

Manuale d'uso

V2_12/03/2025

Introduzione

Il progetto **DiRE MaRe** (*Digital Risk Evaluation in Magnetic Resonance*) si propone di valutare il rischio derivante dall'esposizione occupazionale nelle installazioni di Risonanza Magnetica, in particolare quelle caratterizzate dalla presenza di tomografi di ultima generazione ad alto campo. Lo scopo è quello di realizzare e sviluppare uno strumento digitale innovativo, interattivo e in tempo reale per la minimizzazione del rischio.

Il progetto è realizzato in collaborazione con l'INAIL e ha come codice unico di progetto (CUP): **J43C22001390005**.

L'applicazione web permette di effettuare una valutazione del rischio da esposizione al campo magnetico e al campo elettrico indotto negli ambienti in cui sono presenti scanner MRI (Magnetic Resonance Imaging). Simulando diverse condizioni e misurando il loro impatto sugli operatori, l'applicazione fornisce informazioni utili per migliorare la sicurezza e l'efficienza operativa delle strutture cliniche.

Gli obiettivi specifici del progetto DiRE MaRe includono:

- Sviluppo di uno strumento digitale per la stima dell'esposizione dei lavoratori in RM, a disposizione di tutti gli operatori del settore.
- Creazione di una pagina web con informazioni utili per la formazione degli operatori e la gestione di un sito RM, relativamente agli aspetti di sicurezza degli operatori.
- Studi mirati sul personale per valutare l'esposizione al campo magnetico statico (e ai campi lentamente variabili dovuti ai movimenti nel campo statico) tramite strumenti di misura o stime da simulazioni al calcolatore, al fine di caratterizzare le figure professionali e individuare le mansioni a rischio di una maggiore esposizione.

L'applicazione web si inserisce quindi nel primo obiettivo specifico del progetto, fornendo agli operatori uno strumento per la valutazione del rischio in tempo reale.

Istruzioni d'uso

Questa guida vi aiuterà a navigare all'interno dell'app web e a sfruttarne tutte le potenzialità.

1) Login e registrazione

Nella schermata iniziale sono disponibili due opzioni:

1. Accedere con email e password (se si è già registrati)
2. Registrarsi come nuovo utente tramite il pulsante rosso "Registrati"

Durante la registrazione, vi verrà richiesto di inserire i vostri dati personali che utilizzerete per i futuri accessi.

DireMare - Digital Risk Evaluation in Magnetic Resonance



Benvenuti!
 Questa applicazione web consente di testare e valutare gli effetti dei campi magnetici e del relativo campo elettrico indotto in ambienti ospedalieri con scanner MRI (Magnetic Resonance Imaging).
 Attraverso la simulazione di diverse condizioni e la misurazione del loro impatto sugli operatori, è possibile ottenere preziose informazioni per migliorare la sicurezza e l'efficienza operativa delle strutture cliniche.

[Registrati](#)

Email
admin@diremare.com

Password

Ricordami

[Login](#) [Password dimenticata?](#)



INAIL

ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO



Università
degli Studi di
Messina

Registrati

Nome: *

Cognome: *

Indirizzo Email *

Password *

Conferma Password *

Mansione *

[Registrati](#) [Indietro](#)

Nota per esperti responsabili

Se durante la registrazione selezionate il ruolo di "Esperto Responsabile", il sistema vi presenterà queste alternative:

- “Scegli un ospedale esistente”: se siete responsabili di un ospedale già registrato nel sistema (scegliere un ospedale tra quelli indicati nel menù a tendina)
- “Crea un ospedale”: se desiderate registrare un nuovo ospedale. In questo caso il sistema vi guiderà attraverso l'inserimento dei dati della struttura durante il processo di registrazione.

2) Uso dell'app

L'applicazione offre quattro funzionalità principali:

- 1. Registra nuovo percorso:** (pulsante verde centrale) In questa sezione è possibile registrare i percorsi fatti realmente nella sala RM, i quali verranno salvati anche nello storico e saranno visibili all'esperto responsabile di quell'ospedale.
- 2. Fai una simulazione:** (pulsante verde in alto a sinistra) Qui è possibile fare simulazioni di percorsi che non vengono salvati nello storico, le simulazioni possono essere fatte anche per altre persone modificando i dati. Volendo è possibile salvare le informazioni di una simulazione in PDF con un apposito tasto.
- 3. Vedi test effettuati:** (pulsante verde in alto a destra): è presente lo storico di tutti i test effettuati.
- 4. Gestisci profilo:** (clicca sul tuo nome in alto a destra e poi gestisci profilo) In questa sezione è possibile modificare i propri dati personali. È possibile modificare anche la mansione: in caso in cui debba essere modificata in “esperto responsabile” la procedura sarà la stessa descritta al punto 1.



Nota speciale per esperti responsabili

Nella sezione "Vedi test effettuati" sono visibili:

- I propri test personali
- I test di tutto il personale registrato per lo specifico ospedale di cui si è responsabili

DireMare - Digital Risk Evaluation in Magnetic Resonance

Valentina -

Tests							
Data	Ospedale	Utente	Mansione	Tipo Test	Velocità	Note	Azioni
2025-01-20 13:25:38	Reggio		Esperto Responsabile	Lineare e Rotazioni	100 (cm/s)		
2025-01-20 13:25:59	Reggio		Esperto Responsabile	Lineare e Rotazioni	150 (cm/s)		

CNR - IFC Istituto di Fisiologia Clinica

INAIL
ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

Università degli Studi di Messina

© 2025 Istituto di fisiologia clinica (IFC). All rights reserved.

made with ❤ by [inTouch SRL](#)

Nella schermata principale è presente un pulsante arancione "Vedi dettagli ospedale" in alto a destra, dal quale è possibile:

- Visualizzare le informazioni inserite durante la registrazione
- Modificare i dati relativi al campo magnetico
- Aggiornare le informazioni sulla conformazione della stanza

Per istruzioni dettagliate su come inserire i dati aggiuntivi, consultare l'Appendice 1

3) Come effettuare un test

La procedura di effettuazione di un test è stata progettata per essere intuitiva e raccogliere tutte le informazioni necessarie. Vediamo come procedere passo dopo passo.

Primo accesso e dati personali

Quando effettuerete il vostro primo test, il sistema vi chiederà di inserire alcune informazioni di base: la vostra altezza, l'ospedale di appartenenza e la vostra mansione. Per vostra comodità, questi dati possono essere salvati per i test successivi. Se in futuro avrete bisogno di modificarli, potete farlo facilmente dalla sezione "Gestisci profilo".

Impostazione del test

Per ogni test dovete specificare:

- Il tipo di percorso da analizzare: potete scegliere tra "Lineare e rotazioni" per tracciare un percorso completo nella stanza, oppure "Rotazioni" per valutare esclusivamente le rotazioni della testa di 90 gradi in un punto fisso (a piedi fermi)
- La velocità di movimento: selezionate "Emergenza" se vi siete mossi rapidamente, oppure "Routine" per movimenti normali. Se scegliete il percorso "Rotazioni" il sistema imposta automaticamente una velocità di rotazione della testa.

Nota: Il modello di velocità utilizzato di default è un modello di moto a velocità variabile (accelerazione lineare-velocità costante-decelerazione lineare); è possibile forzare la scelta di un modello di movimento a velocità costante flaggando l'apposita casella

Dopo aver compilato tutti i campi e premuto invio, il sistema potrebbe richiedere un'attesa di circa 30 secondi se si tratta del primo test della giornata, necessari per caricare i dati aggiornati del campo magnetico.

DireMare - Digital Risk Evaluation in Magnetic Resonance

Valentina ▾ ITA ▾

Nuovo Test

Vedi test effettuati Home Page

Altezza (cm) * 168

Ospedale: * Reggio

Mansione: * Esperto Responsabile

Percorso: * Lineare e Rotazioni

Scegli il tipo di percorso... Lineare e Rotazioni

Rotazioni

Velocità (cm/s) * Routine (100 cm/s)

Velocità costante?

Reset

Utilizzo della mappa

Una volta completato il caricamento, vedrete apparire la mappa della sala RM del vostro ospedale. La mappa è realizzata con le reali dimensioni della stanza e dello scanner RM; sono inoltre indicate le reali posizioni della visiva e della porta. Il rettangolo rosso delimita l'area del campo magnetico calcolato: solo i percorsi tracciati all'interno di questo rettangolo potranno essere elaborati. Nella parte in alto della mappa troverete l'indicazione delle coordinate spaziali della posizione del mouse in tempo reale.

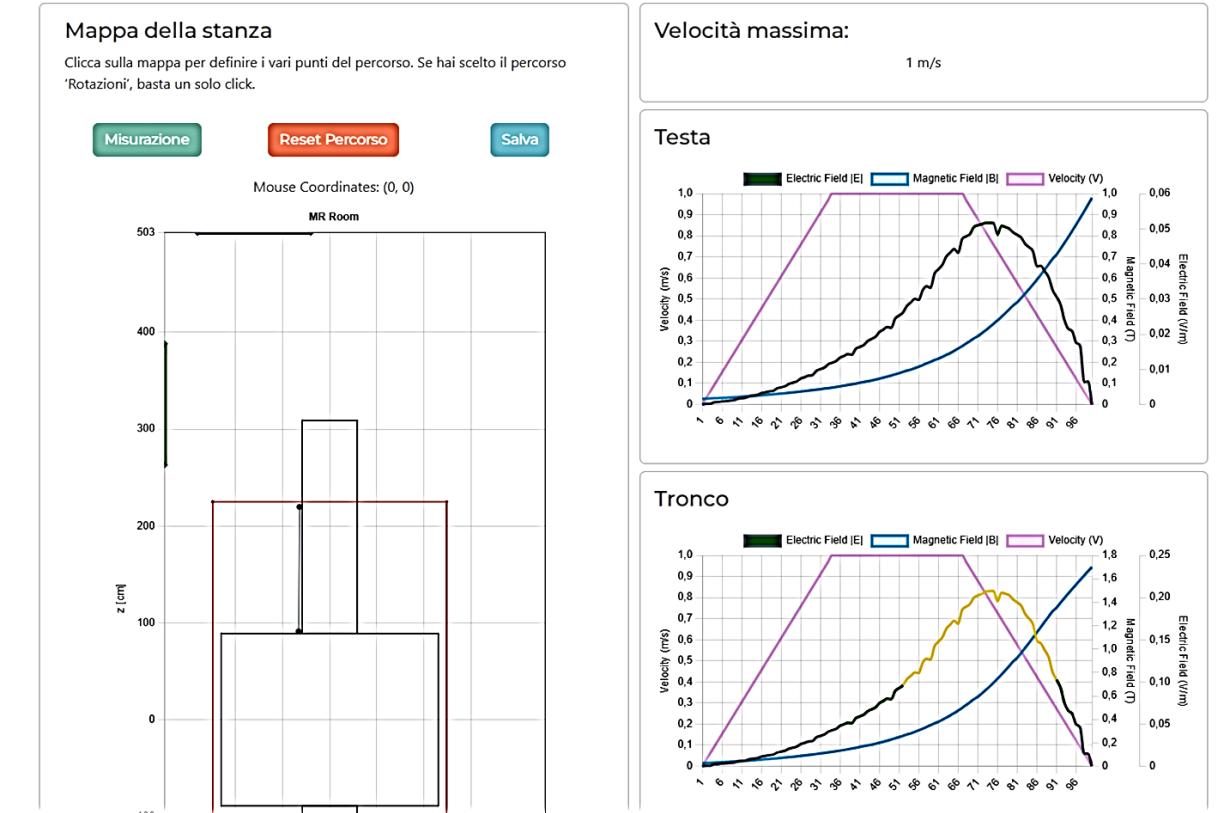
Per test di percorso "Lineare e rotazioni":

- Cliccate sui punti che meglio rappresentano il vostro percorso all'interno della sala. Il percorso sarà rappresentato come linee rette tra due clic successivi: indicate con il primo clic il punto di partenza del vostro percorso, poi i punti successivi fino all'ultimo clic che rappresenterà il punto di arrivo del percorso
- Si consiglia di non superare i 5 punti per mantenere la chiarezza del percorso
- Se necessario, potete utilizzare il pulsante rosso "Reset Percorso" in alto a destra per ricominciare la selezione dei punti

Per test di percorso "Rotazioni":

- Cliccate sul punto esatto in cui avete effettuato la rotazione (a piedi fermi)
- Se necessario, potete utilizzare il pulsante rosso "Reset Percorso" in alto a destra per selezionare un nuovo punto

Una volta scelto il percorso premete il pulsante verde "Misurazione" in alto a sinistra



4) Come leggere i risultati

Una volta premuto il pulsante "Misurazione", l'app elaborerà i dati del vostro percorso, calcolando sia il campo magnetico che quello elettrico indotto. I risultati verranno presentati attraverso grafici intuitivi e un'analisi complessiva del rischio.

Visualizzazione dei grafici

L'app genera grafici differenti in base al tipo di test effettuato:

- Per il percorso “Lineare e rotazioni”: vengono generati tre grafici distinti per testa, tronco e genitali
- Per le "Rotazioni": viene mostrato un unico grafico relativo alla testa

In ogni grafico troverete tre elementi rappresentati con colori diversi:

- Linea viola: rappresenta la velocità di movimento in metri al secondo (m/s)
- Linea blu: mostra l'andamento del campo magnetico in Tesla (T)
- Linea grigia: indica il campo elettrico indotto in Volt per metro (V/m)

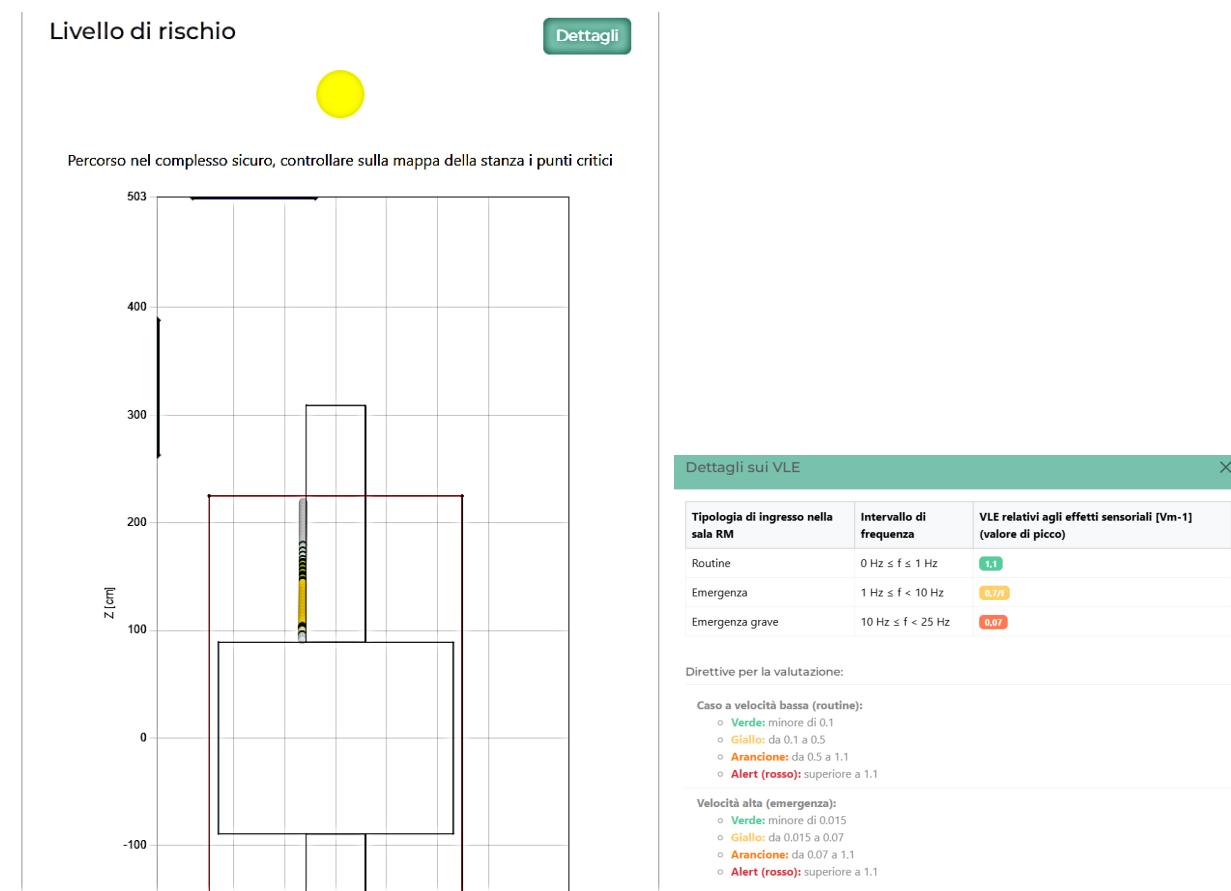
L'asse orizzontale del grafico indica il percorso riprodotto: ciascun tratto rettilineo del percorso è suddiviso in 100 steps.

Analisi del rischio

Nella sezione in basso a sinistra troverete un feedback completo sul vostro percorso, che vi fornirà una valutazione complessiva del livello di rischio associato al movimento effettuato, in relazione ai valori di picco di campo magnetico e campo elettrico indotto trovati lungo il percorso:

- Luce verde: percorso sicuro (livello di rischio basso)
- Luce gialla: percorso nel complesso sicuro, controllare sulla mappa della stanza i punti critici
- Luce arancione: percorso poco sicuro, controllare sulla mappa della stanza i punti critici

Cliccando sul pulsante “Dettagli” si aprirà una finestra con una tabella riassuntiva dei limiti di legge di riferimento (valori limite di esposizione, VLE).



Salvataggio e documentazione

Per completare il test, premete il pulsante “Salva” al centro della pagina per salvare i risultati. Si aprirà una finestra pop-up dove potrete:

- Segnalare eventuali sintomi riscontrati durante il percorso

- Aggiungere note su aspetti rilevanti
- Oppure semplicemente premere "Save" se non ci sono osservazioni particolari
-

Una volta completata questa procedura, il test verrà automaticamente archiviato e sarà consultabile nella sezione "Vedi test effettuati" in alto a destra.

Appendice 1 - Inserimento dati tecnici (Per esperti responsabili)

Gli esperti responsabili possono inserire i dati del campo magnetico relativi al proprio ospedale utilizzando due modalità distinte:

- **Caricamento file Excel completo:** Permette di caricare un file Excel contenente tutti i dati del campo magnetico dell'intera sala operatoria.
- **Inserimento manuale delle misure:** Consente di inserire direttamente tramite l'interfaccia web le singole misure del campo magnetico rilevate nella sala.

Entrambe le modalità di caricamento verranno descritte dettagliatamente nelle sezioni successive di questo manuale.

Il sistema offre la possibilità di caricare una o entrambe le tipologie di dati (file Excel e/o inserimento manuale). Nel caso vengano caricate entrambe le versioni, è possibile selezionare quale utilizzare attraverso l'apposita opzione disponibile nell'applicazione, come mostrato nell'immagine seguente.

Scegli il tipo di campo magnetico da usare per il salvataggio: *

- Caricamento da file Excel
 Inserimento manuale/interpolato
 Nessuna

Inserire file Excel: *

[Scegli file](#) Nessun file selezionato

File attualmente caricato:

Misure_Massa.xlsx [X Rimuovi](#)

Stanza: *

[Modifica stanza](#) [Crea campo magnetico](#) [Elimina campo magnetico](#)

Caricamento del file Excel

Il file Excel da caricare deve rispettare le seguenti caratteristiche.

Deve contenere 3 fogli di lavoro, uno per ciascuna altezza del piano orizzontale su cui sono state effettuate le misure di campo. Ogni foglio deve essere rinominato secondo la convenzione seguente:

- Foglio "genitali": misurazioni effettuate tra 90 e 110 cm da terra
- Foglio "tronco": misurazioni effettuate tra 120 e 140 cm da terra
- Foglio "testa": misurazioni effettuate tra 150 e 170 cm da terra

Ogni foglio deve rispettare questa organizzazione dei dati con il seguente sistema di coordinate:

- La prima cella (A1) deve contenere la dicitura z/x
- Prima riga: deve contenere le coordinate X del punto a cui si riferisce il valore del campo magnetico (in centimetri)
- Prima colonna: deve contenere le coordinate Z del punto a cui si riferisce il valore del campo magnetico (in centimetri)
- Ogni cella deve contenere il valore di campo magnetico in T relativo alle coordinate spaziali specificate per la cella stessa
- Griglia: i dati devono essere organizzati in una griglia con risoluzione 1x1 cm
- Punto di riferimento: tutte le coordinate devono essere riferite all'isocentro

Si veda la figura seguente a titolo di esempio:

	A	B	C	D	E
1	z/x	-200	-199	-198	-197
2	-340	0	0	0	0
3	-339	0	0	0	0
4	-338	0	0	0	0
5	-337	0	0	0	0
6	-336	0	0	0	0
7	-335	0	0	0	0
8	-334	0	0	0	0
9	-333	0	0	0	0
10	-332	0	0	0	0
11	-331	0	0	0	0
12	-330	0	0	0	0
13	-329	0	0	0	0
14	-328	0	0	0	0
15	-327	0	0	0	0
16	-326	0	0	0	0

Ad esempio la cella D9 riporta il valore di campo magnetico (in questo caso pari a 0T) per il punto con coordinate x=-198 cm, z=-333 cm rispetto all'isocentro dello scanner

Per un'area di misurazione di 2x2 metri centrata sull'isocentro, le coordinate X e Z varieranno da -100 a +100 cm. Non esistono vincoli dimensionali massimi oltre quelli fisici della sala operatoria, mentre l'area può essere ridotta secondo le necessità, tenendo presente che dimensioni minori limiteranno la zona in cui sarà possibile svolgere le simulazioni.

Caricamento dati del campo magnetico direttamente dal sito

Per garantire un'analisi accurata dei movimenti all'interno della sala RM, è necessario fornire delle misurazioni dettagliate del campo magnetico. Le misurazioni del modulo del campo magnetico $|B|$ devono essere fatte su tre piani diversi:

- Piano genitali: misurazioni tra 90 e 110 cm da terra
- Piano tronco: misurazioni tra 120 e 140 cm da terra
- Piano testa: misurazioni tra 150 e 170 cm da terra

Per ogni piano, le misurazioni devono:

- Essere distribuite in forma quadrata come in figura 1
- Essere prese a partire dal laser di riferimento (la coordinata x è perpendicolare al lettino mentre la z è parallela)
- Il quadrato deve essere fatto a partire dal punto in cui riuscite a fare la misura del campo magnetico più vicino al laser, e deve essere formato da 16 punti distanti 30 cm tra loro
- Data la simmetria del campo magnetico potete effettuare la misura indifferentemente a destra o a sinistra del lettino, considerando comunque valori positivi delle coordinate

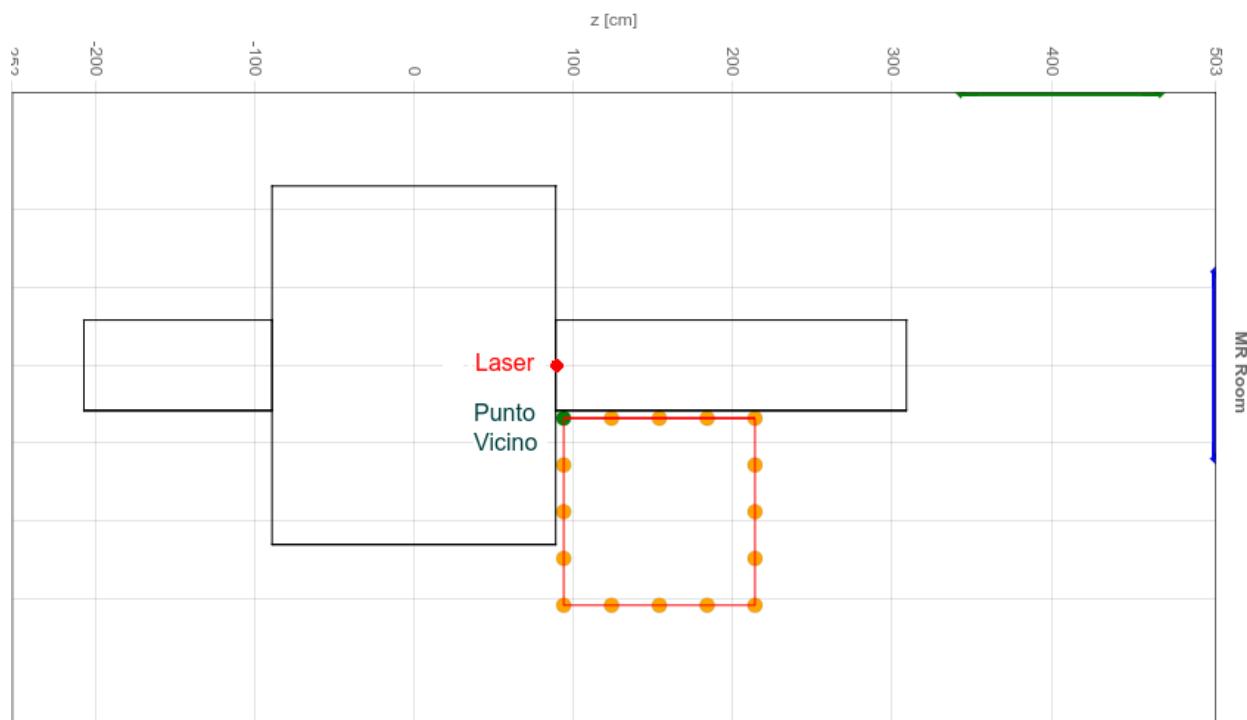
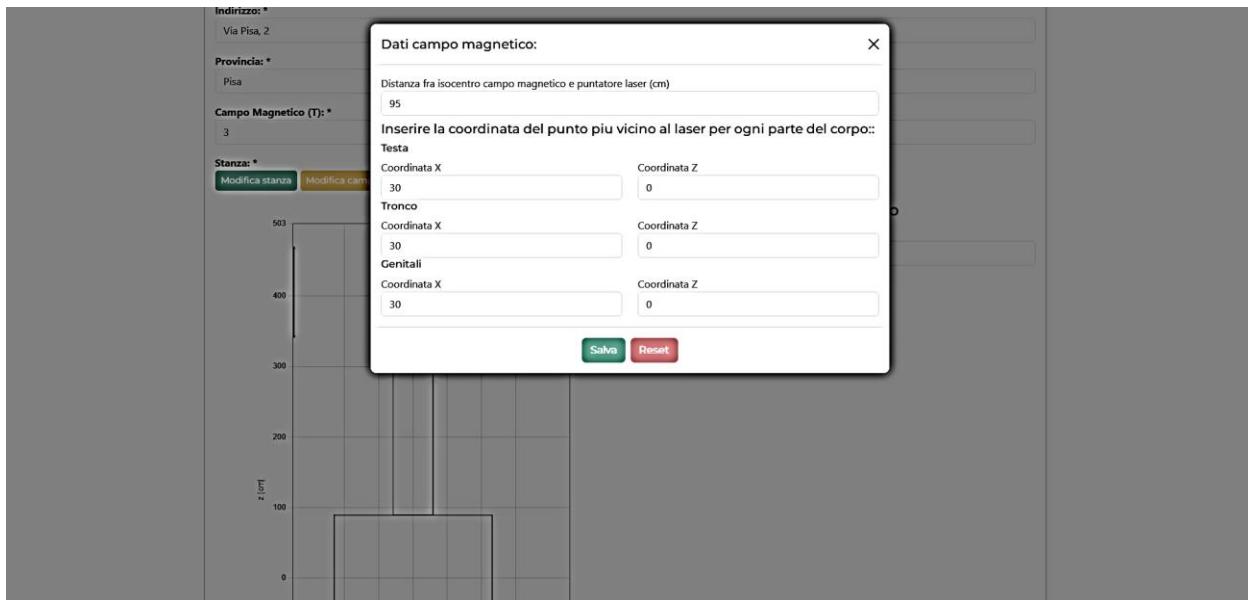


Figura 1: le misure devono essere prese in forma quadrata, i punti devono essere distanti 30 cm fra di loro. In rosso è rappresentato il laser ($x=0$, $z=0$), in verde il punto più vicino che in questo caso è ($x=34$, $z=2$), che deve essere caricato come prima misura.

Attraverso il pulsante “Vedi dettagli ospedale” in alto a destra, si apre la scheda relativa allo specifico ospedale; dal pulsante “Modifica” l’esperto responsabile può modificare i dettagli dell’ospedale. Nella scheda ci sono due pulsanti: “Modifica stanza” e “Modifica campo magnetico”, cliccando su quest’ultimo si aprirà una finestra dove inserire la

distanza fra l'isocentro e il laser in centimetri e poi le distanze fra il punto più vicino e il laser sempre in centimetri e soprattutto in valore assoluto per i tre piani considerati (genitali, torace, testa). Una volta inseriti questi dati apparirà il quadrato con i punti da voi presi (è indifferente se li avete presi a destra del lettino e appare a sinistra vista la simmetria del sistema) vi basterà cliccare ogni punto e inserire il valore del campo magnetico in **Tesla**. Questa procedura andrà fatta per tutti e tre i piani; una volta finito cliccare sul pulsante in alto a destra “Invia” e il campo magnetico sarà caricato.



Configurazione della sala RM

Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche della sala, è disponibile un modulo di configurazione intuitivo dove potrete inserire tutti i dettagli strutturali rilevanti. La compilazione accurata di questi dati è fondamentale per garantire una corretta valutazione dei percorsi e dei rischi associati.

Attraverso il pulsante “Vedi dettagli ospedale” in alto a destra, si apre la scheda relativa allo specifico ospedale; dal pulsante “Modifica” si possono visualizzare i dettagli dell’ospedale e premendo “Modifica stanza” raggiungere il modulo di configurazione che permette di impostare:

- Le dimensioni complessive della stanza
- La posizione e le caratteristiche della porta e della visiva
- Le specifiche e il posizionamento della macchina RM
- Altri elementi strutturali significativi

Per saperne di più

Contatti

Ing. Valentina Hartwig (Istituto di Fisiologia Clinica, CNR) valentina.hartwig@cnr.it

Dr. Francesco Girardello (Istituto di Fisiologia Clinica, CNR) francescogirardello@cnr.it
Prof. Giuseppe Acri (Università di Messina) gacri@unime.it

Bibliografia

ICNIRP (2014) Guidelines for limiting exposure to electric fields induced by and by time-varying magnetic fields below 1 Hz. *Health Phys* 106:418–425

https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPmvtgdl_2014.pdf

European Parliament and Council of the European Union (2013) Directive 2013/35/EC on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields). *Off J Eur Union* L179/1–21

<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:179:0001:0021:en:PDF#:~:text=This%20Directive%20is%20intended%20to,in%20the%20Union%2C%20while%20reducing>

European Commission (2015) Non-binding guide to good practice for implementing Directive 2013/35/EC Electromagnetic Fields Volume 1: Practical Guide

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/c6440d35-8775-11e5-b8b7-01aa75ed71a1>

European Commission (2015) Non-binding guide to good practice for implementing Directive 2013/35/EC Volume 2: Case Studies

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/e71e8b3f-8775-11e5-b8b7-01aa75ed71a1>

Applicazione del decreto legislativo 159/2016: valutazione del rischio da movimento nella pratica di risonanza magnetica

<https://www.inail.it/cs/internet/docs/all-sic-ris-mag-applicazione-decreto-legis-159-2016.pdf?section=attivita>

V. Hartwig, G. Virgili, F. Mattei, C. Biagini, S. Romeo, O. Zeni, M.R. Scarfi, R. Massa, F. Campanella, L. Landini, F. Gobba, A. Modenese, G. Giovannetti. "Occupational exposure to electromagnetic fields in magnetic resonance environment: an update on regulation, exposure assessment techniques, health risk evaluation and surveillance". *Medical & Biological Engineering & Computing*, 2022 Feb;60(2):297-320

V. Hartwig, S. Romeo, O. Zeni (2018) Occupational exposure to electromagnetic fields in magnetic resonance environment: basic aspects and review of exposure assessment approaches, *Medical & Biological Engineering & Computing*, 56: 531-545.

Valentina Hartwig, Marianna Cianfaglione, Francesco Campanella, Maria Antonietta D'avanzo, Carlo Sansotta, Giuseppe Acri. 2024. "Assessment of exposure to spatially varying magnetic fields in MRI environments: modelling analysis for simulation tools" *IEEE Access*, 2024. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3355191>

Siti utili

<http://diremare-project.it/>
<http://www.mriworkers.eu/>