

## **ANALISI DEI RISCHI PER L'ESPERIMENTO FINUDA**

Daniela Calvo  
GLIMOS dell'ESPERIMENTO FINUDA  
Laboratorio Tecnologico, INFN – Sez. di Torino,  
Via Sette Comuni n° 56, 10127 Torino,  
tel. 0116192147-interno n° 421.

Versione 2.0 -gennaio 2003

Nell'ambito della sicurezza per l'esperimento FINUDA, nella sala DAFNE, presso i Laboratori Nazionali di Frascati, si procede ad effettuare l'analisi dei rischi. Si analizzano di conseguenza le fonti di pericolo al fine della sicurezza, valutando i fattori di rischio per il singolo o per un gruppo di individui, e indicando, di conseguenza, le disposizioni di sicurezza per ottenere una loro completa eliminazione o riduzione al minimo.

### **SORGENTI di PERICOLO**

- 1. LASER**
- 2. MATERIALI PERICOLOSI e/o TOSSICI**
- 3. GAS**
- 4. MAGNETE**
- 5. CAVI**
- 6. ELETTRICITA'**
- 7. MOVIMENTAZIONI**
- 8. RADIAZIONI**

#### **1. LASER**

Sono utilizzati un laser ad azoto ( $\lambda = 337 \text{ nm}$ ) (CLASSE III B) ed un laser a coloranti ( $\lambda = 400 \text{ nm} \div 500 \text{ nm}$ ) (CLASSE III B). Il fascio laser prosegue poi il suo cammino in fibre ottiche per raggiungere l'interno dei rivelatori a scintillazione.

##### ***Fattore di rischio:***

Un laser di classe III B in funzione costituisce un agente di pericolo con rischi agli occhi sia per fascio diretto sia riflesso, focalizzato, da superfici.

##### ***Dispositivi di protezione e prevenzione:***

L'utilizzatore deve essere dotato di opportuni occhiali.

I laser sono sistemati in una scatola con pareti non riflettenti, sulla quale e' affisso il segnale di presenza laser con indicazione della sua pericolosità'.

Dalla scatola escono le fibre ottiche ciascuna con la sua guaina di protezione; i rivelatori a scintillazione sono avvolti da nastri per il contenimento della luce.

#### **2. MATERIALI PERICOLOSI e/o TOSSICI**

- Colorante per il laser a coloranti: si tratta di una soluzione di COUMARINA in alcool etilico con volume di 5 cm<sup>3</sup>.

***Fattore di rischio:***

La coumarina e' tossica, anche per contatto sulla pelle (v. scheda tecnica).

***Dispositivi di protezione e prevenzione:***

La persona che prepara la soluzione deve utilizzare guanti ed occhiali di protezione, e nel caso di contatto con la pelle si ricorre ad un immediato risciacquo con acqua.

La soluzione non deve essere inalata.

In uso, la soluzione e' sigillata in una celletta posta all'interno del laser stesso, quindi protetta da qualsiasi contatto casuale.

- Vengono utilizzati ≈100 gr di litio per una targhetta.

***Fattore di rischio:***

Il litio e' leggermente corrosivo e reagisce lentamente con l'acqua producendo idrogeno ed ossido di litio; anche l'umidita' dell'aria induce ossidazione.

***Dispositivi di protezione e prevenzione:***

Il maneggiamento del litio deve essere effettuato con guanti; in opera, il materiale, assemblato nella targhetta, e' rivestito da un sottile strato di materiale plastico per garantirne l'isolamento.

E' inserita indicazione di presenza di materiale corrosivo.

- Vengono utilizzati ≈100 gr di nitruro di alluminio per la ceramica che sostiene i silici.

***Fattore di rischio:***

Il nitruro reagisce con l'acqua liberando ammoniacca.

La presenza di acqua potrebbe verificarsi in seguito alla rottura accidentale delle tubazioni del sistema di raffreddamento ad acqua, a ciclo chiuso, delle flange di sostegno.

***Dispositivi di protezione e prevenzione:***

Deve essere indossata una mascherina con filtro se esiste il dubbio della presenza di ammoniacca.

- Presenza di ≈100 gr di ossido di berillio nella ceramica di sostegno dei silici.  
Beam pipe di BERILLIO.

***Fattore di rischio:***

L'ossido di berillio come il berillio sono tossici.

In particolare, il massimo rischio oltre la temperatura di evaporazione (≈ 3800° C) e' la sua inalazione (v. scheda informativa).

***Dispositivi di protezione e prevenzione:***

Esso deve essere maneggiato, a temperatura ambiente, con prudenza, utilizzando guanti e mascherina.

La sua presenza deve essere segnalata con pannelli indicativi. In seguito ad eventi gravi, quali un incendio, le persone devono immediatamente abbandonare il luogo dove si sospetti la presenza del berillio: l'intervento delle persone preposte allo spegnimento di incendi e gli stessi vigili del fuoco devono essere informate della presenza del berillio potrà essere effettuato solo con opportune tute di protezione e con apparato di respirazione autonomo.

Le persone che si pensa possano aver respirato polveri di berillio devono essere sottoposte a visite mediche immediate e prolungate nel tempo (v. scheda tecnica).

### 3. GAS

Sono utilizzati differenti tipi di gas:

- Miscela 70 % He – 30 %  $iC_4H_{10}$ , utilizzata all'interno delle 16 camere a deriva con un volume totale di 0.3 m<sup>3</sup> e con un ricambio del gas di circa 2 m<sup>3</sup>/giorno.
- Atmosfera di elio nel volume sensibile (circa 8 m<sup>3</sup>) dell'apparato sperimentale : si tratta dell'He-Chamber.
- Miscela 50 % Ar - 50 %  $C_2H_6$ , utilizzata all'interno dei 2500 tubi a straw con un volume totale di 1,1 m<sup>3</sup>, ed un ricambio complessivo di 10 m<sup>3</sup>/giorno.

#### ***Fattore di rischio:***

L'isobutano forma una miscela infiammabile con l'aria nell'intervallo 1.8 % - 8.4 %; la miscela elio - isobutano utilizzata, in caso di fuga laminare, tende a salire verso l'alto.

L'etano forma con l'aria una miscela infiammabile nell'intervallo 3.0 % - 12.5 %; la miscela argon - etano utilizzata, in caso di fuga laminare, tende a scendere verso il basso.

La presenza di elio aumenta la probabilità di scariche tra punti a differente tensione.

#### ***Dispositivi di protezione e prevenzione:***

E' installato un sistema di rilevamento fughe di idrocarburi nell'apparato sperimentale: a tale proposito si veda il documento che descrive il sistema denominato SSG (controllo\_gas).

Esso, in caso di allarme, interrompe l'erogazione degli idrocarburi e la tensione di alimentazione ai racks posizionati a bordo magnete, nel pit.

Esiste inoltre un sistema di rilevamento presenza di idrocarburi per l'He Chamber : in caso di allarme vengono interrotti i flussi di gas alla stessa camera ed alle camere a deriva ed inoltre vengono spenti gli alimentatori di alta e bassa tensione delle camere.

Devono essere inseriti cartelli con l'indicazione della presenza di miscele infiammabili.

E' deve essere prevista una manutenzione e calibrazione periodica dei sistemi (minimo 1 volta l'anno).

### 4. MAGNETE

Il magnete di FINUDA e' un solenoide superconduttore (esso è gestito dalla Divisione Acceleratori).

Per il suo funzionamento esistono in loco circa 40 L di elio liquido, mentre il campo

La magnetizzazione residua è di 100 Gauss nel ferro ed il campo disperso nella zona dei fotomoltiplicatori del TOFONE è pari a circa 100 Gauss.

Il peso totale (solenoidi + criostato + due end caps) risulta circa di 240 t.

La corrente che passa nelle spire è circa 2796 A e nel caso di quench la potenza accumulata (circa 20 MJ) viene scaricata in una resistenza in 20 secondi con una differenza di tensione al massimo di 300 V.

***Fattore di rischio:***

L'elio liquido è estremamente pericoloso per spruzzi improvvisi che derivino dalla rottura delle linee criogeniche; inoltre, nel caso di perdita di vuoto nel magnete, opportune valvole di sfiato rapido sull'impianto permettono l'evacuazione del gas che si viene a creare (40 litri di elio liquido corrispondono circa a 30 metri cubi di gas)

***Dispositivi di protezione e prevenzione:***

Il campo magnetico viene segnalato con pannello luminoso. Sull'alimentatore deve essere indicata la presenza di tensione e corrente e deve essere presente una schermatura per evitare rischi, durante la fase di quench, ad eventuali operatori presenti nelle vicinanze.

Deve essere affisso un cartello per indicare la presenza di elio liquido nel circuito.

L'operatore che lavora alla linea criogenica deve essere opportunamente vestito, con guanti e calzature speciali.

Le valvole di sfiato non devono dirigere il getto in uscita verso la zona dove potrebbero trovarsi persone.

## **5. CAVI**

Per i rivelatori dell'esperimento sono necessari circa 3 t di cavi.

***Fattore di rischio:***

Solo circa il 50 % dei cavi rispettano la norma IS23 del CERN (che corrisponde brevemente alla richiesta che i componenti base, in caso di incendio, abbiano una bassa emissione di fumi, ed una buona resistenza alle radiazioni; secondo questa norma sono da evitare materiali tipo il teflon, il PVC, ecc.)

***Dispositivi di protezione e prevenzione:***

Si devono installare sensori di fumo vicino a FINUDA e lungo la catena longitudinale per prevenire incendi diffusi che possono provocare la emissione di sostanze dannose.

## **6. ELETTRICITA'**

La potenza impiegata nella zona del pit è circa 50 kW per alimentazione crates, alimentatori di tensione, trasduttori ed elettronica vari e circa 40 kW per il magnete. I crates dissipano una potenza variabile tra 750 W e 1.5 kW. Gli alimentatori di tensione in continua, in media, non superano i 500 W.

***Fattore di rischio:***

Ai singoli rivelatori vengono distribuite le seguenti alte e/o basse tensioni, in corrente continua:

- + 4 V (1 A): alimentazione schede
- - 4 V (1 A): alimentazione schede
- + 60 V (1  $\mu$ A): polarizzazione silici
- - 60 V (1  $\mu$ A): polarizzazione silici

TOFINO (scintillatori interni):

- + 6 V (200 mA): alimentazione preamplificatori
- - 6 V (200 mA): alimentazione preamplificatori
- - 150 V (0.1 mA): polarizzazione silici
- 15000 V (< 1 nA): alimentazione HPD

DRIFTS (camere a deriva):

- + 6 V (25 mA): alimentazione preamplificatori
- - 6 V (25 mA): alimentazione preamplificatori
- - 3700 V (< 200  $\mu$ A): alimentazione fili di deriva
- + 2000 V (< 1  $\mu$ A): alimentazione fili anodici

TOFONE (scintillatori esterni):

- - 2500 V (< 3 mA): alimentazione fotomoltiplicatori XP2020

Tubi a STRAW:

- + 6 V (200 mA): alimentazione preamplificatori
- - 6 V (200 mA): alimentazione preamplificatori
- + 2500 V (3  $\mu$ A): alimentazione fili anodici

### ***Dispositivi di protezione e prevenzione:***

I crates e gli alimentatori sono posizionati all'interno di racks, ognuno dei quali ha un distributore di tensione con limitatore differenziale; su ogni rack e' inoltre presente un pulsante di emergenza, a pressione manuale.

I crates e gli alimentatori in generale erogano tensioni con una limitazione sulla corrente, in modo tale che se un operatore si trova inserito nel circuito la corrente supera il limite di sicurezza impostato , per cui viene automaticamente interrotta l'erogazione della tensione.

Deve essere realizzata una massa comune, per evitare differenze di tensione tra le varie apparecchiature, le quali devono rispettare la normativa CEE.

## **7. MOVIMENTAZIONI , LAVORI in ALTO e nel PIT di FINUDA**

Sono da prendere in considerazione:

- movimentazione singoli rivelatori
- movimentazione intero apparato ( magneti + rivelatori + racks con struttura supporto)
- movimentazione end caps del magnete

Operazioni di montaggio, controllo elettronica e movimentazione rivelatori ad una certa altezza oppure operazioni condotte all'interno del pit, o piu' in generale intorno all'apparato sperimentale.

***Fattori di rischio:***

La movimentazione di strutture è pericolosa, in particolare in presenza di azioni che vengono molte volte effettuate contemporaneamente all'interno dell'apparato sperimentale: gli operatori potrebbero essere colpiti da strutture in movimento o che accidentalmente scivolano e cadono.

Il lavoro ad una certa altezza comporta il rischio di scivolare e cadere verso il basso.

Il lavoro nel pit comporta il rischio di essere colpiti da oggetti ( essenzialmente utensili) che cadano dagli altri piani di lavoro dell'apparato.

***Dispositivi di protezione e prevenzione:***

Ogni movimentazione deve seguire procedure opportunamente studiate.

L'uso del carroponte è limitato alle sole persone che abbiano ottenuto l'autorizzazione.

La movimentazione del magnete e degli end caps deve essere effettuata seguendo le procedure del manuale d'uso del magnete, e utilizzando l'avviso sonoro e luminoso.

Il lavoro ad una certa altezza deve essere effettuato utilizzando i trabattelli necessari e posti in sicurezza: laddove non sia possibile usare trabattelli per mancanza di spazio o per l'altezza, ogni operatore dovrà essere munito di opportuna imbracatura.

All'interno del pit gli operatori devono utilizzare il casco.

## **8. RADIAZIONI**

Per quanto riguarda l'uso di sorgenti di radioisotopi e l'accesso alla sala DAFNE ( pit di FINUDA e Counting Room dell'esperimento) si rimanda ai documenti del servizio di radioprotezione dei LNF ( 'General Procedures for Safety Handling of Radioisotopes' e 'Norme interne di protezione dalle Radiazioni Ionizzanti nella fase di costruzione del complesso DAFNE' DOC-LNF-003102)