date of calibration

Richiedente:
Applicant

Numero ordine:
Order number

Data di emissione: 16/05/2017
Date of issue

Il tecnico addetto alla calibrazione

The operator

Stefano Burla



Il Responsabile del Laboratorio

The Head of the Laboratory

Roberto Ruggeri



Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

PROCEDURA DI CALIBRAZIONE

Calibration Procedure

The calibration procedure is compliant with standard **IEEE Std 1309-2005** and **CEI 211-6**.

Riferimenti

References

IEEE Std 1309 – 2005, “ IEEE standard for Calibration of Electromagnetic Field Sensors and Probes, Excluding Antennas, from 9 kHz to 40 GHz”.

IEEE, 3 Park Avenue, NY 10016-5997 , USA.

CEI211-6, “ Guide for the measurement and the evaluation of electric and magnetic fields in the frequency range 0Hz - 10kHz, whit reference to the human exposure”

Metodo di Calibrazione

Calibration Method

Method	Frequency range	Field Generation	Description
B	5Hz to 400 KHz	Parallel Plate	Calculated Field Strength

Condizioni ambientali

Environment Conditions

	Temperature	Humidity
Control Room and Parallel Plate Trasmission Line	22,1°C	49,7%

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Strumenti di Misura primari
Test Equipment primary

The equipment and standards used during this calibration are traceable to National or International Standards.

Device	Manufacturer	Model	Microrad Serial Number
H.T. Electric Probe	Testec	TT-HVP-40	MC018
Multimeter	HP	3457A	MC001

Strumenti di Misura secondari
Test Equipment secondary

The equipment and standards used during this calibration are traceable to National or International Standards.

Device	Manufacturer	Model	Microrad Serial Number
DDS Signal Generator	TTI	TG1010A	MC019
Power Amplifier	Sony	XM-SD22X	MC020
Parallel Plate	MICRORAD	PPM001	MC031

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Parametri di Calibrazione e Risultati
Calibrated Parameters and Results

Data	Parameter	Figure/Table	Formula
Correction factor	Field Level 400 V/m 5 Hz to 400 kHz	Figure 1 Table 1	$CF = \text{Applied field} / \text{Measured field}$ $FIELD_{TOTAL} = \sqrt{FIELD_x^2 + FIELD_y^2 + FIELD_z^2}$
Linearity	Field Level 100 to 10k V/m @ 50 Hz	Figure 2 Table 2	$CF = \text{Applied field} / \text{Measured field}$ $FIELD_{TOTAL} = \sqrt{FIELD_x^2 + FIELD_y^2 + FIELD_z^2}$
Isotropy	Field Level 100 V/m Frequency 50 Hz	Table 3	$FIELD_{TOTAL} = \sqrt{FIELD_x^2 + FIELD_y^2 + FIELD_z^2}$ $A = 20 \log \frac{FIELD_{MAX}}{\sqrt{FIELD_{MAX} \times FIELD_{MIN}}}$

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Incertezza Estesa del Campo Generato
Expanded Uncertainty of generated field

Field type	Frequency range	Expanded Uncertainty %	Expanded Uncertainty dB
E	5Hz – 400 kHz	10	0,91

Expanded Uncertainty definition

The results of measurements reported in the following certificate are obtained in accordance with the described procedures. The results of calibration refer to the moment of the test in the environmental conditions defined in the certificate and do not take into account the long-term stability of the calibrated instrumentation used for testing. The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor $k=2$, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been calculated in accordance with EA-4/02.

Orientamento della sonda durante la misura
Probe Orientation during Calibration

Maximum reception alignment.

Tipo di Calibrazione
Calibration Type

FD : Calibration in the frequency domain.

Frequenze di Calibrazione
Calibration Frequencies

Type	Description	Frequency Range
F3	3 frequency for decade	5Hz – 400 kHz

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Livelli di Ampiezza
Amplitude Levels

Type	Description	Field Strength Level
A1	Level(s) for each selected frequency point	400 V/m

Isotropia
Isotropy

Grade	Description	Frequency/ Field Strength Level
I2	Isotropy at physical major alignment (rotate around the handle or mounting device)	50 Hz 100 V/m

Condizione di illuminamento
Illumination conditions

Grade	Description	Frequency range
F1	Full illumination for sensor head, resistive feed line	5 Hz – 400 KHz

Modulazione
Modulation

Grade	Description	Frequency range
M0	No modulation, CW field used	5 Hz – 400 KHz

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

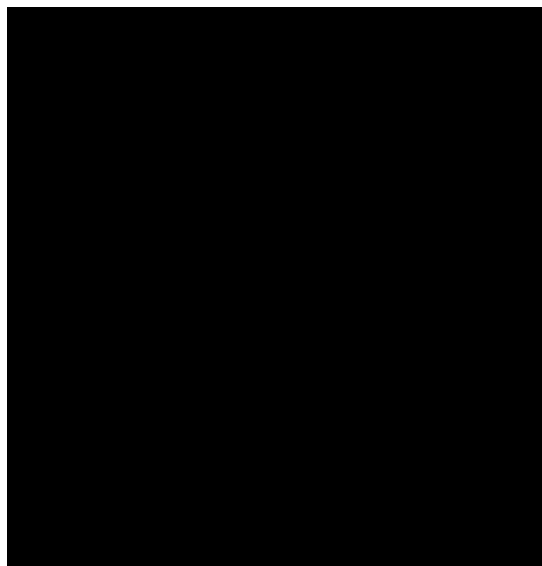
Risultati Results

1) Fattori di correzione Correction Factors

Table 1 shows the correction factors (CF) ¹ for the frequency range from 5Hz to 400kHz and for a reference field value of 400 V/m.

Expanded Uncertainty of generated field is 0,95 dB.

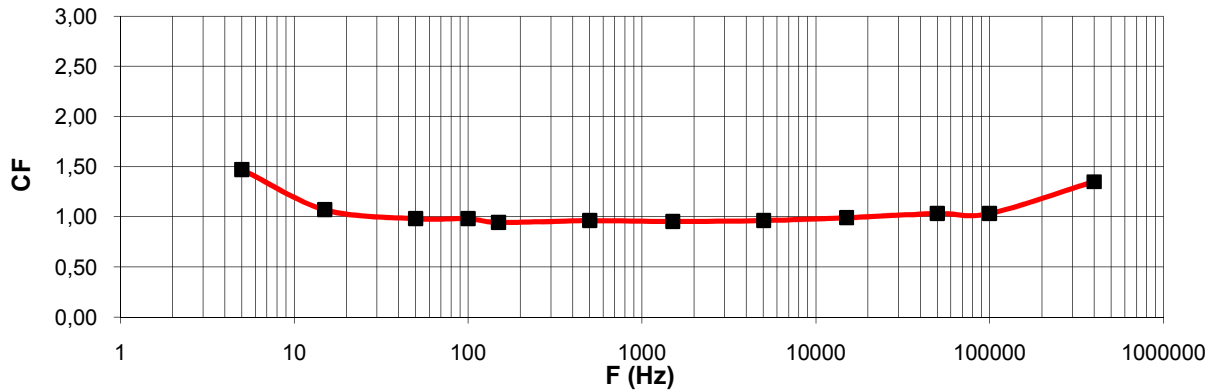
TABLE 1



¹ CF in dB is calculated in accordance with the following formula: $CF(dB) = 20 \log(CF_{Linear})$

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

FIGURE 1



2) Linearità
Linearity

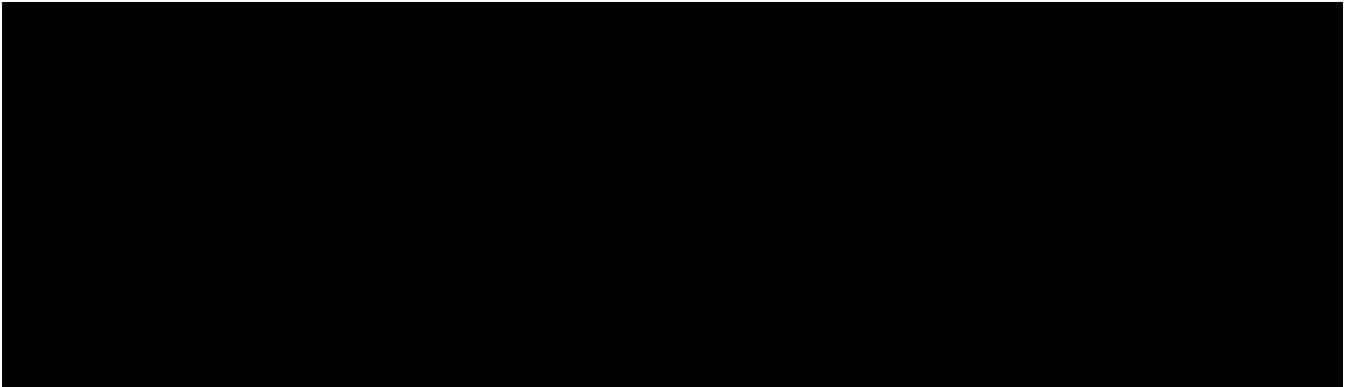
Table 2 shows the variation of the correction factors based on the applied field value, for a frequency of 50 Hz.

Expanded Uncertainty of generated field is 0,95 dB.

TABLE 2

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

FIGURE 2



3) **Isotropia**
Isotropy

Table 3 shows the anisotropy value calculated in accordance with the following formula:

$$A = 20 \log \frac{FIELD_{MAX}}{\sqrt{FIELD_{MAX} \times FIELD_{MIN}}}$$

in which $FIELD_{MAX}$ is the maximum value of the field measured by the probe in the four different positions of rotation respect to its physical axis and $FIELD_{MIN}$ is the minimum value of the field measured by the probe in the same four positions.

Orientamento @ 50 Hz, 100 V/m
Orientation @ 50 Hz, 100 V/m

TABLE 3

F (Hz)	0°	90°	180°	270°	Anisotropy Factor A (dB)
50,00	103,10	103,20	101,50	93,28	0,44

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

CERTIFICATO



Sistema di gestione ISO 9001:2008

In base alla dimostrazione di conformità ai requisiti della norma suddetta, attestata in accordo con la procedura di certificazione, si dichiara che la società

MICRORAD di Roberto Ruggeri
P.zza delle Azalee, 13 - 14
I - 05018 Loc. Ciconia - Orvieto (TR)

attua un sistema di gestione per il seguente campo d'applicazione
Progettazione e realizzazione di strumentazione e calibratori per la misura del campo elettromagnetico.
Taratura strumenti per misurazione di campi elettromagnetici.
Assistenza in garanzia. Assistenza e riparazione.

N° di registrazione del certificato: TIC 15 100 96294

Valido fino al: 2015-05-27
Valido da: 2012-08-06

Rapporto di audit n°: 3330 2E4Q D0

Prima certificazione: 2009-05-28

La presente certificazione è stata condotta in accordo alle procedure di certificazione e di auditing del TIC ed è soggetta a regolari audits di sorveglianza.


TUV Thüringen e.V.
Organismo di certificazione di sistemi e del personale



Jena, 2012-08-06



Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

CERTIFICATO DI TARATURA N. B-202-11-17
Certificate of Calibration N. B-202-11-17

Oggetto: Isotropic Magnetic field probe
Item

Costruttore: MICRORAD
Manufacturer

Modello: PROBE 10B S/n A13-B076
Model

Data di calibrazione: 07/11/2017
Date of calibration

Richiedente:
Applicant

Numero ordine:
Order number

Data di emissione: 07/11/2017
Date of issue

Il Responsabile del Laboratorio
The Head of the Laboratory

Roberto Ruggeri



Il tecnico addetto alla calibrazione
The operator

Stefano Burla



Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

PROCEDURA DI CALIBRAZIONE

Calibration Procedure

The calibration procedure is compliant with standard **IEEE Std 1309-2005** and **CEI 211-6**.

Riferimenti

References

IEEE Std 1309 – 2005, “ IEEE standard for Calibration of Electromagnetic Field Sensors and Probes, Excluding Antennas, from 9 kHz to 40 GHz”.

IEEE, 3 Park Avenue, NY 10016-5997 , USA.

CEI211-6, “ Guide for the measurement and the evaluation of electric and magnetic fields in the frequency range 0Hz - 10kHz, whit reference to the human exposure”

Metodo di Calibrazione

Calibration Method

Method	Frequency range	Field Generation	Description
B	5Hz to 400 KHz	Helmholtz Coil	Calculated Field Strength

Condizioni ambientali

Environment Conditions

	Temperature	Humidity
Control Room and Helmholtz Coil	22,1°C	49,7%

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Strumenti di Misura primari

Test Equipment primary

The equipment and standards used during this calibration are traceable to National or International Standards.

Device	Manufacturer	Model	Microrad Serial Number
Multimeter	ARRAY	M3500A	MC002

Strumenti di Misura secondari

Test Equipment secondary

The equipment and standards used during this calibration are traceable to National or International Standards.

Device	Manufacturer	Model	Microrad Serial Number
DDS Signal Generator	TTI	TG1010A	MC019
Power Amplifier	Sony	XM-SD22X	MC020
Function Generator	TOELLNER	TOE7741	MC014
Helmholtz Coil	MICRORAD	HM001	MC030

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Parametri di Calibrazione e Risultati
Calibrated Parameters and Results

Data	Parameter	Figure/Table	Formula
Correction factor	Field Level 20uT 5 Hz to 400 KHz	Figure1 Table 1	$CF = \text{Applied field} / \text{Measured field}$ $FIELD_{TOTAL} = \sqrt{FIELD_x^2 + FIELD_y^2 + FIELD_z^2}$
Linearity	Field Level 0,5 to 200 uT @ 50 Hz	Figure 2 Table 2	$CF = \text{Applied field} / \text{Measured field}$ $FIELD_{TOTAL} = \sqrt{FIELD_x^2 + FIELD_y^2 + FIELD_z^2}$
Isotropy	Field Level 10uT Frequency 50 Hz	Table 3	$FIELD_{TOTAL} = \sqrt{FIELD_x^2 + FIELD_y^2 + FIELD_z^2}$ $A = 20 \log \frac{FIELD_{MAX}}{\sqrt{FIELD_{MAX} \cdot FIELD_{MIN}}}$

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Incertezza Estesa del Campo Generato
Expanded Uncertainty of generated field

Field type	Frequency range	Expanded Uncertainty %	Expanded Uncertainty dB
B	5 Hz – 400 kHz	10	0,91

Expanded Uncertainty definition

The results of measurements reported in the following certificate are obtained in accordance with the described procedures. The results of calibration refer to the moment of the test in the environmental conditions defined in the certificate and do not take into account the long-term stability of the calibrated instrumentation used for testing. The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor $k=2$, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been calculated in accordance with EA-4/02.

Orientamento della sonda durante la misura
Probe Orientation during Calibration

Maximum reception alignment.

Tipo di Calibrazione
Calibration Type

FD : Calibration in the frequency domain.

Frequenze di Calibrazione
Calibration Frequencies

Type	Description	Frequency Range
F3	3 frequency for decade	5Hz – 400 kHz

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Livelli di Ampiezza
Amplitude Levels

Type	Description	Field Strength Level
A1	Level(s) for each selected frequency point	20 uT

Isotropia
Isotropy

Grade	Description	Frequency/ Field Strength Level
I2	Isotropy at physical major alignment (rotate around the handle or mounting device)	50 Hz 10 uT

Condizione di illuminamento
Illumination conditions

Grade	Description	Frequency range
F1	Full illumination for sensor head, resistive feed line	5 Hz – 400 KHz

Modulazione
Modulation

Grade	Description	Frequency range
M0	No modulation, CW field used	5 Hz – 400 KHz

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Risultati

Results

1) Fattori di correzione

Correction Factors

Table 1 shows the correction factors (CF) ¹ for the frequency range from 5Hz to 400kHz and for a reference field value of 20 uT.

Expanded Uncertainty of generated field is 0,95 dB.

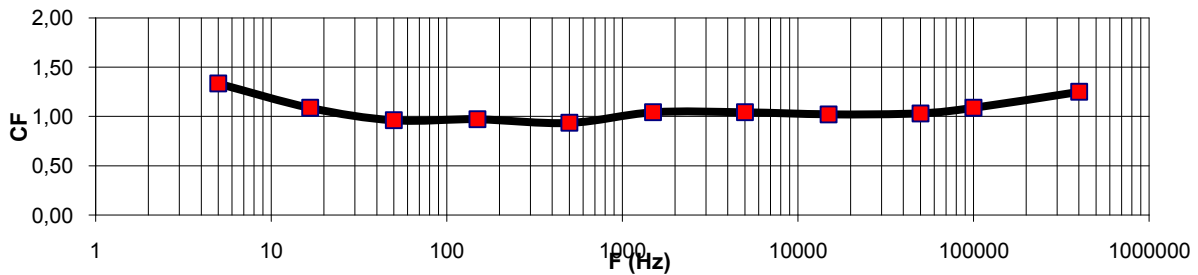
TABLE 1

F (Hz)	CF (Linear)
5	1,33
16,7	1,09
50	0,96
150	0,97
500	0,93
1500	1,04
5000	1,04
15000	1,02
50000	1,03
100000	1,09
400000	1,25

¹ CF in dB is calculated in accordance with the following formula: $CF(dB) = 20 \cdot \log(CF_{Linear})$

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

FIGURE 1



2) Linearità
Linearity

Table 2 shows the variation of the correction factors based on the applied field value, for a frequency of 50 Hz.

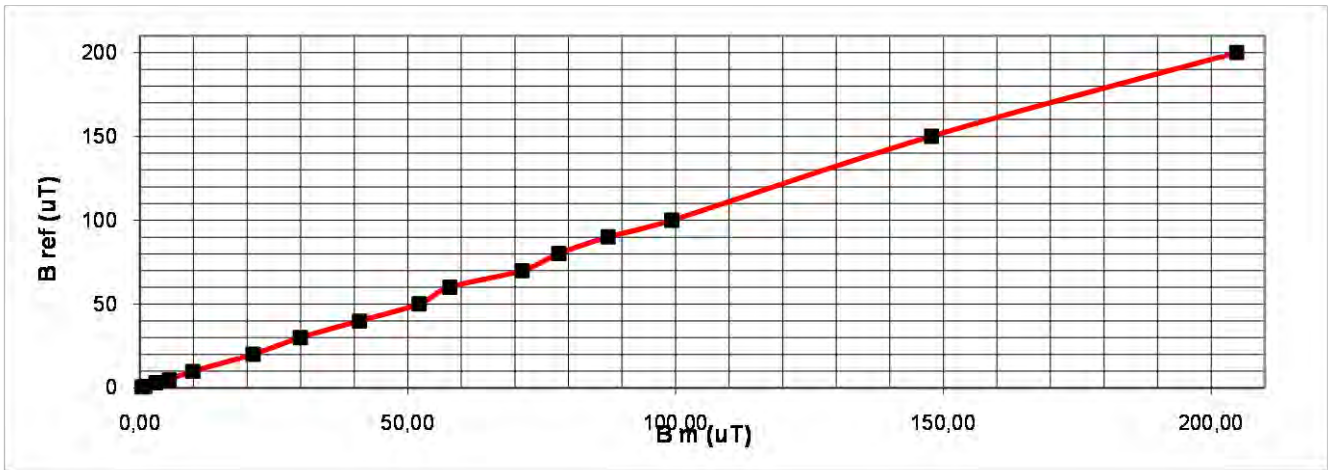
Expanded Uncertainty of generated field is 0,95 dB.

TABLE 2

B ref (uT)	B m (uT)	CF (Linear)
0,5	0,44	1,14
1	0,87	1,15
3	2,90	1,03
5	5,4	0,93
10	9,84	1,02
20	21,10	0,95
30	29,94	1,00
40	41,00	0,98
50	52,10	0,96
60	57,80	1,04
70	71,30	0,98
80	78,20	1,02
90	87,40	1,03
100	99,28	1,01
150	147,70	1,02
200	204,70	0,98

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

FIGURE 2



3) **Isotropia**
Isotropy

Table 3 shows the anisotropy value calculated in accordance with the following formula:

$$A = 20 \log \frac{FIELD_{MAX}}{\sqrt{FIELD_{MAX} \cdot FIELD_{MIN}}}$$

in which $FIELD_{MAX}$ is the maximum value of the field measured by the probe in the four different positions of rotation respect to its physical axis and $FIELD_{MIN}$ is the minimum value of the field measured by the probe in the same four positions.

Orientamento @ 50 Hz, 10 uT
Orientation @ 50 Hz, 10 uT

TABLE 3

F (Hz)	0°	90°	180°	270°	Anisotropy Factor A (dB)
50	10,22	9,34	10,00	10,44	0,48

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

CERTIFICATO



Sistema di gestione ISO 9001:2008

In base alla dimostrazione di conformità ai requisiti della norma suddetta, attestata in accordo con la procedura di certificazione, si dichiara che la società

MICRORAD di Roberto Ruggeri
P.zza delle Azalee, 13 - 14
I – 05018 Loc. Ciconia – Orvieto (TR)

attuа un sistema di gestione per il seguente campo d'applicazione

**Progettazione e realizzazione di strumentazione e calibratori per la misura del campo elettromagnetico.
Taratura strumenti per misurazione di campi elettro-magnetici.
Assistenza in garanzia. Assistenza e riparazione.**

N° di registrazione del certificato:	TIC 15 100 96294	Valido fino al:	2018-05-27
		Valido da:	2015-06-03
Rapporto di audit n°:	3330 2E4Q G0	Prima certificazione:	2009-05-28

La presente certificazione è stata condotta in accordo alle procedure di certificazione e di auditing del TIC ed è soggetta a regolari audits di sorveglianza.

A. Drechsel
TÜV Thüringen e.V.
Organismo di certificazione di sistemi e del personale



Jena, 2015-06-03



I certificati originali sono disponibili con i collegamenti.

La validità del certificato potrà essere verificata sulla nostra home page: <http://www.tuev-thueringen.de>
Zertifizierungsstelle des TÜV Thüringen e.V. • Empfängerstraße 0 • D-07745 Jena • ☎ +49 3641 39574 • cert@cert.tuev-thueringen.de

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

CERTIFICATO DI TARATURA N. E-046-12-13
Certificate of Calibration N. E-046-12-13

Oggetto: Isotropic Electric field probe
Item

Costruttore: MICRORAD
Manufacturer

Modello: PROBE 11E S/n A13-E052
Model

Data di calibrazione: 10/12/2016
Date of calibration

Richiedente:
Applicant

Numero ordine:
Order number

Data di emissione: 10/12/2016
Date of issue

Il tecnico addetto alla calibrazione

The operator
Stefano Burla



Il Responsabile del Laboratorio

The Head of the Laboratory
Roberto Ruggeri



Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

PROCEDURA DI CALIBRAZIONE

Calibration Procedure

The calibration procedure is compliant with standard **IEEE Std 1309-2005** and **CEI 211-6**.

Riferimenti

References

IEEE Std 1309 – 2005, “ IEEE standard for Calibration of Electromagnetic Field Sensors and Probes, Excluding Antennas, from 9 kHz to 40 GHz”.

IEEE, 3 Park Avenue, NY 10016-5997 , USA.

CEI211-6, “ Guide for the measurement and the evaluation of electric and magnetic fields in the frequency range 0Hz - 10kHz, whit reference to the human exposure”

Metodo di Calibrazione

Calibration Method

Method	Frequency range	Field Generation	Description
B	5Hz to 400 KHz	Parallel Plate	Calculated Field Strength

Condizioni ambientali

Environment Conditions

	Temperature	Humidity
Control Room and Parallel Plate Trasmission Line	22,1°C	49,7%

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Strumenti di Misura primari
Test Equipment primary

The equipment and standards used during this calibration are traceable to National or International Standards.

Device	Manufacturer	Model	Microrad Serial Number
H.T. Electric Probe	Testec	TT-HVP-40	MC018
Multimeter	HP	3457A	MC001

Strumenti di Misura secondari
Test Equipment secondary

The equipment and standards used during this calibration are traceable to National or International Standards.

Device	Manufacturer	Model	Microrad Serial Number
DDS Signal Generator	TTI	TG1010A	MC019
Power Amplifier	Sony	XM-SD22X	MC020
Parallel Plate	MICRORAD	PPM001	MC031

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Parametri di Calibrazione e Risultati
Calibrated Parameters and Results

Data	Parameter	Figure/Table	Formula
Correction factor	Field Level 400 V/m 5 Hz to 400 kHz	Figure 1 Table 1	$CF = \text{Applied field} / \text{Measured field}$ $FIELD_{TOTAL} = \sqrt{FIELD_x^2 + FIELD_y^2 + FIELD_z^2}$
Linearity	Field Level 100 to 10k V/m @ 50 Hz	Figure 2 Table 2	$CF = \text{Applied field} / \text{Measured field}$ $FIELD_{TOTAL} = \sqrt{FIELD_x^2 + FIELD_y^2 + FIELD_z^2}$
Isotropy	Field Level 100 V/m Frequency 50 Hz	Table 3	$FIELD_{TOTAL} = \sqrt{FIELD_x^2 + FIELD_y^2 + FIELD_z^2}$ $A = 20 \log \frac{FIELD_{MAX}}{\sqrt{FIELD_{MAX} \cdot FIELD_{MIN}}}$

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Incerteza Estesa del Campo Generato
Expanded Uncertainty of generated field

Field type	Frequency range	Expanded Uncertainty %	Expanded Uncertainty dB
E	5Hz – 400 kHz	10	0,91

Expanded Uncertainty definition

The results of measurements reported in the following certificate are obtained in accordance with the described procedures. The results of calibration refer to the moment of the test in the environmental conditions defined in the certificate and do not take into account the long-term stability of the calibrated instrumentation used for testing. The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor $k=2$, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been calculated in accordance with EA-4/02.

Orientamento della sonda durante la misura
Probe Orientation during Calibration

Maximum reception alignment.

Tipo di Calibrazione
Calibration Type

FD : Calibration in the frequency domain.

Frequenze di Calibrazione
Calibration Frequencies

Type	Description	Frequency Range
F3	3 frequency for decade	5Hz – 400 kHz

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Livelli di Ampiezza
Amplitude Levels

Type	Description	Field Strength Level
A1	Level(s) for each selected frequency point	400 V/m

Isotropia
Isotropy

Grade	Description	Frequency/ Field Strength Level
I2	Isotropy at physical major alignment (rotate around the handle or mounting device)	50 Hz 100 V/m

Condizione di illuminamento
Illumination conditions

Grade	Description	Frequency range
F1	Full illumination for sensor head, resistive feed line	5 Hz – 400 KHz

Modulazione
Modulation

Grade	Description	Frequency range
M0	No modulation, CW field used	5 Hz – 400 KHz

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Risultati
Results

1) Fattori di correzione
Correction Factors

Table 1 shows the correction factors (CF) ¹ for the frequency range from 5Hz to 400kHz and for a reference field value of 400 V/m.

Expanded Uncertainty of generated field is 0,95 dB.

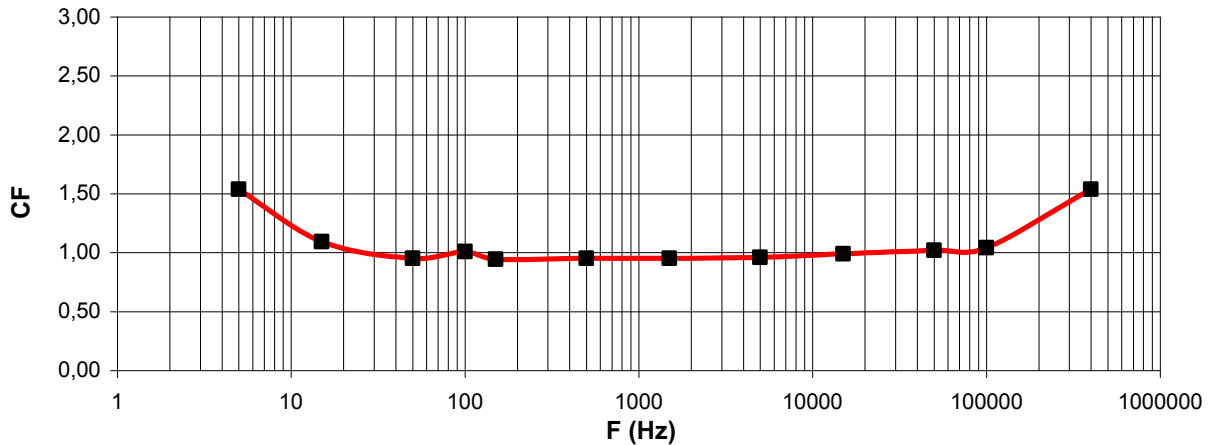
TABLE 1

F (Hz)	CF (Linear)
5	1,54
15	1,09
50	0,95
100	1,01
150	0,94
500	0,95
1500	0,95
5000	0,96
15000	0,99
50000	1,02
100000	1,04
400000	1,54

¹ CF in dB is calculated in accordance with the following formula: $CF(dB) = 20 \cdot \log(CF_{Linear})$

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

FIGURE 1



2) Linearità
Linearity

Table 2 shows the variation of the correction factors based on the applied field value, for a frequency of 50 Hz.

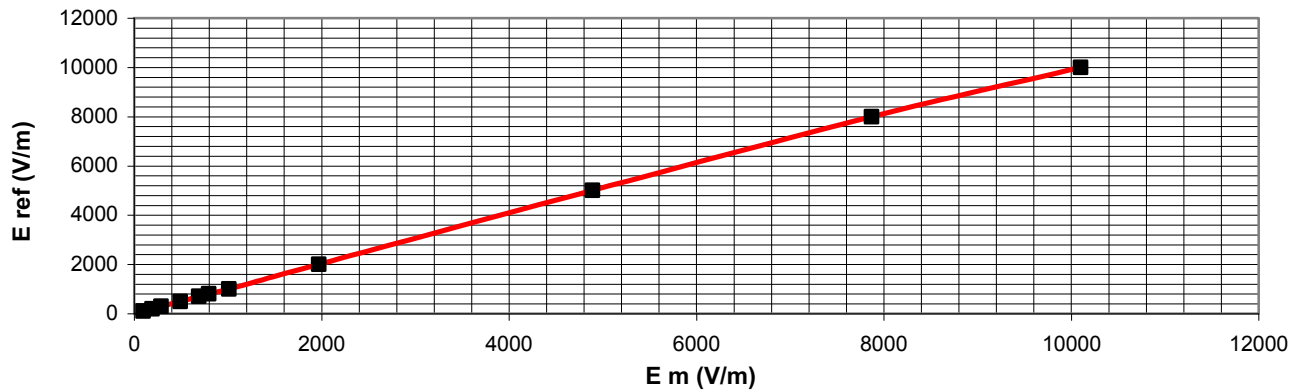
Expanded Uncertainty of generated field is 0,95 dB.

TABLE 2

E ref (V/m)	E m (V/m)	CF (Linear)
100	95,40	1,05
200	192,00	1,04
300	287,12	1,04
500	491,97	1,02
700	691,00	1,01
800	795,40	1,01
1000	1012,13	0,99
2000	1970,00	1,02
5000	4893,00	1,02
8000	7870,00	1,02
10000	10100,00	0,99

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

FIGURE 2



3) Isotropia
Isotropy

Table 3 shows the anisotropy value calculated in accordance with the following formula:

$$A = 20 \log \frac{FIELD_{MAX}}{\sqrt{FIELD_{MAX} \cdot FIELD_{MIN}}}$$

in which $FIELD_{MAX}$ is the maximum value of the field measured by the probe in the four different positions of rotation respect to its physical axis and $FIELD_{MIN}$ is the minimum value of the field measured by the probe in the same four positions.

Orientamento @ 50 Hz, 100 V/m
Orientation @ 50 Hz, 100 V/m

TABLE 3

F (Hz)	0°	90°	180°	270°	Anisotropy Factor A (dB)
50,00	102,00	103,20	102,50	95,78	0,32

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

CERTIFICATO



Sistema di gestione ISO 9001:2008

In base alla dimostrazione di conformità ai requisiti della norma suddetta, attestata in accordo con la procedura di certificazione, si dichiara che la società

MICRORAD di Roberto Ruggeri
P.zza delle Azalee, 13 - 14
I - 05018 Loc. Ciconia - Orvieto (TR)

attua un sistema di gestione per il seguente campo d'applicazione
Progettazione e realizzazione di strumentazione e calibratori per la misura del campo elettromagnetico.
Taratura strumenti per misurazione di campi elettromagnetici.
Assistenza in garanzia. Assistenza e riparazione.

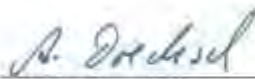
N° di registrazione del certificato: TIC 15 100 96294

Valido fino al: 2015-05-27
Valido da: 2012-08-06

Rapporto di audit n°: 3330 2E4Q D0

Prima certificazione: 2009-05-28

La presente certificazione è stata condotta in accordo alle procedure di certificazione e di auditing del TIC ed è soggetta a regolari audits di sorveglianza.


TUV Thüringen e.V.
Organismo di certificazione di sistemi e del personale



Jena, 2012-08-06



Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

CERTIFICATO DI TARATURA N. B-201-11-17
Certificate of Calibration N. B-201-11-17

Oggetto: Isotropic Magnetic field probe
Item

Costruttore: MICRORAD
Manufacturer

Modello: PROBE 10B S/n A15-B198
Model

Data di calibrazione: 07/11/2017
Date of calibration

Richiedente:
Applicant

Numero ordine:
Order number

Data di emissione: 07/11/2017
Date of issue

Il Responsabile del Laboratorio
The Head of the Laboratory

Roberto Ruggeri



Il tecnico addetto alla calibrazione
The operator

Stefano Burla



Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

PROCEDURA DI CALIBRAZIONE

Calibration Procedure

The calibration procedure is compliant with standard **IEEE Std 1309-2005** and **CEI 211-6**.

Riferimenti

References

IEEE Std 1309 – 2005, “ IEEE standard for Calibration of Electromagnetic Field Sensors and Probes, Excluding Antennas, from 9 kHz to 40 GHz”.

IEEE, 3 Park Avenue, NY 10016-5997 , USA.

CEI211-6, “ Guide for the measurement and the evaluation of electric and magnetic fields in the frequency range 0Hz - 10kHz, whit reference to the human exposure”

Metodo di Calibrazione

Calibration Method

Method	Frequency range	Field Generation	Description
B	5Hz to 400 KHz	Helmholtz Coil	Calculated Field Strength

Condizioni ambientali

Environment Conditions

	Temperature	Humidity
Control Room and Helmholtz Coil	22,1°C	49,7%

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Strumenti di Misura primari

Test Equipment primary

The equipment and standards used during this calibration are traceable to National or International Standards.

Device	Manufacturer	Model	Microrad Serial Number
Multimeter	ARRAY	M3500A	MC002

Strumenti di Misura secondari

Test Equipment secondary

The equipment and standards used during this calibration are traceable to National or International Standards.

Device	Manufacturer	Model	Microrad Serial Number
DDS Signal Generator	TTI	TG1010A	MC019
Power Amplifier	Sony	XM-SD22X	MC020
Function Generator	TOELLNER	TOE7741	MC014
Helmholtz Coil	MICRORAD	HM001	MC030

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Parametri di Calibrazione e Risultati
Calibrated Parameters and Results

Data	Parameter	Figure/Table	Formula
Correction factor	Field Level 20uT 5 Hz to 400 KHz	Figure1 Table 1	$CF = \text{Applied field} / \text{Measured field}$ $FIELD_{TOTAL} = \sqrt{FIELD_x^2 + FIELD_y^2 + FIELD_z^2}$
Linearity	Field Level 0,5 to 200 uT @ 50 Hz	Figure 2 Table 2	$CF = \text{Applied field} / \text{Measured field}$ $FIELD_{TOTAL} = \sqrt{FIELD_x^2 + FIELD_y^2 + FIELD_z^2}$
Isotropy	Field Level 10uT Frequency 50 Hz	Table 3	$FIELD_{TOTAL} = \sqrt{FIELD_x^2 + FIELD_y^2 + FIELD_z^2}$ $A = 20 \log \frac{FIELD_{MAX}}{\sqrt{FIELD_{MAX} \cdot FIELD_{MIN}}}$

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Incertezza Estesa del Campo Generato
Expanded Uncertainty of generated field

Field type	Frequency range	Expanded Uncertainty %	Expanded Uncertainty dB
B	5 Hz – 400 kHz	10	0,91

Expanded Uncertainty definition

The results of measurements reported in the following certificate are obtained in accordance with the described procedures. The results of calibration refer to the moment of the test in the environmental conditions defined in the certificate and do not take into account the long-term stability of the calibrated instrumentation used for testing. The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor $k=2$, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been calculated in accordance with EA-4/02.

Orientamento della sonda durante la misura
Probe Orientation during Calibration

Maximum reception alignment.

Tipo di Calibrazione
Calibration Type

FD : Calibration in the frequency domain.

Frequenze di Calibrazione
Calibration Frequencies

Type	Description	Frequency Range
F3	3 frequency for decade	5Hz – 400 kHz

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Livelli di Ampiezza
Amplitude Levels

Type	Description	Field Strength Level
A1	Level(s) for each selected frequency point	20 uT

Isotropia
Isotropy

Grade	Description	Frequency/ Field Strength Level
I2	Isotropy at physical major alignment (rotate around the handle or mounting device)	50 Hz 10 uT

Condizione di illuminamento
Illumination conditions

Grade	Description	Frequency range
F1	Full illumination for sensor head, resistive feed line	5 Hz – 400 KHz

Modulazione
Modulation

Grade	Description	Frequency range
M0	No modulation, CW field used	5 Hz – 400 KHz

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Risultati

Results

1) Fattori di correzione

Correction Factors

Table 1 shows the correction factors (CF) ¹ for the frequency range from 5Hz to 400kHz and for a reference field value of 20 uT.

Expanded Uncertainty of generated field is 0,95 dB.

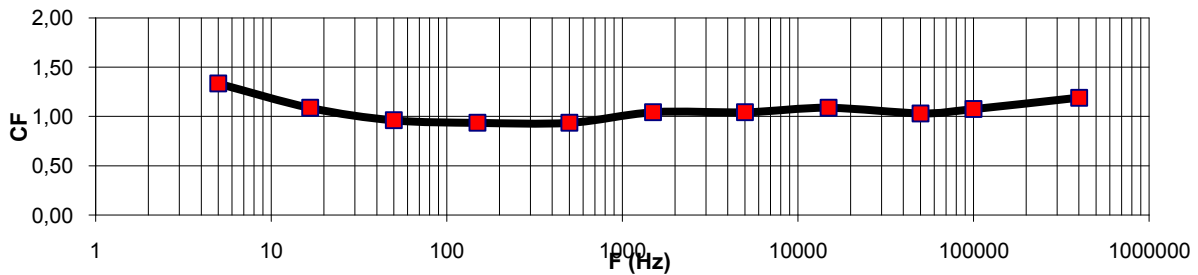
TABLE 1

F (Hz)	CF (Linear)
5	1,33
16,7	1,09
50	0,96
150	0,93
500	0,93
1500	1,04
5000	1,04
15000	1,09
50000	1,03
100000	1,08
400000	1,19

¹ CF in dB is calculated in accordance with the following formula: $CF(dB) = 20 \cdot \log(CFLinear)$

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

FIGURE 1



2) Linearità
Linearity

Table 2 shows the variation of the correction factors based on the applied field value, for a frequency of 50 Hz.

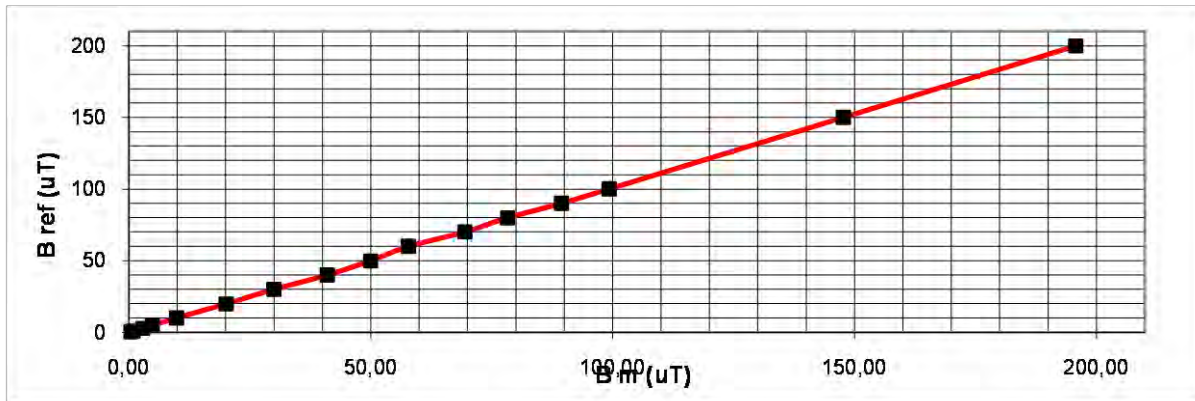
Expanded Uncertainty of generated field is 0,95 dB.

TABLE 2

B ref (uT)	B m (uT)	CF (Linear)
0,5	0,44	1,14
1	1,07	0,93
3	2,80	1,07
5	4,8	1,04
10	10,20	0,98
20	20,10	1,00
30	29,94	1,00
40	41,00	0,98
50	49,90	1,00
60	57,80	1,04
70	69,40	1,01
80	79,20	1,01
90	89,40	1,01
100	99,28	1,01
150	148,70	1,01
200	196,70	1,02

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

FIGURE 2



3) **Isotropia**
Isotropy

Table 3 shows the anisotropy value calculated in accordance with the following formula:

$$A = 20 \log \frac{FIELD_{MAX}}{\sqrt{FIELD_{MAX} \cdot FIELD_{MIN}}}$$

in which $FIELD_{MAX}$ is the maximum value of the field measured by the probe in the four different positions of rotation respect to its physical axis and $FIELD_{MIN}$ is the minimum value of the field measured by the probe in the same four positions.

Orientamento @ 50 Hz, 10 uT
Orientation @ 50 Hz, 10 uT

TABLE 3

F (Hz)	0°	90°	180°	270°	Anisotropy Factor A (dB)
50	10,42	9,44	10,00	10,24	0,43

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

CERTIFICATO



Sistema di gestione ISO 9001:2008

In base alla dimostrazione di conformità ai requisiti della norma suddetta, attestata in accordo con la procedura di certificazione, si dichiara che la società

MICRORAD di Roberto Ruggeri
P.zza delle Azalee, 13 - 14
I – 05018 Loc. Ciconia – Orvieto (TR)

attuа un sistema di gestione per il seguente campo d'applicazione

**Progettazione e realizzazione di strumentazione e calibratori per la misura del campo elettromagnetico.
Taratura strumenti per misurazione di campi elettro-magnetici.
Assistenza in garanzia. Assistenza e riparazione.**

N° di registrazione del certificato: TIC 15 100 96294

Valido fino al: 2018-05-27
Valido da: 2015-06-03

Rapporto di audit n°: 3330 2E4Q G0

Prima certificazione: 2009-05-28

La presente certificazione è stata condotta in accordo alle procedure di certificazione e di auditing del TIC ed è soggetta a regolari audits di sorveglianza.

A. Drechsel

TUV Thüringen e.V.
Organismo di certificazione di sistemi e del personale



Jena, 2015-06-03



I certificati originali sono
limitati in copie.

La validità del certificato potrà essere verificata sulla nostra home page: <http://www.tuv-thueringen.de>

Zertifizierungsstelle des TÜV Thüringen e.V. • Empfängerstraße 0 • D-07745 Jena • ☎ +49 3641 39374 • certifizierung@www.tuv-thueringen.de

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

CERTIFICATO DI TARATURA N. E-037-06-13**Certificate of Calibration N. E-037-06-13**

Oggetto: Isotropic Electric field probe
Item

Costruttore: MICRORAD
Manufacturer

Modello: PROBE 11E S/n A13-E038
Model

Data di calibrazione: 19/06/2017
Date of calibration

Richiedente:
Applicant

Numero ordine:
Order number

Data di emissione: 19/06/2017
Date of issue

Il tecnico addetto alla calibrazione

Il Responsabile del Laboratorio

The operator

The Head of the Laboratory

Stefano Burla

Roberto Ruggeri



Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

PROCEDURA DI CALIBRAZIONE

Calibration Procedure

The calibration procedure is compliant with standard **IEEE Std 1309-2005** and **CEI 211-6**.

Riferimenti

References

IEEE Std 1309 – 2005, “ IEEE standard for Calibration of Electromagnetic Field Sensors and Probes, Excluding Antennas, from 9 kHz to 40 GHz”.

IEEE, 3 Park Avenue, NY 10016-5997 , USA.

CEI211-6, “ Guide for the measurement and the evaluation of electric and magnetic fields in the frequency range 0Hz - 10kHz, whit reference to the human exposure”

Metodo di Calibrazione

Calibration Method

Method	Frequency range	Field Generation	Description
B	5Hz to 400 KHz	Parallel Plate	Calculated Field Strength

Condizioni ambientali

Environment Conditions

	Temperature	Humidity
Control Room and Parallel Plate Trasmission Line	22,1°C	49,7%

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Strumenti di Misura primari
Test Equipment primary

The equipment and standards used during this calibration are traceable to National or International Standards.

Device	Manufacturer	Model	Microrad Serial Number
H.T. Electric Probe	Testec	TT-HVP-40	MC018
Multimeter	HP	3457A	MC001

Strumenti di Misura secondari
Test Equipment secondary

The equipment and standards used during this calibration are traceable to National or International Standards.

Device	Manufacturer	Model	Microrad Serial Number
DDS Signal Generator	TTI	TG1010A	MC019
Power Amplifier	Sony	XM-SD22X	MC020
Parallel Plate	MICRORAD	PPM001	MC031

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Parametri di Calibrazione e Risultati
Calibrated Parameters and Results

Data	Parameter	Figure/Table	Formula
Correction factor	Field Level 400 V/m 5 Hz to 400 kHz	Figure 1 Table 1	$CF = \text{Applied field} / \text{Measured field}$ $FIELD_{TOTAL} = \sqrt{FIELD_x^2 + FIELD_y^2 + FIELD_z^2}$
Linearity	Field Level 100 to 10k V/m @ 50 Hz	Figure 2 Table 2	$CF = \text{Applied field} / \text{Measured field}$ $FIELD_{TOTAL} = \sqrt{FIELD_x^2 + FIELD_y^2 + FIELD_z^2}$
Isotropy	Field Level 100 V/m Frequency 50 Hz	Table 3	$FIELD_{TOTAL} = \sqrt{FIELD_x^2 + FIELD_y^2 + FIELD_z^2}$ $A = 20 \log \frac{FIELD_{MAX}}{\sqrt{FIELD_{MAX} \cdot FIELD_{MIN}}}$

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Incertezza Estesa del Campo Generato
Expanded Uncertainty of generated field

Field type	Frequency range	Expanded Uncertainty %	Expanded Uncertainty dB
E	5Hz – 400 kHz	10	0,91

Expanded Uncertainty definition

The results of measurements reported in the following certificate are obtained in accordance with the described procedures. The results of calibration refer to the moment of the test in the environmental conditions defined in the certificate and do not take into account the long-term stability of the calibrated instrumentation used for testing. The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor $k=2$, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been calculated in accordance with EA-4/02.

Orientamento della sonda durante la misura
Probe Orientation during Calibration

Maximum reception alignment.

Tipo di Calibrazione
Calibration Type

FD : Calibration in the frequency domain.

Frequenze di Calibrazione
Calibration Frequencies

Type	Description	Frequency Range
F3	3 frequency for decade	5Hz – 400 kHz

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Livelli di Ampiezza
Amplitude Levels

Type	Description	Field Strength Level
A1	Level(s) for each selected frequency point	400 V/m

Isotropia
Isotropy

Grade	Description	Frequency/ Field Strength Level
I2	Isotropy at physical major alignment (rotate around the handle or mounting device)	50 Hz 100 V/m

Condizione di illuminamento
Illumination conditions

Grade	Description	Frequency range
F1	Full illumination for sensor head, resistive feed line	5 Hz – 400 KHz

Modulazione
Modulation

Grade	Description	Frequency range
M0	No modulation, CW field used	5 Hz – 400 KHz

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico

Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

Risultati
Results

1) Fattori di correzione
Correction Factors

Table 1 shows the correction factors (CF) ¹ for the frequency range from 5Hz to 400kHz and for a reference field value of 400 V/m.

Expanded Uncertainty of generated field is 0,95 dB.

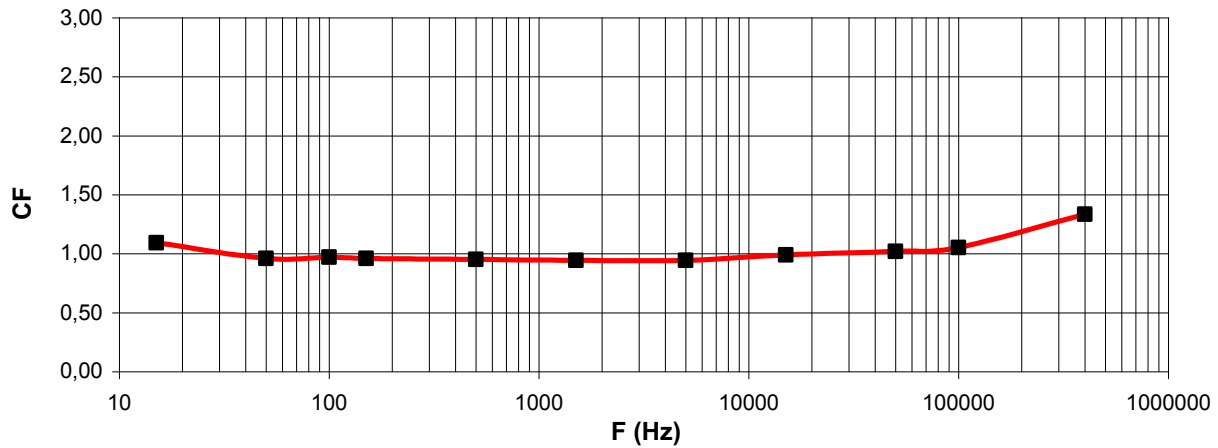
TABLE 1

F (Hz)	CF (Linear)
5	1,43
15	1,09
50	0,96
100	0,97
150	0,96
500	0,95
1500	0,94
5000	0,94
15000	0,99
50000	1,02
100000	1,05
400000	1,33

¹ CF in dB is calculated in accordance with the following formula: $CF(dB) = 20 \cdot \log(CF_{Linear})$

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

FIGURE 1



2) Linearità
Linearity

Table 2 shows the variation of the correction factors based on the applied field value, for a frequency of 50 Hz.

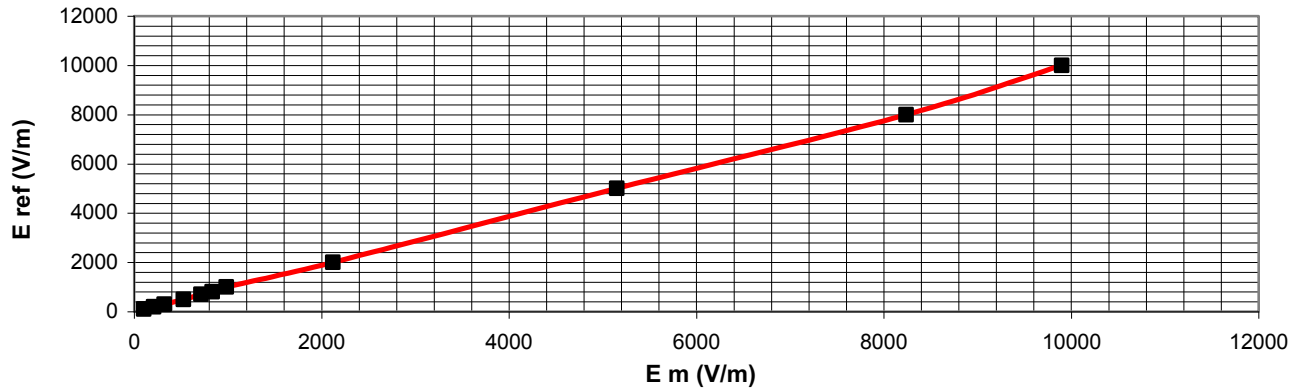
Expanded Uncertainty of generated field is 0,95 dB.

TABLE 2

E ref (V/m)	E m (V/m)	CF (Linear)
100	103,40	0,97
200	207,00	0,97
300	320,40	0,94
500	525	0,95
700	714	0,98
800	832	0,96
1000	983	1,02
2000	2120	0,94
5000	5150	0,97
8000	8240	0,97
10000	9900	1,01

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

FIGURE 2



3) Isotropia
Isotropy

Table 3 shows the anisotropy value calculated in accordance with the following formula:

$$A = 20 \log \frac{FIELD_{MAX}}{\sqrt{FIELD_{MAX} \cdot FIELD_{MIN}}}$$

in which $FIELD_{MAX}$ is the maximum value of the field measured by the probe in the four different positions of rotation respect to its physical axis and $FIELD_{MIN}$ is the minimum value of the field measured by the probe in the same four positions.

Orientamento @ 50 Hz, 100 V/m
Orientation @ 50 Hz, 100 V/m

TABLE 3

F (Hz)	0°	90°	180°	270°	Anisotropy Factor A (dB)
50,00	110,00	104,00	102,50	101,00	0,37

Laboratorio di calibrazione per sensori di campo elettromagnetico
Laboratory for the calibration of electromagnetic field probes

CERTIFICATO



Sistema di gestione ISO 9001:2008

In base alla dimostrazione di conformità ai requisiti della norma suddetta, attestata in accordo con la procedura di certificazione, si dichiara che la società

MICRORAD di Roberto Ruggeri
P.zza delle Azalee, 13 - 14
I - 05018 Loc. Ciconia - Orvieto (TR)

attua un sistema di gestione per il seguente campo d'applicazione
Progettazione e realizzazione di strumentazione e calibratori per la misura del campo elettromagnetico.
Taratura strumenti per misurazione di campi elettromagnetici.
Assistenza in garanzia. Assistenza e riparazione.

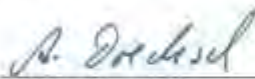
N° di registrazione del certificato: TIC 15 100 96294

Valido fino al: 2015-05-27
Valido da: 2012-08-06

Rapporto di audit n°: 3330 2E4Q D0

Prima certificazione: 2009-05-28

La presente certificazione è stata condotta in accordo alle procedure di certificazione e di auditing del TIC ed è soggetta a regolari audits di sorveglianza.


TÜV Thüringen e.V.
Organismo di certificazione di sistemi e del personale.



Jena, 2012-08-06

