

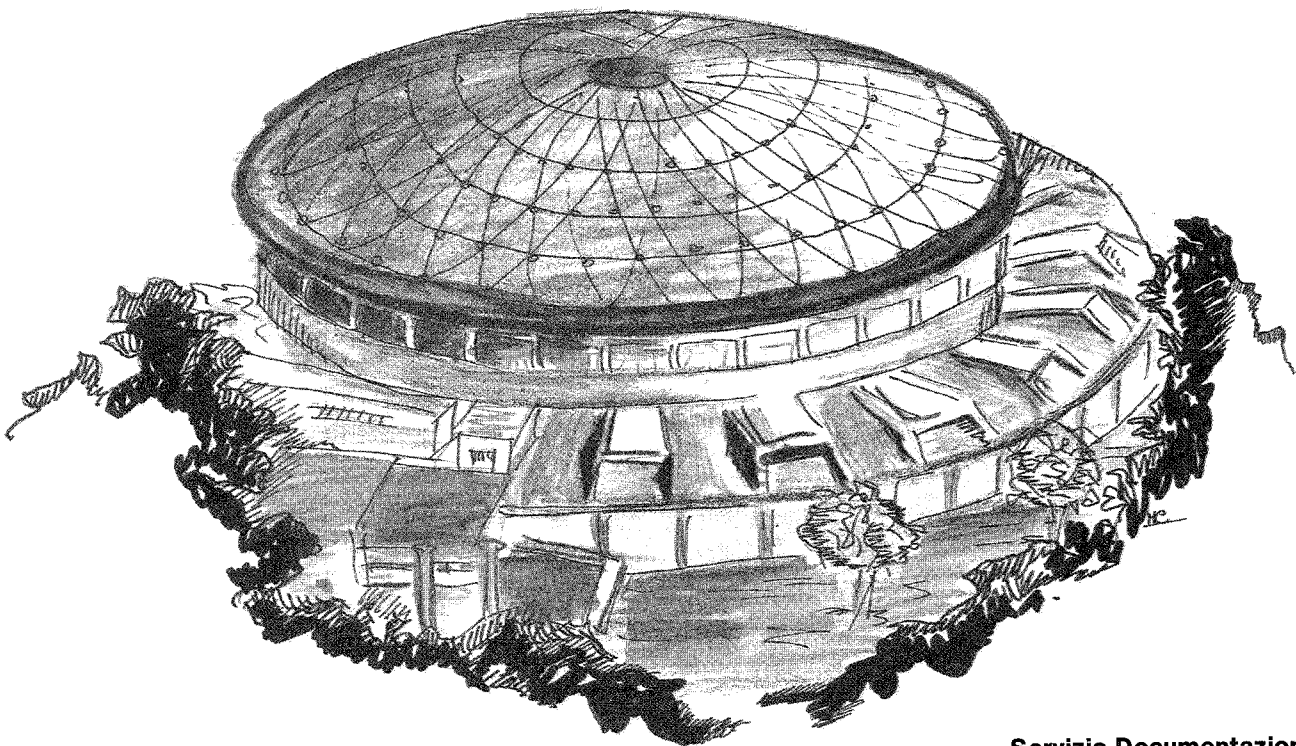


Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-90/083(NT)
15 Novembre 1990

A. Bixio, M. Minestrini, C. Pagani, F. Terzi:

**REALIZZAZIONE DI UNA CAVITA' ACCELERANTE A 500 MHz IN
Nb/Cu PRESSO L'ANSALDO-ABB COMPONENTI**



Servizio Documentazione
dei Laboratori Nazionali di Frascati
P.O. Box, 13 - 00044 Frascati (Italy)

LNF-90/083(NT)
15 Novembre 1990

**REALIZZAZIONE DI UNA CAVITA' ACCELERANTE A 500 MHz IN Nb/Cu
PRESSO L'ANSALDO-ABB COMPONENTI**

A. Bixio*, M. Minestrini, C. Pagani+, F. Terzi*

INFN - Laboratori Nazionali di Frascati, c.p. 13, I-00044 Frascati
* Ansaldo-ABB Componenti s.r.l., via N. Lorenzi 8, I-16152 Genova
+ INFN e Università di Milano, Via Celoria 16, I-20133 Milano

INTRODUZIONE

E' stata realizzata in collaborazione con l'ANSALDO COMPONENTI di Genova una cavita' superconduttrice a cella singola 500 MHz tramite deposizione per sputtering di un film sottile di Nb all'interno di una cavita' in Cu. Le due semicelle della cavita' in Cu sono state realizzate presso l'ANSALDO e saldate con fascio elettronico (EB) presso la Techmeta ad Annecy. Si descrivono nel seguito il sistema usato per la deposizione del film di Nb, le prove fatte su campioni per la caratterizzazione del film, i parametri usati per lo sputtering della cavita' in Cu e i risultati preliminari della misura RF.

SISTEMA DI DEPOSIZIONE

Il sistema di deposizione e' illustrato in Fig. 1. Il vuoto del sistema viene fatto tramite una pompa turbomolecolare (TM) da 360 l/s che permette di raggiungere un vuoto di 5×10^{-6} torr in circa 30 minuti all'interno della cavita'.

Per controllare la composizione dei gas residui, un analizzatore di gas e' in contatto con la cavita' tramite una conduttanza (diaframma di 0.6 mm), in modo da avere una pressione che e'

un fattore 10^3 inferiore alla pressione della cavita'; cio' permette di usare l'analizzatore anche durante il processo di sputtering, che viene effettuato ad una pressione troppo alta per lo spettrometro. Tale linea viene pompata indipendentemente dalla cavita' con una TM da 360 l/s. Il gas usato per il processo di sputtering e' argon la cui linea di iniezione viene pompata con la TM posta dal lato dell'analizzatore di massa; in questo modo e' possibile effettuare il lavaggio della linea (flussaggio di argon attraverso la linea per ripulirne le pareti da eventuali residui di gas), una volta terminato il bake out del sistema, senza rischiare di inquinare la cavita'. La deposizione del film sottile viene effettuata tramite sputtering.

Nella deposizione per sputtering [1] si ha espulsione di atomi neutri dal materiale che deve essere depositato (catodo) come conseguenza del bombardamento con particelle energetiche (almeno 30 eV) che in questo caso sono ioni di argon (accelerati da un campo elettrico); gli atomi espulsi si condensano sulle pareti poste di fronte al catodo formando cosi' il film sottile. Si definisce coefficiente di "sputtering" S il numero di atomi espulsi per ione incidente. A basse energie tale parametro e' proporzionale a \sqrt{E} , dove E e' l'energia dello ione incidente e definisce la velocita' del processo.

La configurazione di sputtering usata e' quella di tipo magnetron cilindrico, cioe' viene sovrapposto un campo magnetico al campo elettrico della scarica per massimizzare l'efficienza di ionizzazione elettronica in modo da poter lavorare ad una pressione relativamente bassa ($\sim 10^{-4}$ torr), che oltre al vantaggio di una minore probabilita' di contaminazione del film, offre il controllo della direzione degli atomi espulsi e l'aumento della loro energia media dovuto alla diminuzione delle perdite per collisione.

La configurazione di magnetron sputtering usata nella cavita' e' rappresentata in Fig. 2. La cavita' in Cu e' a massa e rappresenta l'anodo, mentre il catodo e' un cilindro cavo in Nb che contiene all'interno una bobina, che produce il campo magnetico da sovrapporre alla scarica e che puo' essere spostata lungo l'asse del catodo per depositare il film nei vari punti della cavita'. Per depositare il film sulla cella la bobina viene posizionata al centro della cella, mentre nel caso dei tubi di estremita' viene spostata in 4 posizioni nel tubo superiore e 4 in quello inferiore. Il circuito di raffreddamento della bobina e' a freon.

RISULTATI OTTENUTI SU CAMPIONI

Prima di passare alla realizzazione di tale cavita', sono state effettuate 3 serie di campioni all'interno di una cavita' in acciaio, che e' mostrata in Fig. 3, dotata di 4 flange lungo il profilo, 2 all'iris e 2 all'equatore, sulle quali vengono inseriti dei portacampioni. Lo scopo dei campioni, dei quali viene misurata la temperatura critica e il rapporto resistivo, e' quello di condizionare il catodo oltre che di controllare la qualita' del film.

La prima serie di campioni e' stata fatta per controllare la qualita' del niobio prima del condizionamento, poi si e' passati alla fase di condizionamento ad una potenza superiore rispetto

a quella usata normalmente per ricoprire la cavità per diminuire il tempo del processo e infine è stata fatta una terza serie di controllo. I campioni dell'ultima serie hanno dato i seguenti risultati

iride	$T_c = 9.3 \text{ K}$	$\Delta T_c = 0.1 \text{ K}$	RRR = 13.4
equatore	$T_c = 9.3 \text{ K}$	$\Delta T_c = 0.1 \text{ K}$	RRR = 16.5

REALIZZAZIONE DELLA CAVITÀ

La cavità in rame, prima di essere depositata, ha subito un trattamento chimico al CERN (SUBU-5 : SO_3HN_2 5g/l $(\text{NH}_4)_2\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_7$ 1g/l H_2O_2 50ml/l $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{OH}$ 50ml/l) [2], poi è stata trasportata in atmosfera di azoto fino a Genova, dove è stato effettuato il montaggio del catodo in camera pulita (classe 10) e successivamente è stata montata sul sistema da vuoto. Dopo aver lasciato in pompaggio la cavità circa 15 ore, è stata raggiunta una pressione di $3.8 \cdot 10^{-7}$ torr e a questo punto la cavità e la linea di iniezione di argon sono state riscaldate a 150 C per 24 ore, mantenendo il resto del sistema a 200 C, per ottenere un vuoto limite di $1.4 \cdot 10^{-9}$ torr.

Lo sputtering è stato effettuato, dopo aver riportato la cavità a 150 C, con i seguenti parametri usati al CERN [3]:

Presputtering superiore	$U = 700 \text{ V}$	$I = 1.2 \text{ A}$	$P = 1.5 \cdot 10^{-3} \text{ torr}$	$t = 4'$
Presputtering inferiore	$U = 700 \text{ V}$	$I = 1.2 \text{ A}$	$P = 1.5 \cdot 10^{-3} \text{ torr}$	$t = 4'$
Sputtering cut off sup.	$U = 425 \text{ V}$	$I = 2 \text{ A}$	$P = 2 \cdot 10^{-3} \text{ torr}$	$t=5'(4\text{step})$
Sputtering cut off inf.	$U = 425 \text{ V}$	$I = 2 \text{ A}$	$P = 2 \cdot 10^{-3} \text{ torr}$	$t=5'(4\text{step})$
Sputtering cella	$U = 400 \text{ V}$	$I = 7.5 \text{ A}$	$P = 4 \cdot 10^{-4} \text{ torr}$	$t = 50'$

RISULTATI SPERIMENTALI

La misura RF della cavità è stata effettuata presso i LNF e i risultati sono riportati in Fig.4. Un'analisi preliminare dei risultati ci porta ad affermare che il valore di Q_0 a basso campo è molto soddisfacente, confermando una buona qualità del film depositato. La pendenza della curva di Q_0 al crescere del campo è probabilmente sintomo della presenza di piccoli difetti sul substrato di rame. Un'ispezione visiva dell'interno della cavità dopo i test sembra confermare questa tesi. La natura e l'origine dei difetti sarà oggetto di una approfondita analisi.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano i gruppi RF e criogenia dei LNF e i tecnici dello SMIV che hanno reso possibile la misura RF della cavità.

BIBLIOGRAFIA

- [1] J.A.Thornton, A.S.Penfold, Thin Film Processes, J.L.Vossen, and W.Kern, Academic Press, New York (1978).
- [2] J.D.Adams, J.P.Birabeau, J.Guerin, S.Pousse, CERN Technical note 85, SB/AC/B/3199/gp (1985).
- [3] C. Benvenuti, D. Bloess, E. Chiaveri, N. Hilleret, M. Minestrini, W. Weingarten, Proc. 4th Workshop on RF Superconductivity, K. Shepard Ed., Argonne (1987)

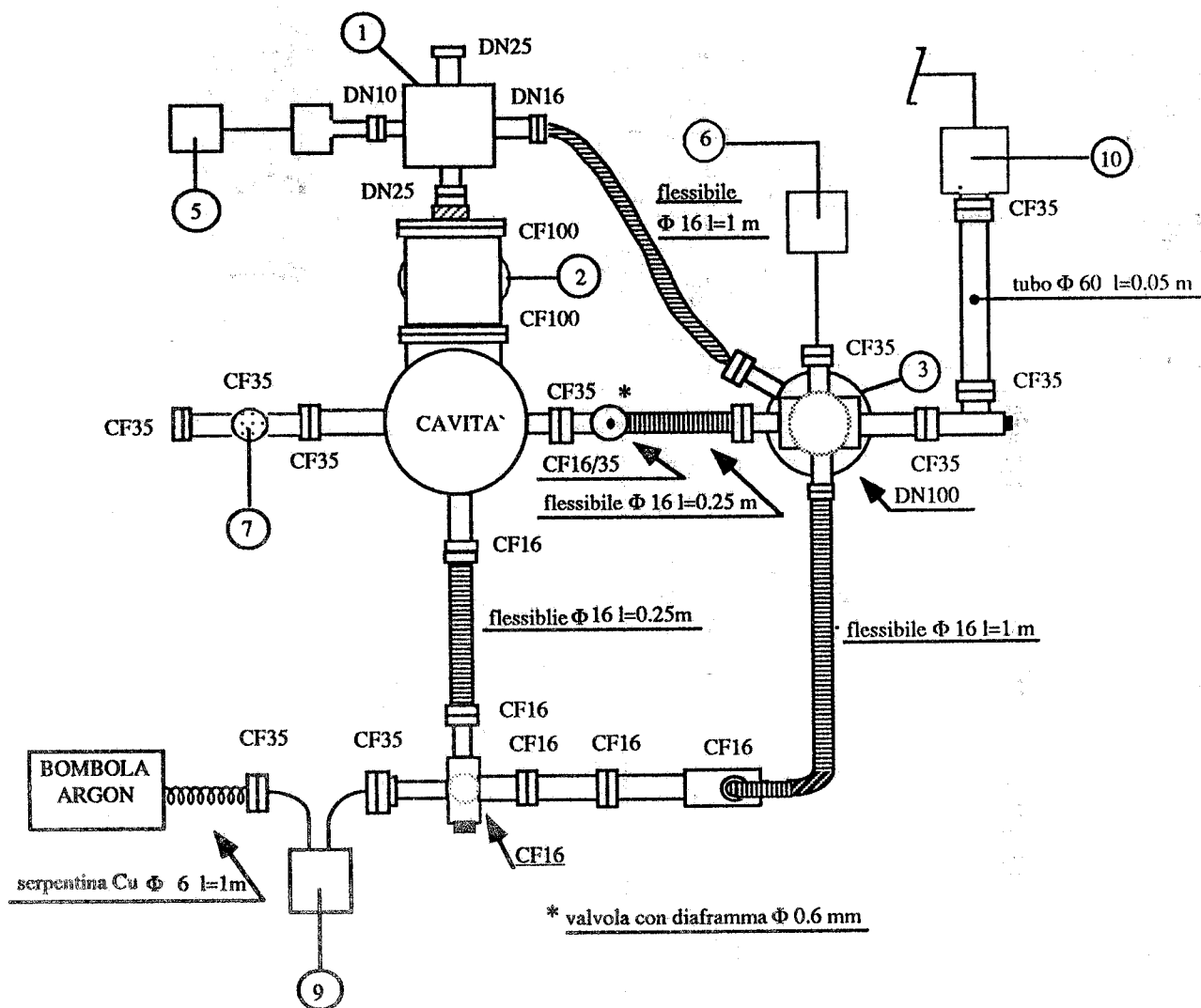


FIG. 1 - Schema del sistema usato per la deposizione.

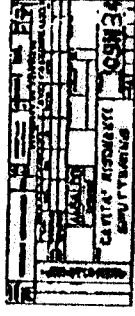
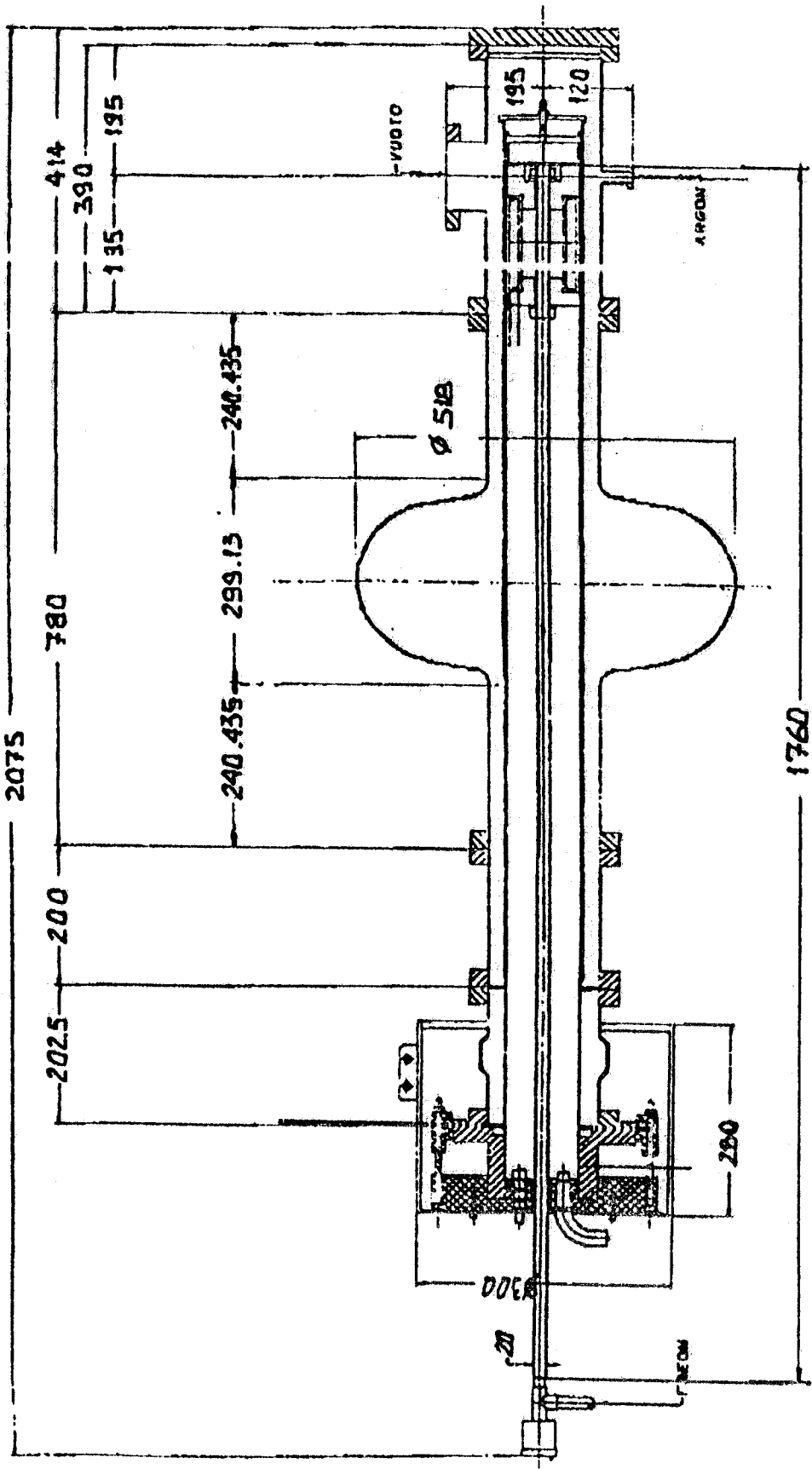


FIG. 2 - Cavità 500 MHz con catodo e bobina per lo sputtering a configurazione magnetron.

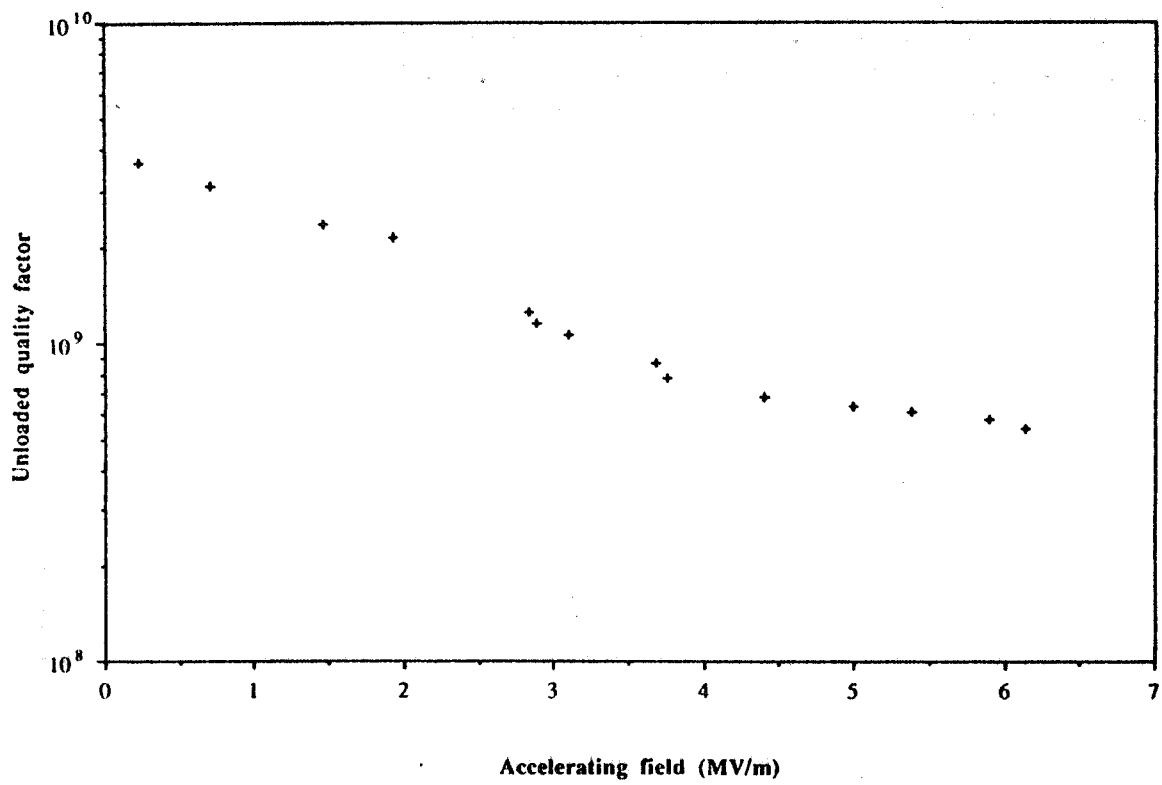


FIG. 4 - Andamento del fattore di merito in funzione del campo accelerante.