



Gestione del Cantiere, Installazione e Verifiche Periodiche di una Risonanza Magnetica

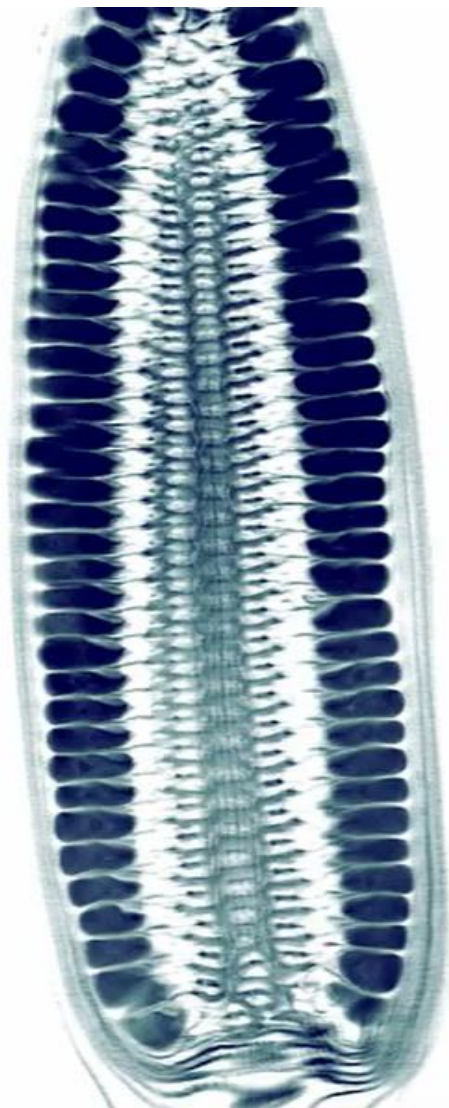
***Le Verifiche Periodiche da effettuare
sulla Risonanza Magnetica
PARTE 1***

Ing. Fabrizio Delia
Libero professionista
Esperto Responsabile di Risonanza Magnetica

Roma, 24 ottobre 2025



COME FUNZIONA LA RM



Video INFN

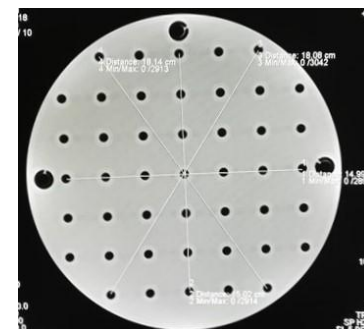
1 –CAMPO MAGNETICO



2 –RADIOFREQUENZA



3 –IMAGING



4 –CRIOGENI





RISONANZA MAGNETICA “PERMANENTE”

(da 0,18Tesla a 0,4Tesla)

Il campo magnetico Terrestre è tra
20 μ T e 70 μ T (0,000070Tesla)

POSSIEDE CAMPO
MAGNETICO CHE NON
PUO' **MAI** ESSERE
DISATTIVATO





TIPOLOGIA DI RISONANZE

RISONANZA MAGNETICA

“SUPERCONDUTTIVA”

(da 1Tesla a 7Tesla)

Il campo magnetico terrestre

è tra $20\mu\text{T}$ e $70\mu\text{T}$
(0,000070Tesla)

POSSIEDE CAMPO
MAGNETICO CHE
PUO' ESSERE
DISATTIVATO **SOLO** IN
CASO DI PERICOLO DI
VITA DELLE PERSONE



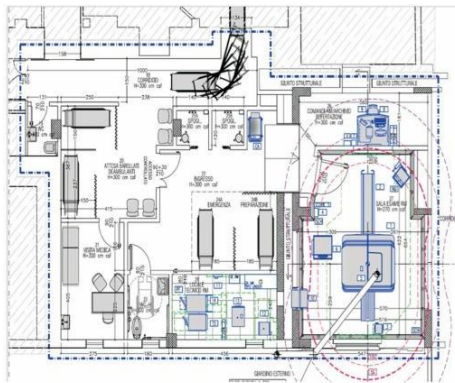


QUADRO NORMATIVO ITALIANO ATTUALE

Riferimento legislativo	Data	Validità
Decreto Ministeriale	29/11/1985	Artt. 1 e 2 (Abrogato)
Decreto Ministeriale	02/08/1991	Art. 7 Allegati (1-6) (Abrogato)
Decreto Ministeriale	03/08/1993	Artt. 2,4,5 Allegati A,B (Abrogato)
Decreto Ministeriale	10/08/2018	Abrogato
D.P.R. n. 542	08/08/1994	Tutti gli Articoli
Indicazioni Operative ISPESL/INAIL	30/05/2004-2018	
Decreto legislativo n. 159	01/08/2016	Tutti gli Articoli
Legge n.160	07/08/2016	Tutti gli articoli (autoriz. fino 4T)
Decreto Ministeriale	14/01/2021	Tutti gli Articoli



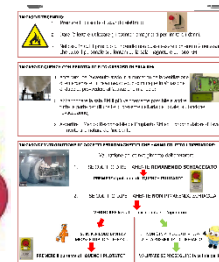
- ➡ • Approva il progetto definitivo ai fini della conformità ai requisiti di sicurezza di cui ai presenti Standard;
- ➡ • Assicura la verifica della corrispondenza tra il progetto realizzato e quello approvato
- ➡ • Acquisisce, al termine dei lavori, copia delle dichiarazioni di conformità alla regola dell'arte o alle relative norme di buona tecnica degli impianti e dei dispositivi di sicurezza installati;

[illegible]

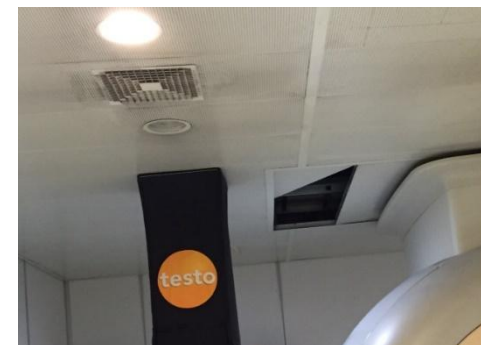
ATTRIBUZIONI DELL'ESPERTO RESPONSABILE DELLA SICUREZZA IN RM (p.to E ALL. DM)



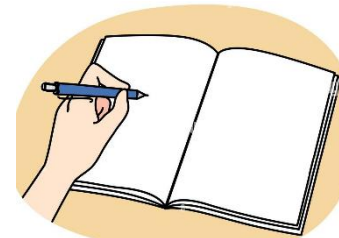
- ➔ • predispone le procedure da seguire in caso di emergenza;



- ➔ • assicura la verifica periodica del perdurare del corretto funzionamento dei dispositivi di sicurezza e degli impianti accessori;



- ➔ • elabora le norme interne di sicurezza per quanto attiene la gestione del rischio;



- ➔ • assicura l'**ETICHETTATURA** dei dispositivi medici e delle attrezzature amovibili presenti all'interno del SITO RM;



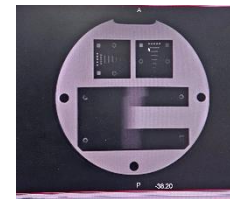
ATTRIBUZIONI DELL'ESPERTO RESPONSABILE DELLA SICUREZZA IN RM (p.to E ALL. DM)



- Elabora il programma digaranzia della qualità per gli aspetti fisici;



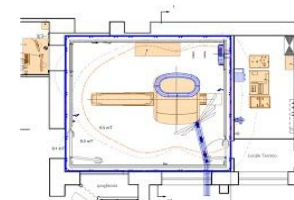
- Garantisce l'esecuzione periodica dei controlli di qualità;



- Assicura le verifiche periodiche di efficacia schermante della gabbia di faraday;



- Effettua la sorveglianza fisica dell'ambiente;



- segnala al datore di lavoro, ovvero ai suoi delegati, gli incidenti e mancati incidenti connessi alle tecnologie all'interno del sito RM.



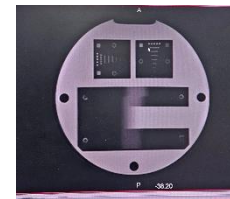
ATTRIBUZIONI DELL'ESPERTO RESPONSABILE DELLA SICUREZZA IN RM (p.to E ALL. DM)



- Elabora il programma digaranzia della qualità per gli aspetti fisici;



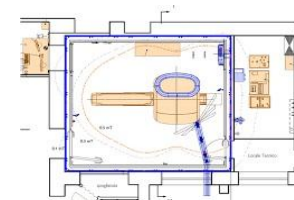
- Garantisce l'esecuzione periodica dei controlli di qualità;



- Assicura le verifiche periodiche di efficacia schermante della gabbia di faraday;



- Effettua la sorveglianza fisica dell'ambiente;



- segnala al datore di lavoro, ovvero ai suoi delegati, gli incidenti e mancati incidenti connessi alle tecnologie all'interno del sito RM.





CONTROLLI DI QUALITA'

I controlli di imaging fanno parte di quello che più genericamente viene definito **Garanzia della qualità dell'APPARECCHIATURA RM (F.1)**

- Il programma deve prevedere la registrazione delle prove di accettazione e dei controlli di qualità periodici.

A tale scopo si dovranno seguire **protocolli consolidati nazionali ed internazionali**, eventualmente tenendo anche conto dell'utilizzo di **tecniche di alta specializzazione**, le quali richiedono protocolli specifici la cui esecuzione dovrà essere garantita dall'ESPERTO RESPONSABILE DELLA SICUREZZA....

- I risultati delle prove di accettazione **e di almeno gli ultimi due controlli periodici di qualità** devono essere firmati dal ESPERTO RESPONSABILE DELLA SICUREZZA IN RM e conservati nel registro dell'APPARECCHIATURA RM, anche in formato digitale.

- Le prove di accettazione dovranno essere allegate al verbale di collaudo dell'APPARECCHIATURA RM.

- Il giudizio di idoneità all'uso clinico dell'APPARECCHIATURA RM deve essere formalmente riportato sul registro dell'APPARECCHIATURA RM congiuntamente all'esito dei controlli espletati.

• I CONTROLLI PERIODICI DEVONO GARANTIRE IL PERDURARE DELLE CONDIZIONI DI SICUREZZA E DI QUALITA' DELL'INSTALLAZIONE RM.

AIFM protocollo minimo

Tabella 1



controlli minimi – parametri di imaging			
Parametro funzionale	EUROSPIN	AAPM	NEMA
SNR	X	X	X
Distorsione Geometrica	X	X	X
Uniformità	X	X	X
Risoluzione spaziale ad alto contrasto	X	X	
Spessore dello strato	X	X	X
Distanza dello strato	X	X	
Posizione dello strato	X	X	
Artefatti (ghosts)	X	X	
Accuratezza, Precisione e Contrasto T1 e T2	X		

controlli di accettazione - parametri non di imaging
frequenza di risonanza
stabilità del campo B0
omogeneità del campo B0
calibrazione dell'intensità e linearità dei gradienti
correnti parassite
accuratezza dell'angolo di nutazione (flip angle)
calibrazione della radiofrequenza

Nota: la misura dei parametri di imaging rappresenta già un'indicazione del livello di adeguatezza, nell'ambito del processo di formazione dell'immagine, delle impostazioni dei parametri non di imaging (Tabella 2).

CONTROLLI DI IMAGING

Attraverso la tabella che segue è possibile risalire alle cause di eventuali problemi riscontrati nei controlli nonché all'individuazione di quei sottosistemi dell'apparecchiatura RM che possono essere responsabili dell'anomalia.

Tabella 2

Parametri di Imaging non imaging	SNR	Dist. Geom.	Unifor.	Ris. Spaz.	Spessore e Posiz.strato	Artefatti	Precis. e acc. T1, T2
frequenza di risonanza	X						X
stabilità del campo B0	X	X	X		X	X	X
calibrazione dell'intensità e linearità dei gradienti		X	X	X	X	X	
correnti parassite			X			X	
accuratezza dell'angolo di nutazione (flip angle)	X						X
calibrazione della radiofrequenza			X		X		



CONTROLLI DI IMAGING

I fantocci devono contenere strutture a geometria nota per la determinazione di alcuni parametri ed è utile che risultino visibili per un corretto posizionamento all'interno del campo magnetico.

Questi fantocci devono avere dimensioni opportune in riferimento al massimo valore del Campo di Vista (FOV) previsto per la particolare bobina in uso. In questo modo le immagini che si ottengono consentono di evidenziare meglio le eventuali anomalie, mentre, diversamente, i test potrebbero produrre risultati validi solo per un volume limitato rispetto a quello possibile per la scansione. Inoltre è consigliabile utilizzare l'acquisizione simultanea di più sezioni (Multi-Slice) che interessano sezioni differenti dei test phantom i quali presentano differenti inserti geometrici specifici per i parametri da determinare.





CONTROLLI DI IMAGING

LIQUIDO PER I FANTOCCI : RICETTA DEL MIO FANTOCCIO

Fluido fantoccio (soluzione per 1l di acqua distillata)

- 770 mg Solfato di rame pentaidrato, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (corrispondente a 3,1mMol)
- 1 ml arquad (1% soluzione)
- 0,05 ml Acido solforico, H_2SO_4 (0,05% soluzione)

Inserto 1 (soluzione per 1 L di acqua distillata)

- 78,1 mg Cloruro manganoso, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ + 1 ml arquad + 0,05 ml H_2SO_4

Inserto 2 (soluzione per 1 L di acqua distillata)

- 38,6 mg Cloruro manganoso, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ + 1 ml arquad + 0,05 ml H_2SO_4

Inserto 3 (soluzione per 1 L di acqua distillata)

- 25,7 mg Cloruro manganoso, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ + 1 ml arquad + 0,05 ml H_2SO_4

Inserto 4 (soluzione per 1 L di acqua distillata)

- 19,2 mg Cloruro manganoso, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ + 1 ml arquad + 0,05 ml H_2SO_4

Inserto 5 (soluzione per 1 L di acqua distillata)

- 309 mg Solfato di rame pentaidrato, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ + 1 ml arquad + 0,05 ml H_2SO_4

Tutto il fantoccio è riempito con un unico fluido, tranne il settore del T1/T2, che è composto da vari fluidi. I valori del $\text{pH}=2,5$ e $\sigma=0,7 \text{ S/m}$



CONTROLLI DI IMAGING

Riproducibilità dei controlli di imaging

- Utilizzare sempre gli stessi fantocci tutte le volte
- Utilizzare gli stessi parametri di scansione – preferire parametri di riferimento del costruttore
- Utilizzare lo stesso metodo di valutazione

BOBINE di riferimento: HEAD e BODY

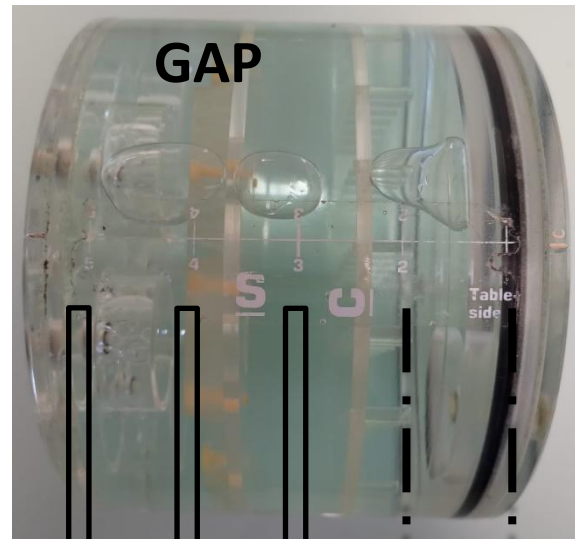
N°	Tipologia	Normativa - Norme di buona tecnica
01	Uniformità dell'immagine	Protocolli AAPM
02	Distorsione dell'immagine	Protocolli AAPM
03	Posizionamento degli strati	Protocolli AAPM
04	Spessore dello strato	Protocolli AAPM
05	Separazione tra strati	Protocolli AAPM
06	Profilo dello strato	Protocolli AAPM
07	Risoluzione spaziale	Protocolli AAPM
08	Eddy current	Protocolli AAPM
09	Artefatti e Ghosting	Protocolli AAPM
10	Slice warp	Protocolli AAPM
11	Precisione di T1-T2	Protocolli AAPM
12	Uniformità di T2	Protocolli AAPM
13	Rapporto Segnale/Rumore	Protocolli AAPM

I parametri consigliati per un tomografo da 1,5 T sono:
· TR = 1000;
· TE = 20 - 100;
· TH = 5 mm;
· Medie = 1;
· FOV = 250;
· Matrice 256x256, GAP 25 mm, ovvero 500%, ovvero 30mm [numero di slices, NS, = 6 con fantoccio TEST.....].



CONTROLLI DI IMAGING

GAP



GAP 25 mm,
ovvero 500%,
ovvero 30mm
[numero di slices, NS, = 6 con
fantoccio TEST.....].

25mm
o altro

5mm
o altro

30mm

CONTROLLI DI IMAGING

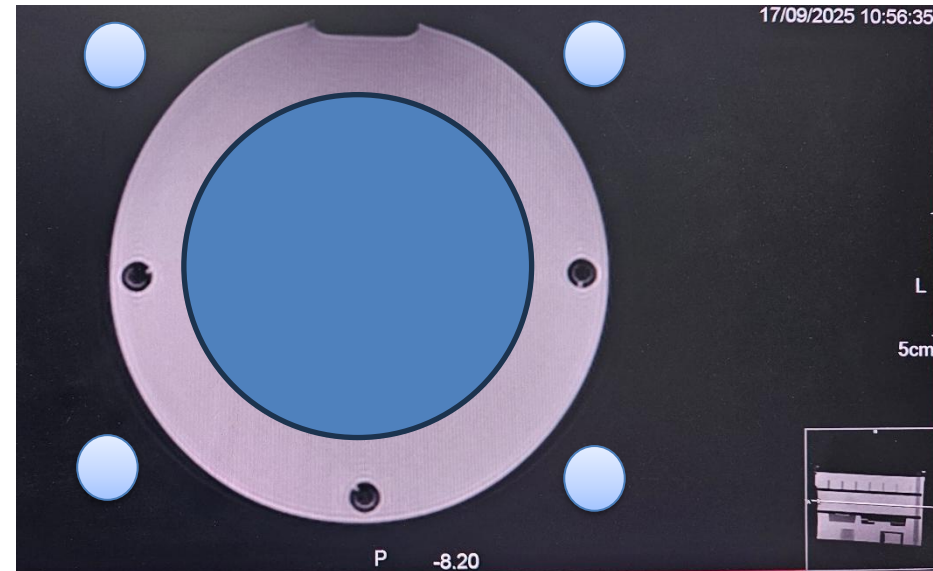
SNR

Sequenza SE; TR = 1000; TE = 20 - 100; TH = 5 mm; Medie = 1; FOV = 250; Matrice 256x256
BOBINE di riferimento: HEAD e BODY

1) Disegnare nell'immagine una ROI (ROI75%) posizionata al centro dell'area dell'oggetto test che produce segnale e di dimensioni pari al 75% di questa area. Determinare il valor medio dell'intensità dei pixel della ROI75%. (I0)

2) Disegnare nell'immagine 4 ROI (ROI10%) posizionate in una zona dell'immagine priva di segnale e di artefatti visibili (es: in un angolo dell'immagine) e di dimensioni pari al 10% dell'area che produce segnale dell'oggetto test. Il valore di baseline è calcolato come la deviazione standard (sd) della media dei pixel all'interno delle 4 (I1-I4)(σbkg).

3) Calcolare il Rapporto Segnale Rumore come: SNR



LIMITI

SNR(costanza) = $\pm 20\%$ SNR(collaudo)

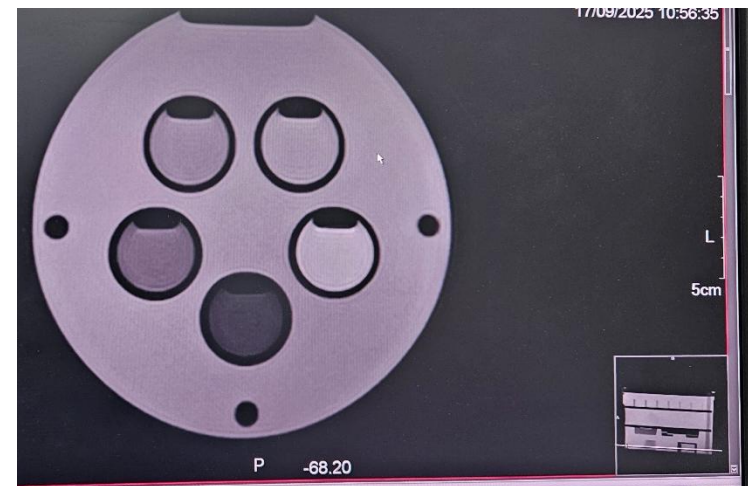
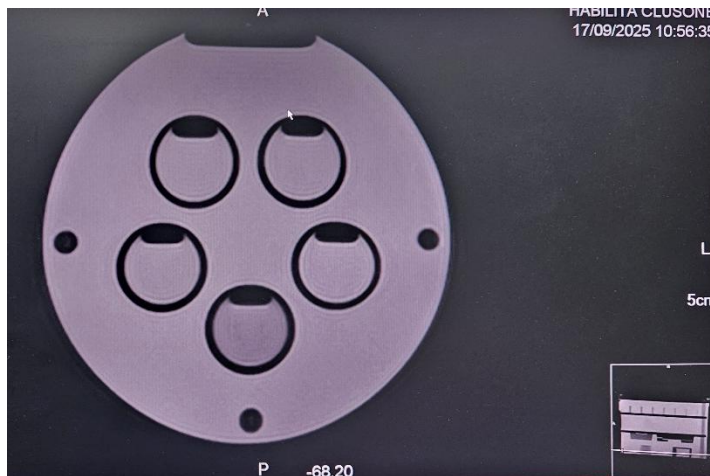


CONTROLLI DI IMAGING

I protoni presenti nei fluidi si comportano diversamente rispetto a quelli legati a molecole qualora vengano eccitati da impulsi di radiofrequenza. L'acqua legata a macromolecole, per effetto delle forze di legame, tende ad avere T1 e T2 minori rispetto all'acqua libera.

VALUTAZIONE DI T2

Facendo una unica acquisizione (SE o FSE) con due immagini i cui valori di Te1 e Te2 siano abbastanza lontani; ad es. Te1= 10 ms; Te2=100 ms.



VALUTAZIONE DI T1

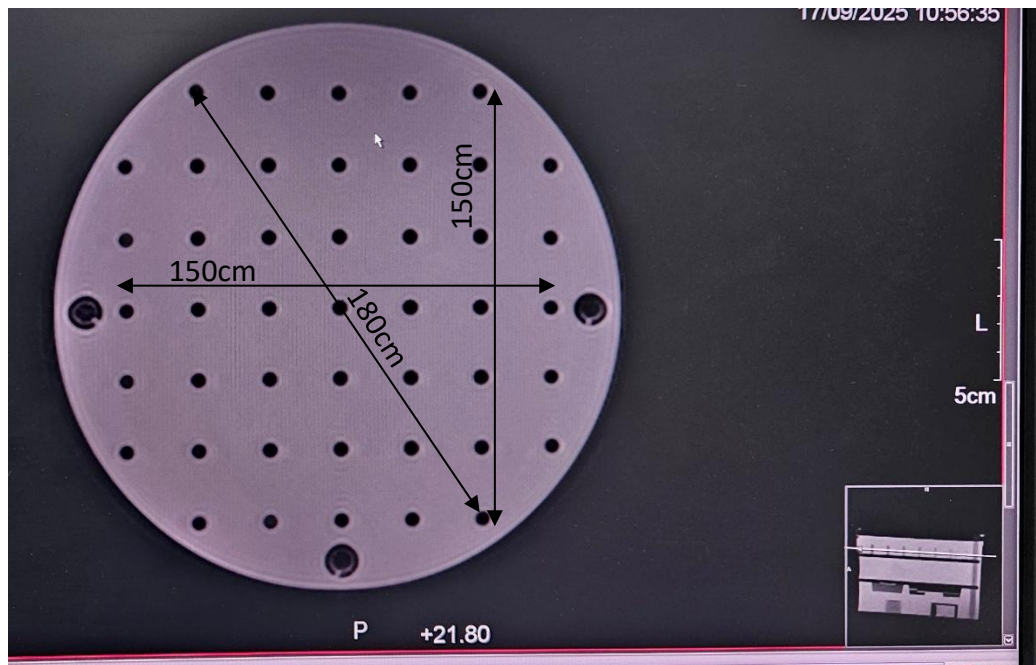
Vengono fatte due acquisizioni:
una SE con TR 800 e Te10
una IR con TR800 e IR 400 e Te 10.



CONTROLLI DI IMAGING

DISTORSIONE GEOMETRICA

Sequenza SE; TR = 1000; TE = 20 - 100; TH = 5 mm; Medie = 1; FOV = 250; Matrice 256x256 BOBINE di riferimento: HEAD e BODY



(matrice da 25mmx25mm)
La distorsione D verrà valutata quindi nel seguente modo:
$$D = (D_v - D_m) / D_m * 100 \%$$

Dove D_v = distanza vera D_m = distanza misurata
Un valore accettabile può essere <2%

Influenzano la distorsione geometrica:

- a) disomogeneità del campo magnetico statico**
- b) non linearità dei gradienti applicati**

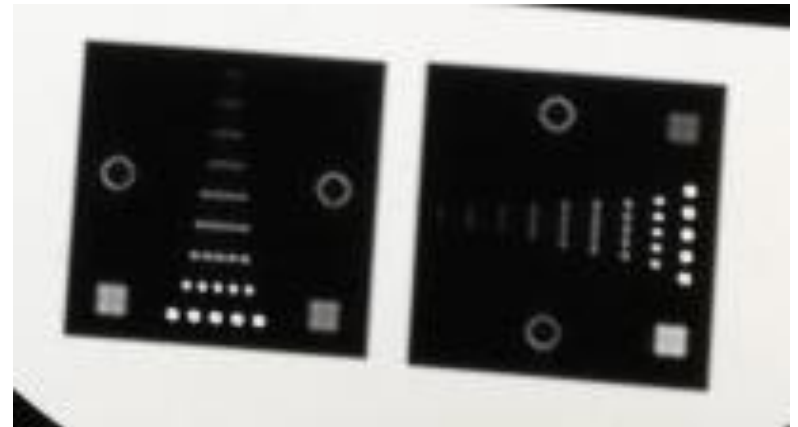
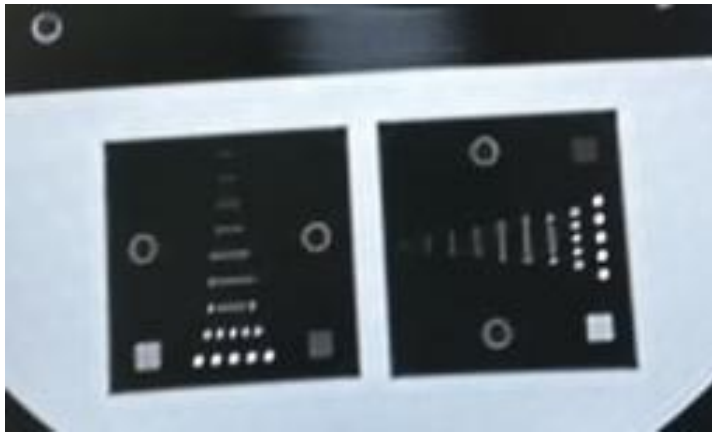


CONTROLLI DI IMAGING

RISOLUZIONE SPAZIALE

Sequenza SE; TR = 1000; TE = 20 - 100; TH = 5 mm; Medie = 1; FOV = 250; Matrice 256x256 BOBINE di riferimento: HEAD e BODY

Gruppo 1	Gruppo 2	Gruppo 3	Gruppo 4	Gruppo 5	Gruppo 6	Gruppo 7	Gruppo 8	Gruppo 9
1,75	1,25	1,00	0,90	0,80	0,60	0,50	0,40	0,30



Influenzano la Risoluzione Spaziale:

- a) rapporto segnale rumore SNR**
- b) matrice di acquisizione (con FOV = 250 mm e Matrice 256x256 la risoluzione è $250/256 = 0,98$ mm, cioè si deve potere apprezzare la risoluzione di 1 mm)**
- c) tipo di filtraggio del segnale**
- d) intensità dei gradienti**
- e) frequenza di campionamento del segnale**



CONTROLLI DI IMAGING

POSIZIONAMENTO/SEPARAZIONE DEGLI STRATI

Sequenza SE; TR = 800; TE = 20; TH = 3 mm; Medie = 1; FOV = 250; Matrice 256x256; GAP=0 BOBINE di riferimento: HEAD e BODY

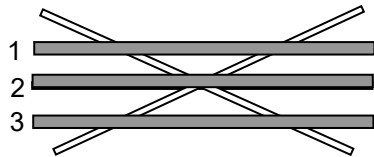


fig. 1

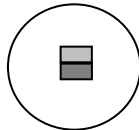


fig. 2

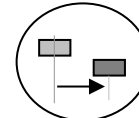
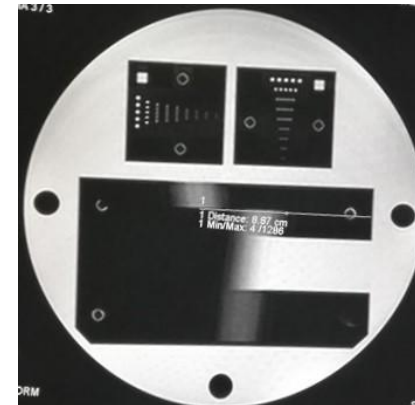
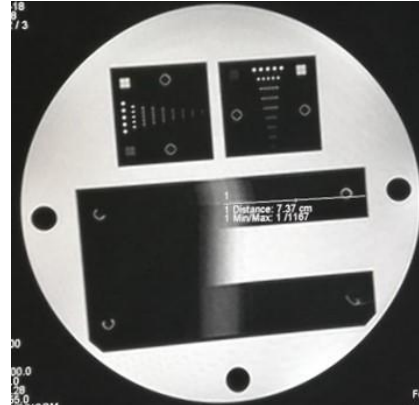
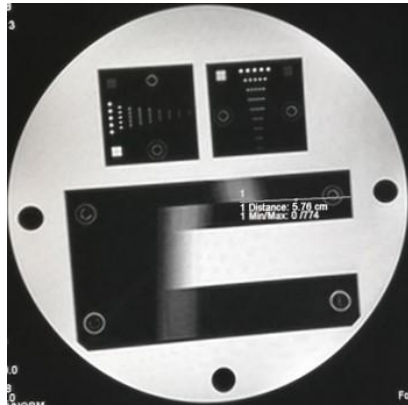


fig. 3



Influenzano il Posizionamento e la Separazione degli strati:

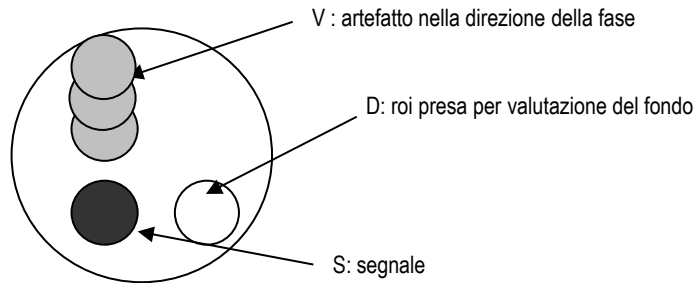
- a) non uniformità dei gradienti**
- b) non uniformità della RF**
- c) forma dell'impulso RF**



CONTROLLI DI IMAGING

ARTEFATTI E GHOSTING

Sequenza SE; TR = 1000; TE = 20 - 100; TH = 5 mm; Medie = 1; FOV = 250; Matrice 256x256 BOBINE di riferimento: HEAD e BODY



La valutazione dell'entità dell'artefatto (per la fase e la ricezione) viene misurata nel seguente modo:

$$\text{Artefatto} = (V-D) / (S-D) * 100 \%$$

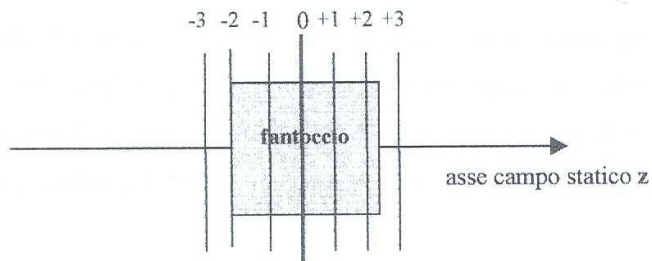
Dove :

D = valore del segnale di fondo

S = valore del segnale nella zona di riferimento

V = valore del segnale dell'artefatto fantasma.

La valutazione dell'entità dell'artefatto (per la trasmissione in quadratura) è qualitativa, cioè si vede o no l'immagine.



Influenzano Il Ghost:

a) Stabilità del campo Bo

b) I Gradienti

c) Correnti parassite

CONTROLLI DI IMAGING

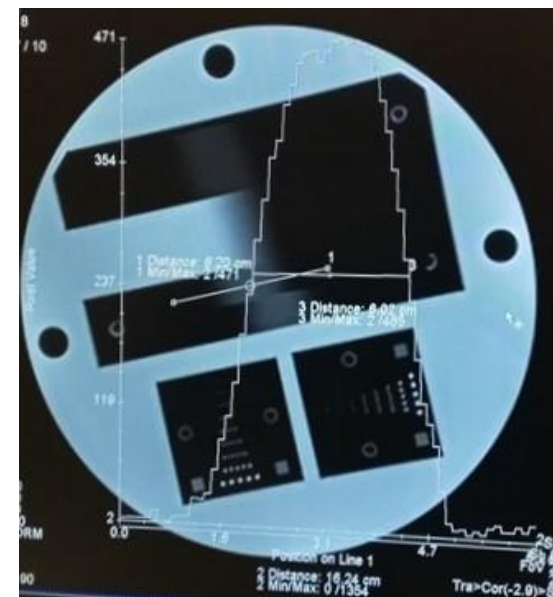
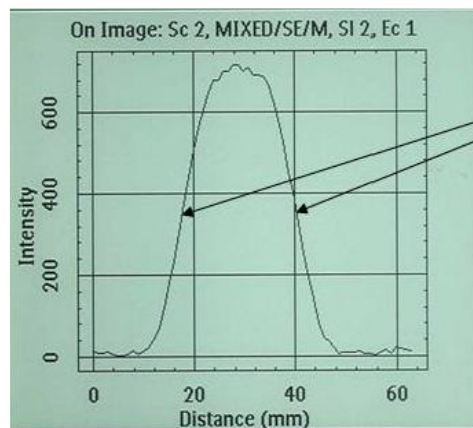
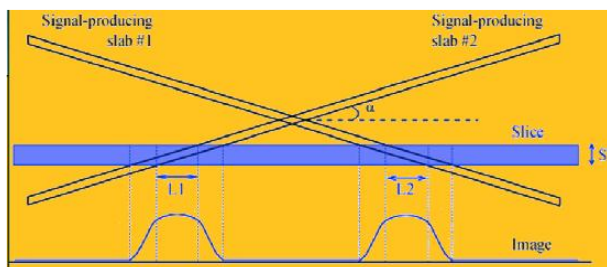
SPESSORE DELLO STRATO

Sequenza SE; TR = 1000; TE = 20 - 100; TH = 5 mm; Medie = 1; FOV = 250; Matrice 256x256 BOBINE di riferimento: HEAD e BODY

Utilizzando le rampe presenti nella sezione del fantoccio è possibile risalire allo spessore dello strato attraverso la visualizzazione del profilo. Lo spessore viene valutato attraverso l'ampiezza a mezza altezza. In tale modo è possibile valutare sia la forma della fetta, sia il suo spessore. **$ST = \tan(\alpha) \cdot FWHM$**

Ove $\alpha = 11,3^\circ$ $ST = 0,2 \cdot FWHM$

Le specifiche possono essere considerate in +/- 10 % dello spessore della fetta.



Influenzano lo Spessore di Strato:

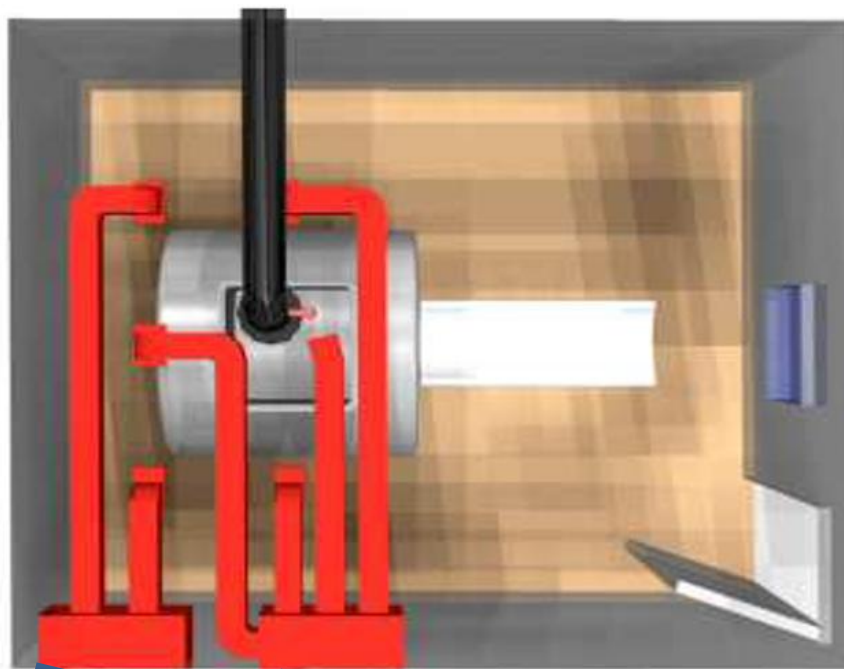
- a) non uniformità dei gradienti**
- b) non uniformità della RF**
- c) forma dell'impulso RF**



VERIFICA IMPIANTO DI VENTILAZIONE

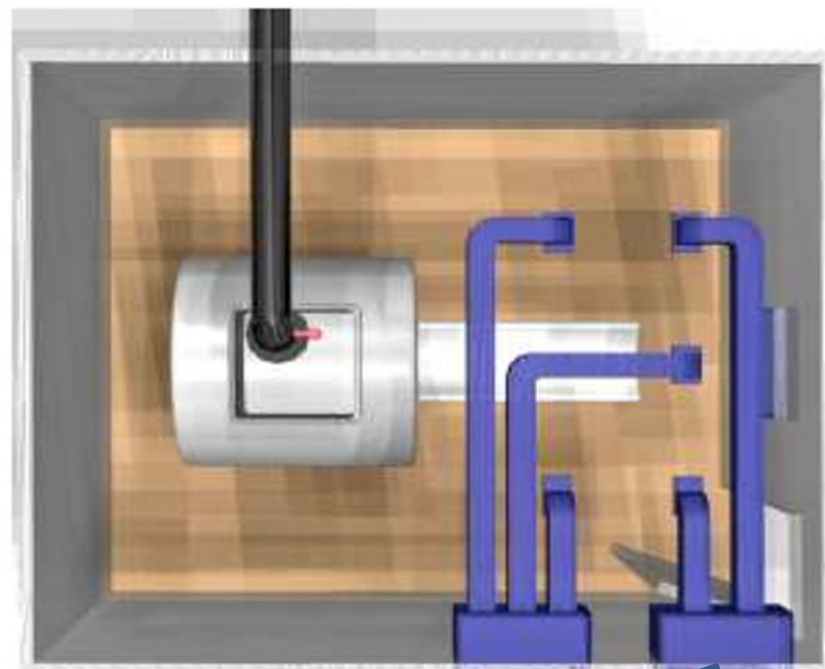
- L'impianto deve essere del tipo "a tutta aria esterna", possibilmente autonomo rispetto al restante reparto.
- Le caratteristiche termoigrometriche richieste sono:
 $T = 22 \pm 2 \text{ C}^\circ$ U.R. (richiesta dalla casa costruttrice la RM)
- La portata dell'aria immessa nella sala dovrà essere tra i 6 e i 8 ric/h, in condizioni normali.
- Deve essere presente un canale di espulsione aria di emergenza che dovrà essere autonomo (unica canalizzazione senza stacchi in altri locali) e dotato di propria cassa ventilante attivato sia dalla centralina ossigeno sia dal pulsante a fungo di emergenza posto in sala comandi e in sala esami.
- **In condizioni normali la sala dovrà essere in leggera sovrappressione rispetto agli ambienti circostanti.**
- **In condizioni di emergenza l'impianto deve poter prevedere un'estrazione dell'aria pari a circa 20 ric/h, inoltre la sala deve risultare in leggera depressione.**
- Nella sala comandi è necessario predisporre un sistema per la visualizzazione dei parametri termoigrometrici (temperatura e umidità relativa) relativi alla sala magnetica e al locale tecnico.

VERIFICA IMPIANTO DI VENTILAZIONE



Ripresa Normale

Ripresa Emergenza



Mandata Emergenza

Mandata Normale

Sono attesi, in condizioni di **normale operatività** almeno **6 ricambi/h** (incrementabili in funzione di particolari esigenze legate ad esempio allo smaltimento del carico termico richiesto su alcune apparecchiature) **ed uno stato barico leggermente positivo**, mentre in **condizioni di emergenza**, almeno **18 ricambi/h** (incrementabili in funzione della tipologia di apparecchiature installate e dei contenuti di criogeno presenti) **ed uno stato barico negativo**.

25



VERIFICA IMPIANTO DI VENTILAZIONE

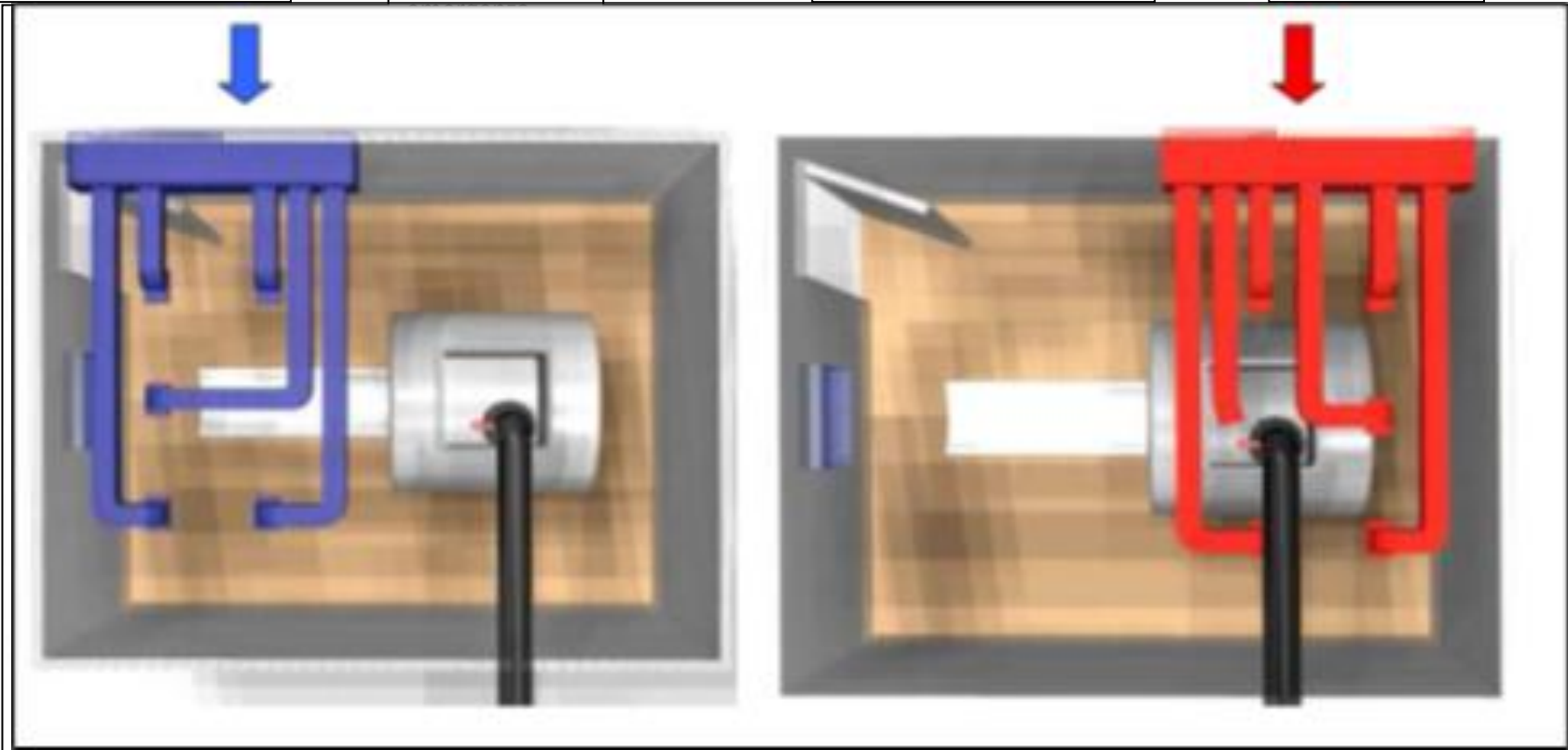
DISTRIBUZIONE DIFFUSORI – IMPIANTO CON 4 CANALIZZAZIONI

Mandata Normale

Mandata

Ripresa Emergenza

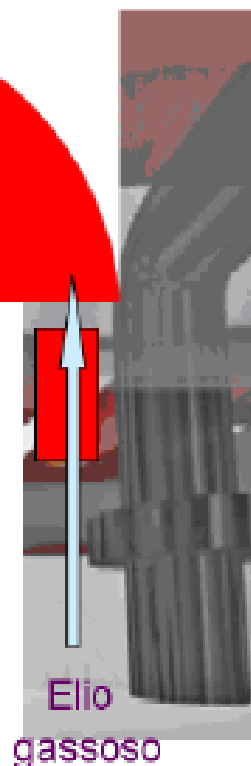
Ripresa
Normale



VERIFICA IMPIANTO DI VENTILAZIONE

Pertanto, in caso di impianto di ripresa in comune tra normale ed emergenza, una corretta installazione deve prevedere che il sensore ossigeno sia interposto tra la flangia di raccordo e la condotta di aspirazione, ad una quota comunque superiore.

Se il sensore ossigeno viene correttamente interposto, la ripresa in condizioni normali può perfino facilitare la rilevazione, convogliando l'aria circostante proprio nella direzione dell'elemento sensibile del



Verificare il funzionamento del termo-igrometro (visualizzabile da postazione comando)





VERIFICA IMPIANTO DI VENTILAZIONE



CONFINAMENTO MAGNETICO

Il **D.M. 14 gennaio 2021** obbliga a mantenere la linea di **0,1mT (1G)** all'interno della proprietà. Definisce la **zona controllata** come quel volume in cui il campo disperso di induzione magnetica è **pari o superiore a 0,5mT (5G)**, raccomandando che rimanga entro il reparto. **Bisogna verificare al collaudo, e annualmente, che i valori di campo magnetico siano sempre rispettati.**

Gaussimetro (Teslametro) con sonda di Hall mono-assiale o tri-assiale

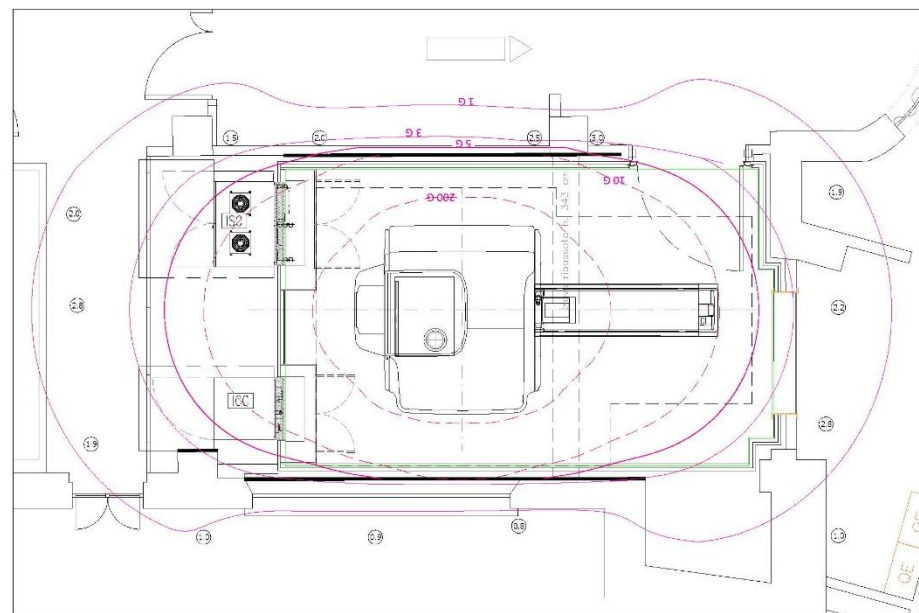
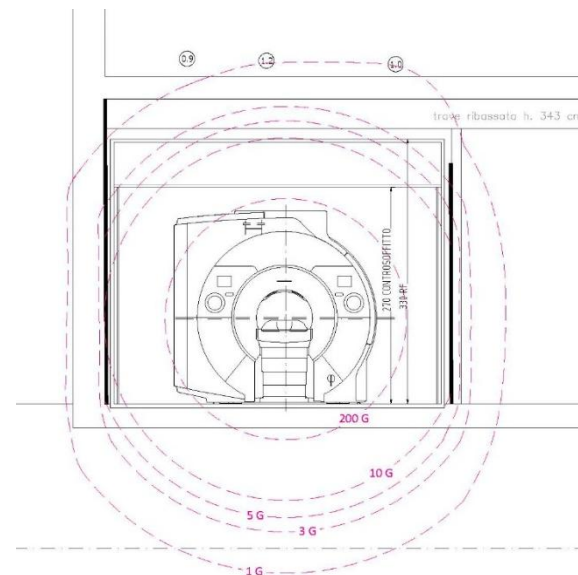




VERIFICA CAMPO MAGNETICO

Cliente GE ITALIA S.p.a Customer Nuovo Centro ISBER Varese (VA)	Collaudo per Inspection by
Località Locality VARESE (VA)	ACCETTAZIONE Acceptance
Descrizione del prodotto da collaudare Product under test specification	QUALIFICAZIONE Qualification
SCHERMO MAGNETICO	☒ ☐
Misura di Measure of	Strumento di misura Test tool
☒ H FIELD	Gauss meter F.W. Alpha Lab. Mod. 1451

PUNTO DI MISURA	DISTANZA SCHERMO [m]	LIVELLO MISURATO [G]
1	0,20	1.5
2	0,20	2.0
3	0,20	2.5
4	0,30	3.0
5	0,20 (da parete)	1.9
6	0,50 (da parete)	2.2
7	0,50 (da parete)	2.8
8	0,50 (da parete)	1.0
9	0,20	0.8
10	0,20	0.9
11	0,20	1.0
12	0,40 (da parete)	1.9
13	0,40 (da parete)	2.8
14	0,40 (da parete)	2.0
15	0,20 (da pavimento)	0.9
16	0,20 (da pavimento)	1.2
17	0,20 (da pavimento)	1.0



Ing. Fabrizio Delia

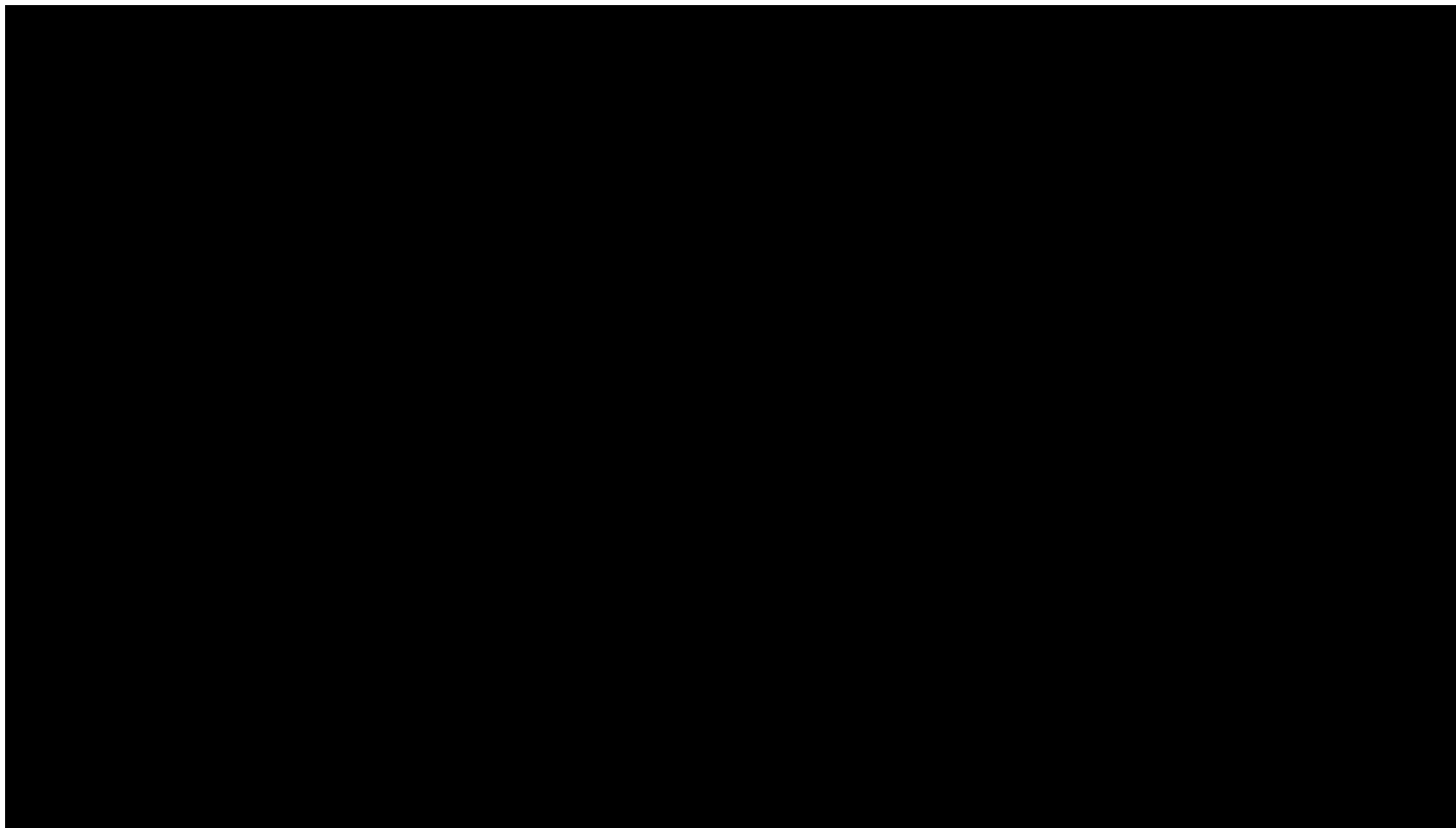
Le Verifiche Periodiche da effettuare sulla Risonanza Magnetica

24 ottobre 2025

pag. 31



LA FORZA ATTRATTIVA DELLA RISONANZA



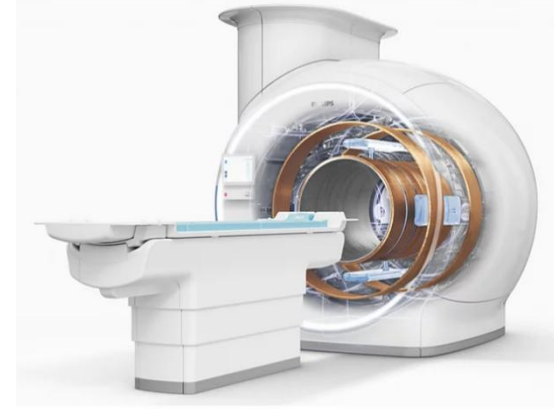
PROBLEMATICA LEGATA ALLA PRESENZA DI ELIO

- Grazie al fenomeno della superconduttività riusciamo a generare dei campi magnetici di grande entità grazie a conduttori che portati ad una temperatura prossima allo 0°K, non presentano alcuna resistenza alla corrente.
- Nel magnete superconduttore sono contenuti mediamente da 1200 a oltre 2000 litri di elio liquido alla temperatura di circa - 270 °C.



Le APPARECCHIATURE RM superconduttive (con grande contenuto di elio) devono avere un **sistema di rilevazione continua della percentuale di ossigeno della SALA RM** con soglia di **pre-allarme** al valore del **19%** e soglia di allarme al **18%** (D.M. 14.01.2021).

- Dal 2019 sono state realizzate RM con "basso" contenuto di elio (non necessitano di sensore O₂, ventilazione emergenza e tubo quench)



SENSORE OSSIGENO

- È IL DISPOSITIVO DI SICUREZZA CHE CONSENTE L'IMMEDIATA RILEVAZIONE DI EVENTUALI FUORIUSCITE DI ELIO IN SALA MAGNETE PER CONSENTIRE L'ATTIVAZIONE DI UN'AZIONE DI PROTEZIONE (VENTILAZIONE DI EMERGENZA)
- Misura la riduzione del tenore di ossigeno, quindi indirettamente la fuga di elio.
- Il suo posizionamento è critico: la condizione ideale che garantisce la massima tempestività d'intervento in caso di fuoriuscita di elio è sulla torretta della macchina RM, in prossimità ed al di sopra della prima flangia di raccordo del tubo del quench
- Il sensore è direttamente collegato ad una centralina di comando dotata di avvisatore luminoso e sonoro capace di segnalare eventuali situazioni anomale





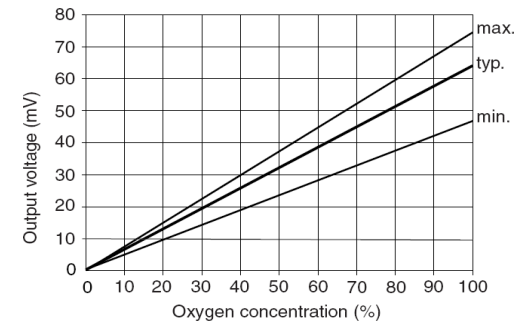
TARATURA E VERIFICA FUNZIONAMENTO SENSORE OSSIGENO

Secondo norme indicazioni INAIL

- La verifica periodica (semestrale) del corretto funzionamento del sistema di rilevazione è fondamentale per garantire il mantenimento della condizione di sicurezza nella sala magnete (prova di stato).

INDICAZIONI INAIL:

- Si invia azoto (o altro gas inerte) sul sensore per la taratura dello 0% di ossigeno, con una portata di circa 0,3 lt/min. Dopo avere atteso la stabilizzazione dei valori letti, agire, se occorre, sui dimmer di regolazione per registrare lo zero.
- Si lascia poi libero il sensore di stabilizzarsi sulla lettura del valore ambiente, pari al 20,9% di ossigeno. Dopo avere atteso la stabilizzazione dei valori letti, agire, se occorre, sui dimmer per impostare questo valore.
- Successivamente si inviano sul sensore prima la miscela al 18% e poi al 19% di Ossigeno con una portata di circa 0,3 lt/min, attendendo la stabilizzazione dei valori letti, per le relative tarature delle soglie di allarme e di preallarme.



TARATURA E VERIFICA FUNZIONAMENTO SENSORE OSSIGENO

ESEMPIO DI CERTIFICATO DI TARATURA

Il certificato di taratura deve riportare chiaramente indicazioni in merito:

1. Data rilevazione taratura
2. Riferimenti del sensore installato (n. di serie, matricola, identificazione varia)
3. Data in cui parte la garanzia del sensore (produzione / installazione)
4. Durata (e/o scadenza)
5. Il rispetto delle procedure operative di esecuzione della taratura, ovvero le bombole utilizzate (lotto/numero certificato di analisi, data di produzione, esatta concentrazione)
6. Indicazione sulle verifiche effettuate :
 1. Pre-allarme
 2. Allarme + att. Ventilazione forzata
 3. Lettura ambientale 20.9 % O₂

Sensore O2 MOD...EC96 01 SERIAL 2683

Certificato di taratura del sensore ossigeno presso la sala RM del Centro RM di ~~Rosscannucia~~

BOMBOLA 18,02 % DI OSSIGENO CERTIFICATA certificato n. 22219 riferimento 164036-14558-2012	IN DATA 10/12/2012
BOMBOLA 19,06 % DI OSSIGENO CERTIFICATA certificato n. 22244 riferimento 164036-14559-2012	IN DATA 10/12/2012
BOMBOLA 99,9990 % DI AZOTO CERTIFICATA certificato n. 18729 riferimento 163103/12980/2012	IN DATA 05/11/2012

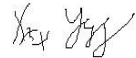
Le letture sono risultate corrispondenti ai valori
CALIBRATO PRIMA SOGLIA DI ALLARME SOLO SONORO E OTTICO
A 19% DI O₂

CALIBRATO SECONDA SOGLIA ALLARME SONORO, OTTICO E INVIO
SEGNALE 20 VOLUMI/h A 18% O₂

CALIBRATO 0% CON BOMBOLA DI AZOTO

CALIBRATO 20,9 % O₂ "AMBIENTE"

N.B. il sensore attivato in data 3/9/2014, ha una durata media di 48 mesi

Noto Costruttore di tomografi RM s.p.a.
INSTALLATION ENGINEER: Xxx Yyyy 

IN DATA 25/02/2015

I tempi di risposta del sistema di rilevazione dell'ossigeno siano tali da garantire che alla soglia del 18%O₂ la ventilazione di emergenza si attivi entro, **secondo raccomandazioni INAIL, 6/7 secondi.**

TARATURA E VERIFICA FUNZIONAMENTO SENSORE OSSIGENO

KIT DI CALIBRAZIONE



100% azoto - 18% O₂ - 19% O₂

- 1) Valore ambiente 20,9% di Ossigeno
- 2) Soglia di pre-allarme 19% di Ossigeno
- 3) Soglia di allarme 18% di Ossigeno
- 4) Fondo Scala 0% di Ossigeno



TARATURA E VERIFICA FUNZIONAMENTO SENSORE OSSIGENO

ATTENZIONE!

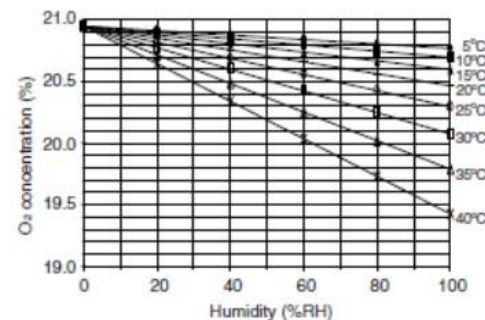
Condizioni di taratura dipendenti da temperatura e umidità



Bombole premiscelate amagnetiche



Kit con dotazione di manometri/flussimetri per garantire un flusso costante per evitare di alterare lo stato di pressione sulla membrana.



18. Effetti dell'umidità a diverse temperature sulla concentrazione percentuale di O₂.



Sebbene il procedimento di taratura sia riportato nel libretto di istruzioni delle ditte costruttrici, che possono fornire un kit dedicato a cui aggiungere le miscele di gas N₂/O₂ richieste, tuttavia **è richiesto di seguire le procedure INAIL a riguardo.**



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

ing. Fabrizio Delia
info@arsradioprotezione.com

