



INAIL

ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

INVITANO
alla

Giornata di Studio dedicata alla presentazione dei
risultati del progetto: BRIC 2019 - ID28

Sviluppo di strumenti e metodi per la valutazione e la
gestione del rischio derivante da esposizione a campi
elettromagnetici per la tutela dei lavoratori portatori di
dispositivi medici indossabili ed impiantabili

12 maggio 2023

Istituto Superiore di Sanità - Aula Bovet
Viale Regina Elena 299, 00161 Roma

Caratterizzazione di sorgenti in ambiente professionale

N.Zoppetti

n.zoppetti@ifac.cnr.it



Strumenti per la caratterizzazione delle sorgenti

- Obiettivi della caratterizzazione di una sorgente di CEM in ambito occupazionale
- Panoramica degli strumenti realizzati nell'ambito del progetto.
- Esempio concreto di caratterizzazione di una sorgente con uso degli strumenti disponibili

<https://www.webnir.eu/>



ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

Strumenti Web per la valutazione dell'esposizione
occupazionale alle Radiazioni Non Ionizzanti

Sito web sviluppato nell'ambito dei progetti INAIL ex bando Bric-2016 *Strumenti web di ausilio alla valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici - anche in riferimento ai portatori di dispositivi medici impiantabili attivi - e a radiazioni ottiche artificiali* e ex bando Bric-2019 *Sviluppo di strumenti e metodi per la valutazione e la gestione del rischio derivante da esposizione a campi elettromagnetici per la tutela dei lavoratori portatori di dispositivi medici indossabili ed impiantabili*

Ti trovi in: [Home](#)

Login

| Area CEM

Campi
Elettromagnetici

| Area DMIA

Dispositivi
Medici
Impiantabili
Attivi

| Area ROA

Radiazioni
Ottiche
Artificiali

PER ISCRIVERSI ALLA MAILING [PROGRAMMA EVENTO FORMATIVO-INFORMATIVO DEDICATO ALLA PRESENTAZIONE DEI RISULTATI DEL PROGETTO BRIC 2019 – ID 28](#)

Obiettivi della caratterizzazione di una sorgente di CEM in ambito occupazionale

- 1) Caratterizzazione della esposizione mediante misure in uno specifico punto (ad esempio una postazione di lavoro).
- 2) Caratterizzazione della esposizione in un ambiente/locale (zonizzazione)
- 3) Caratterizzazione esposizione di un soggetto in movimento

1) Caratterizzazione mediante misure puntuali

Un numero

(misure a 'banda larga')

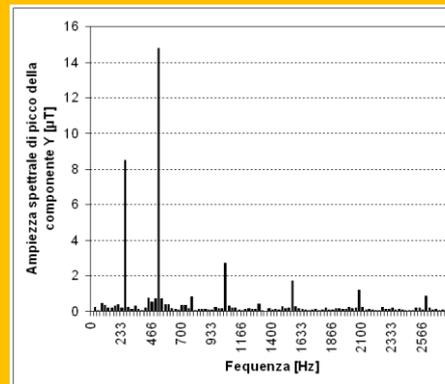
NB: anche indici di esposizione

$$B_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{\tau}^{\tau+T} [B(t)]^2 dt}$$



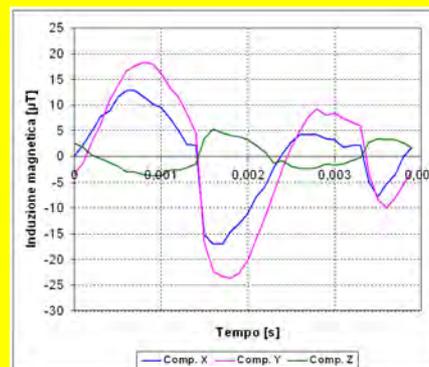
Uno spettro

(misure a banda stretta)



Una forma d'onda nel dominio del tempo

(misure nel dominio del tempo)



1) Strumenti sviluppati per la caratterizzazione della esposizione in uno specifico punto mediante misure



- Gestione di misure acquisite nel dominio del tempo con diverse catene strumentali
- Gestione di misure nel dominio della frequenza con diversi strumenti

Grazie al supporto del progetto BRIC abbiamo potuto testare nuovi strumenti di misura e supportarli su WebNIR .



1) Strumenti sviluppati per la caratterizzazione della esposizione in uno specifico punto mediante misure

- Determinazione di indici di esposizione a partire da dati grezzi (misure in dt/df).

Misura "Grezza"



Indice di esposizione

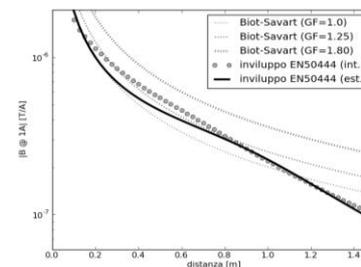
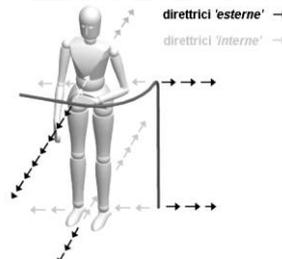
Utilizzando questi strumenti ci si svincola dalla implementazione degli indici di esposizione a bordo degli strumenti supportati.



Esposure Level Tester ELT-400

2) Strumenti sviluppati per la caratterizzazione della esposizione in un ambiente/locale

- Modellazione teorica di specifiche classi di sorgenti
 - × Sistemi di conduttori:
 - ✓ <https://www.webnir.eu/launcher.php?id=13&area=C>
EM
 - ✓ <https://www.webnir.eu/launcher.php?id=43&area=C>
EM
 - × Modello saldatrice EN50444



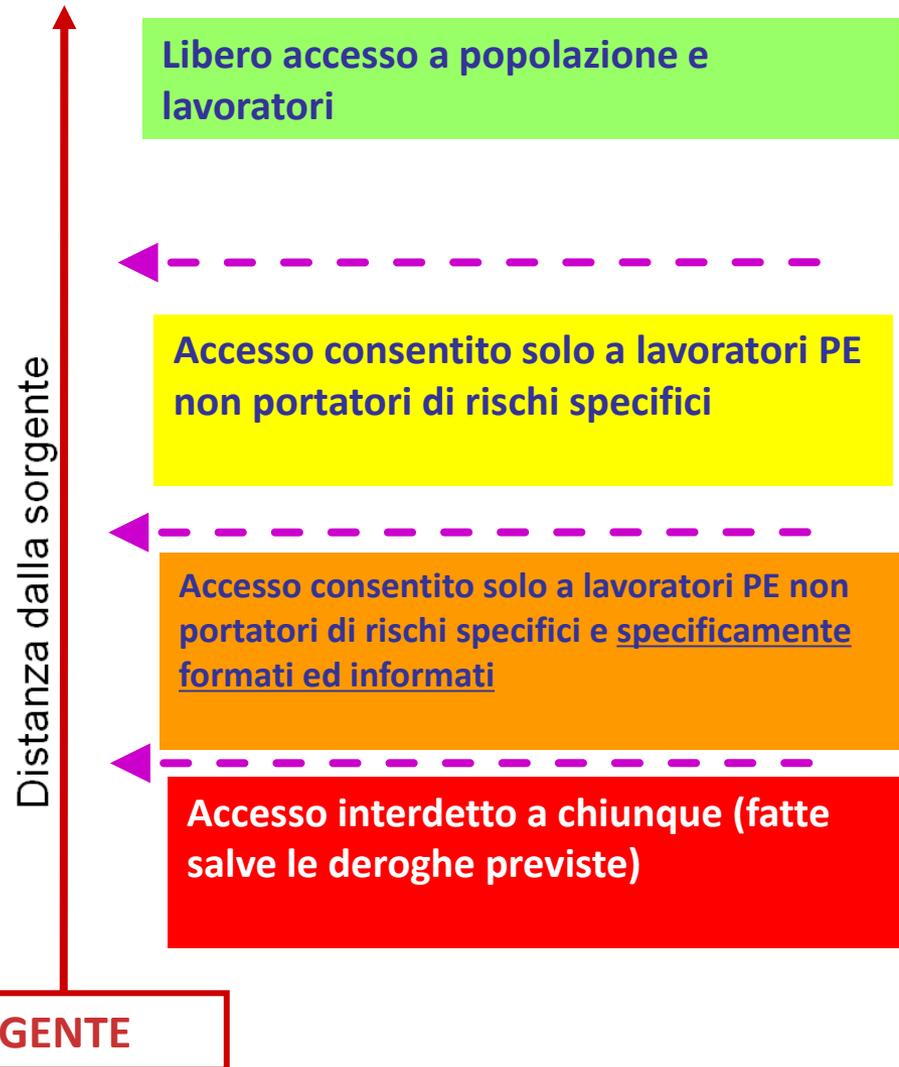
2) Strumenti di supporto alla zonizzazione riferita a sorgenti confinate

Zona 0 è la zona all'interno della quale i livelli di esposizione sono sicuramente inferiori o uguali ai limiti di esposizione per la popolazione (conformità alla Raccomandazione Europea 199/519/CE).

Zona 1 è la zona all'interno della quale i livelli di esposizione superano i limiti di esposizione per la popolazione ma sono inferiori o uguali ai limiti di esposizione per i lavoratori.

Zona 1b è la zona nella quale i livelli di esposizione rispettano i limiti per le esposizioni occupazionali *in condizioni controllate* (prevenzione *effetti sanitari*).

Zona 2 è la zona nella quale i livelli di esposizione **superano** i limiti di esposizione per i lavoratori

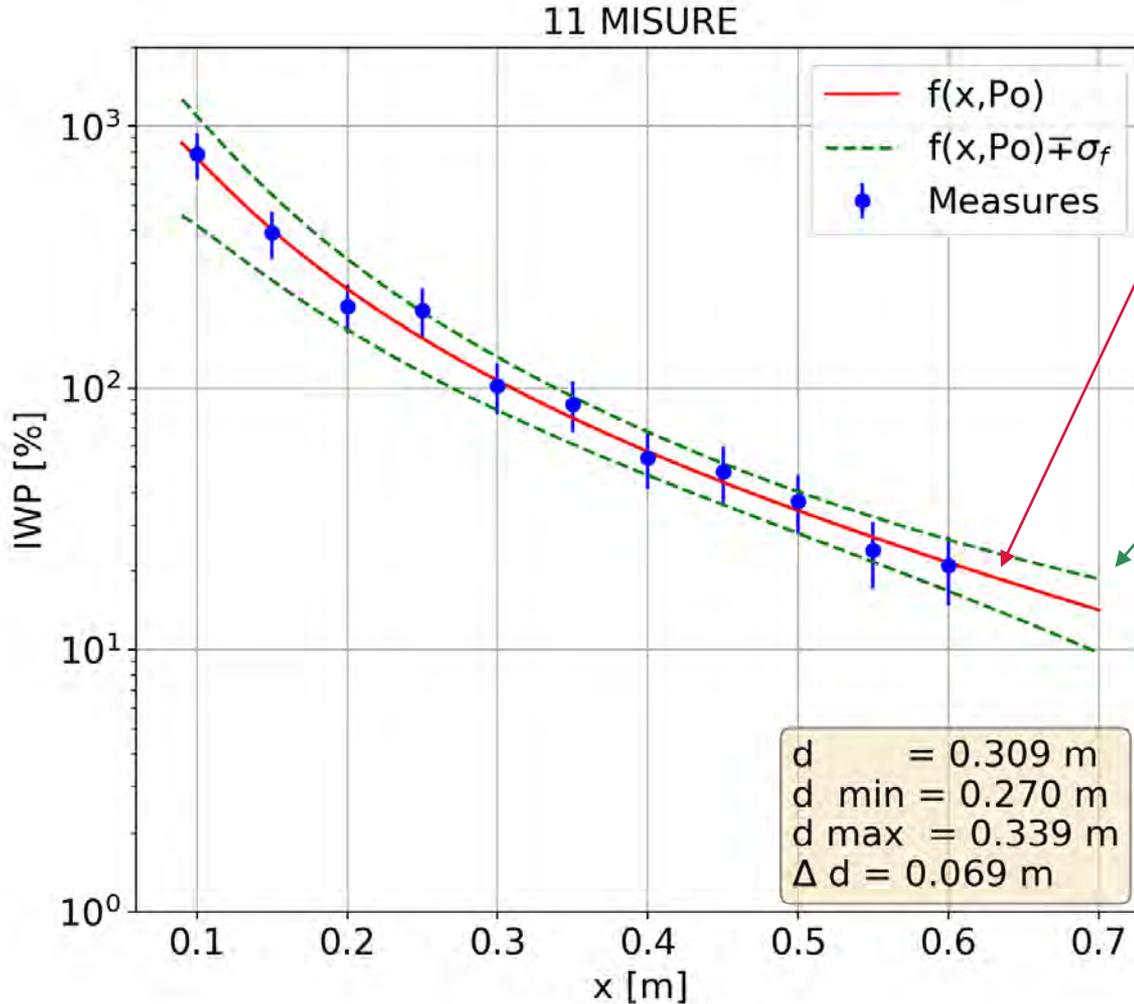


2) Strumenti per la determinazione di distanze di rispetto

- Determinare la distanza di rispetto a partire da un numero limitato di misure, grazie ad un metodo di interpolazione flessibile che può essere utilizzato in abbinamento a diversi modelli di sorgente.
- Propagare l'incertezza di misura sul risultato dell'interpolazione e determinare una stima dell'incertezza della distanza di rispetto stessa.
- Determinare le distanze di rispetto con riferimento a diversi indici di esposizione senza dover ripetere le misure

2) Strumenti per la determinazione di distanze di rispetto

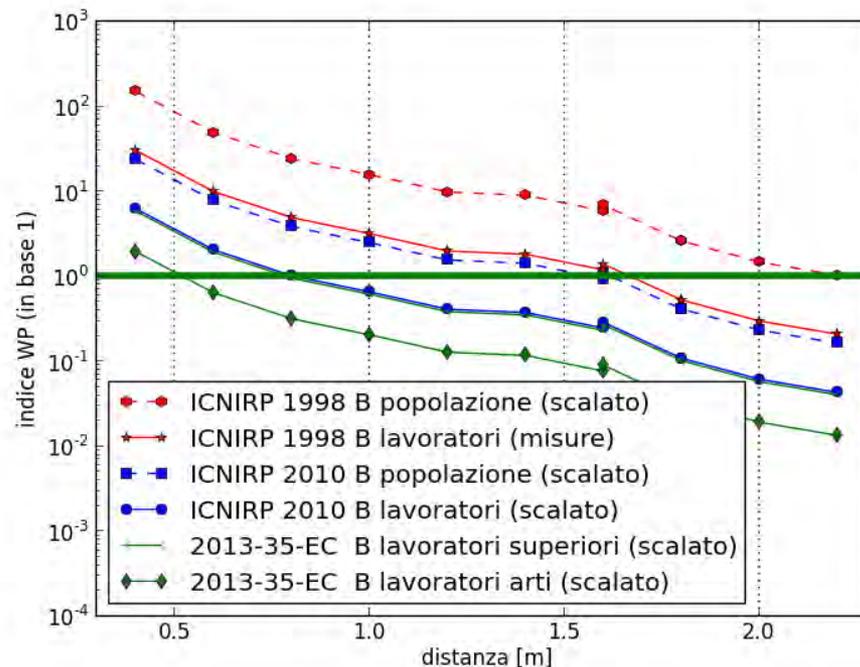
L'interpolazione permette di determinare la curva che "meglio" si adatta alle misure



Propagando gli errori di misura attraverso l'interpolazione (compresi gli errori di posizionamento della sonda) ottengo delle curve interpolanti che tengono conto dell'errore. E di conseguenza ottengo una stima dell'errore con cui si determina la distanza di rispetto.

2) Strumenti per la determinazione di distanze di rispetto

- Misuro e campiono la forma d'onda del campo in un punto fissato
- Misuro un indice di esposizione in punti a distanza variabile dalla sorgente
- Determino (mediante interpolazione) la curva che meglio approssima le misure.
- Determino a posteriori tutti gli (altri) indici di esposizione di interesse ed in particolare il rapporto di ciascuno di essi con l'indice misurato
- Scalo la curva ottenuta a partire dall'indice misurato (a) secondo i rapporti ottenuti al punto (d) ed ottengo così un'indicazione della distanza di rispetto per tutti gli indici di esposizione di interesse



Esempio di applicazione

Stimolatore muscolare magnetico



https://www.portaleagentifisici.it/fo_campi_elettromagnetici_viewer_for_macchianario.php?lg=IT&objId=29172

a) Misure di induzione magnetica in punto fisso

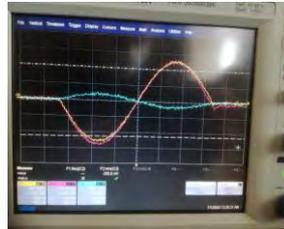
Misura



Microlog 3000

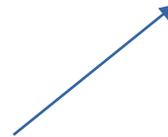


Campionamento ed
acquisizione

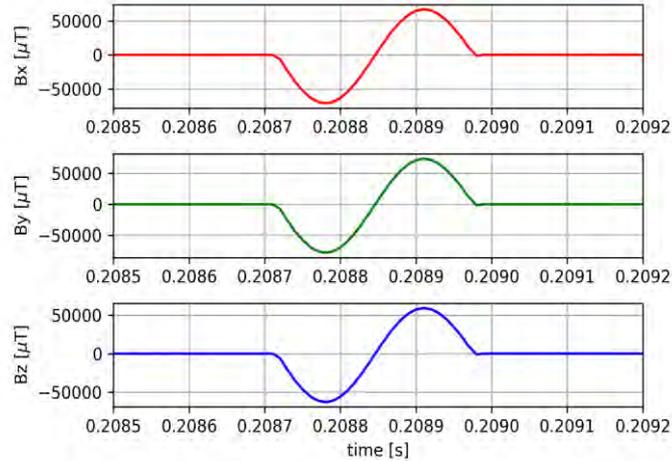
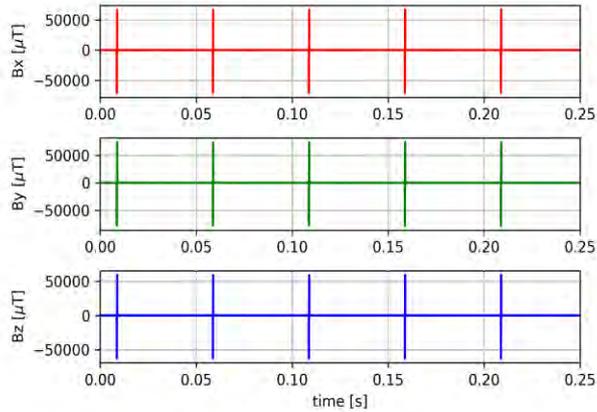


Campioni (dt) delle fdo del
campo

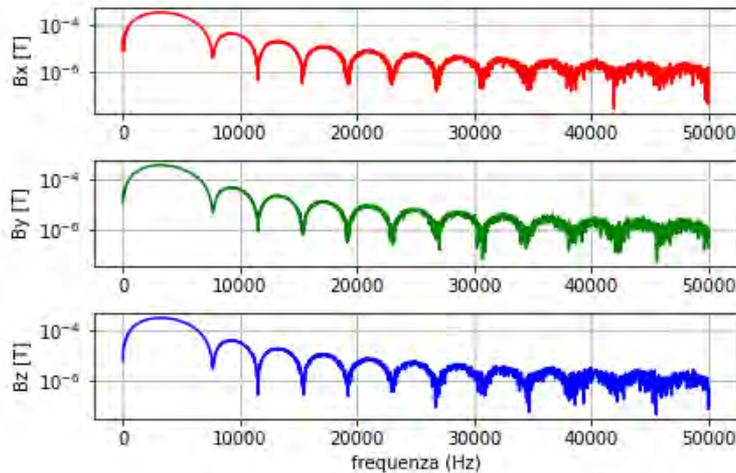
Misura con
Campionamento
integrato



a) Studio della forma d'onda

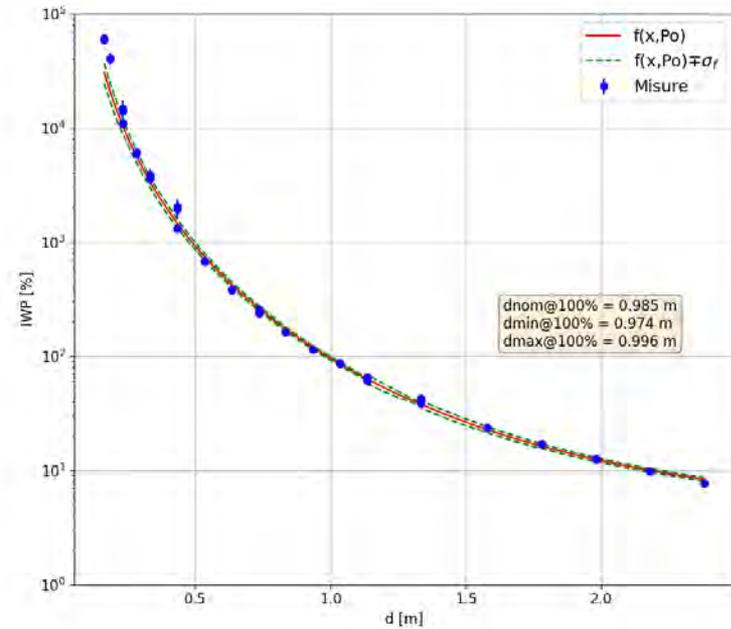
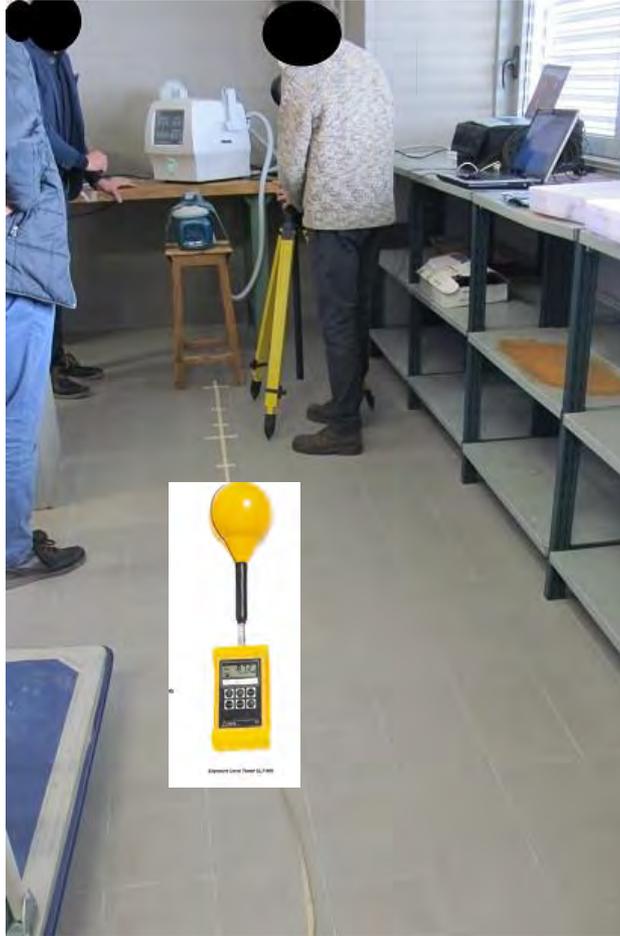


Dominio
del
tempo



Dominio
della
frequenza

b) misura di un indice a distanza crescente dalla sorgente e (c) interpolazione misure



e) indicazione della distanza di rispetto per gli indici di interesse

	Zona 0 è la zona all'interno della quale i livelli di esposizione sono sicuramente inferiori o uguali ai livelli di riferimento della popolazione (conformità alla raccomandazione 1999/519/CE)
	Zona 1 è la zona all'interno della quale i livelli di esposizione superano i livelli di riferimento della popolazione ma sono inferiori o uguali ai valori di AZIONE INFERIORI per i lavoratori stabiliti dal Decreto Legislativo n. 159/2016
	Zona 2 è la zona nella quale i livelli di esposizione superano i livelli di AZIONE INFERIORI per i lavoratori stabiliti dal Decreto Legislativo n. 159/2016

>1,56m

>0,57m

<https://www.webnir.eu/>



The screenshot shows the top navigation bar with logos for IFAC, SSI (Servizio Sanitario della Toscana), Azienda USL Toscana centro, Ospedale di S. Maria della Pietà, Istituto Superiore di Sanità, and ARPALAZIO (Agenzia Regionale Protezione Ambientale del Lavoro). The central logo is 'WebNIR Strumenti Web per la valutazione dell'esposizione occupazionale alle Radiazioni Non Ionizzanti'. To the right is the INAIL logo.

Below the navigation bar is a purple banner with the following text: "Sito web sviluppato nell'ambito dei progetti INAIL ex bando Bric-2016 Strumenti web di ausilio alla valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici - anche in riferimento ai portatori di dispositivi medici impiantabili attivi - e a radiazioni ottiche artificiali e ex bando Bric-2019 Sviluppo di strumenti e metodi per la valutazione e la gestione del rischio derivante da esposizione a campi elettromagnetici per la tutela dei lavoratori portatori di dispositivi medici indossabili ed impiantabili".

Below the banner is a navigation bar with "Ti trovi in: > Home" and a "Login" button with a green arrow.

The main content area is divided into three columns:

- Area CEM**: Campi Elettromagnetici (light blue box)
- Area DMIA**: Dispositivi Medici Impiantabili Attivi (light green box)
- Area ROA**: Radiazioni Ottiche Artificiali (light yellow box)

At the bottom of the screenshot, there is a pink banner with the text: "PER ISCRIVERSI ALLA MAILING: PROGRAMMA EVENTO FORMATIVO-INFORMATIVO DEDICATO ALLA PRESENTAZIONE DEI RISULTATI".

Sessione 3 – Nuove evidenze sperimentali e Strumenti per la valutazione dei rischi

Moderatore: E. Mattei – ISS

- 14:00 Pacemaker e defibrillatori impiantabili: valutazione dei rischi da sistemi 5G e sistemi WPT in ambito automotive
Ing. Cecilia Vivarelli - ISS
- 14:20 Caratterizzazione di sorgenti in ambiente professionale
Ing. Nicola Zoppetti – IFAC - CNR
- 14:40 Valutazione dei Rischi in ambiente professionale
Dott. Andrea Bogi – AUSL Toscana Est
- 15:00 Strumenti WEB per la valutazione dei rischi
Dott. Moreno Cornelli – IFAC- CNR
- 15:20 Discussione e presentazione del progetto BRIC 2022.
- 16.00 Chiusura dei Lavori

