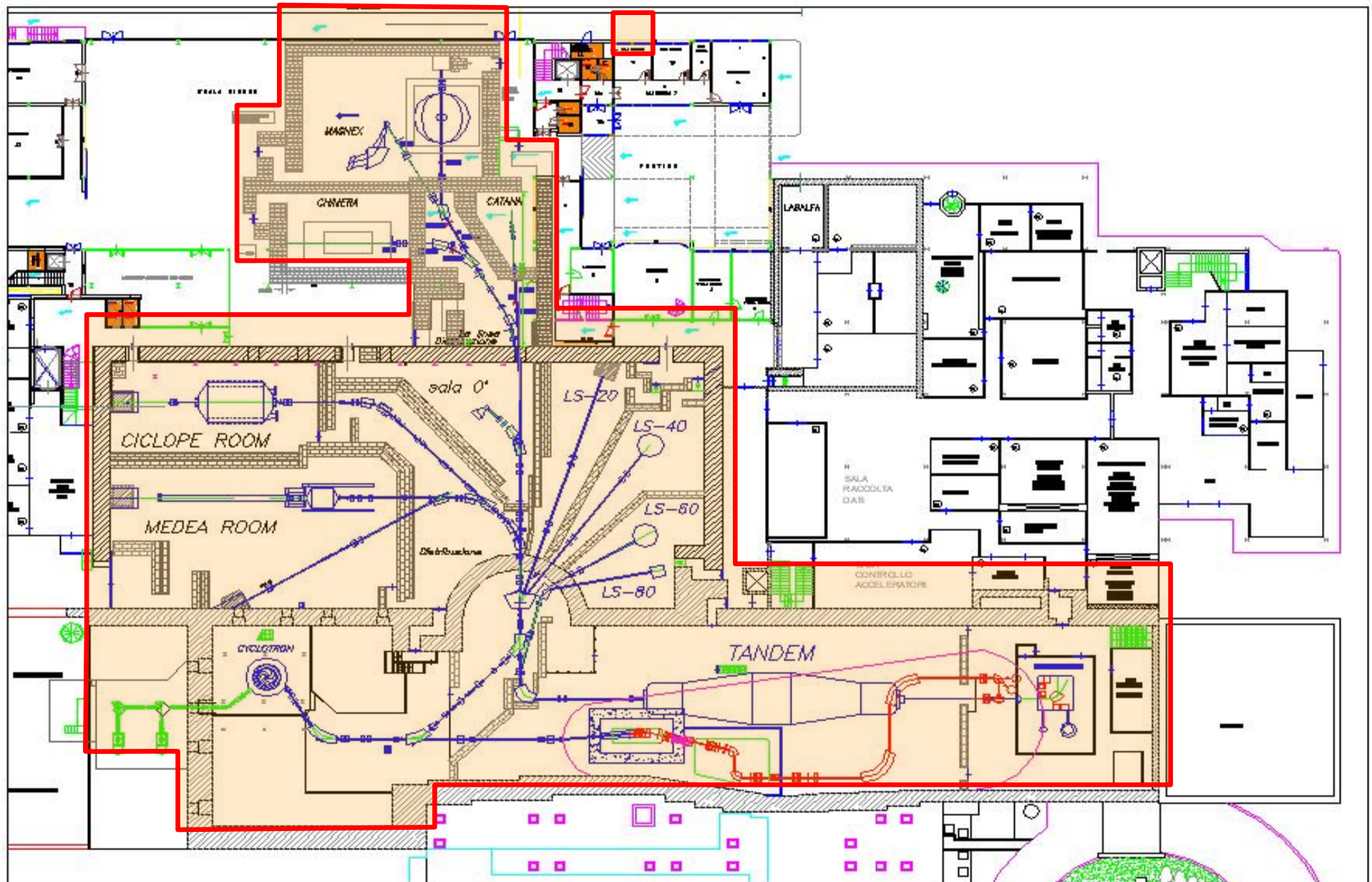


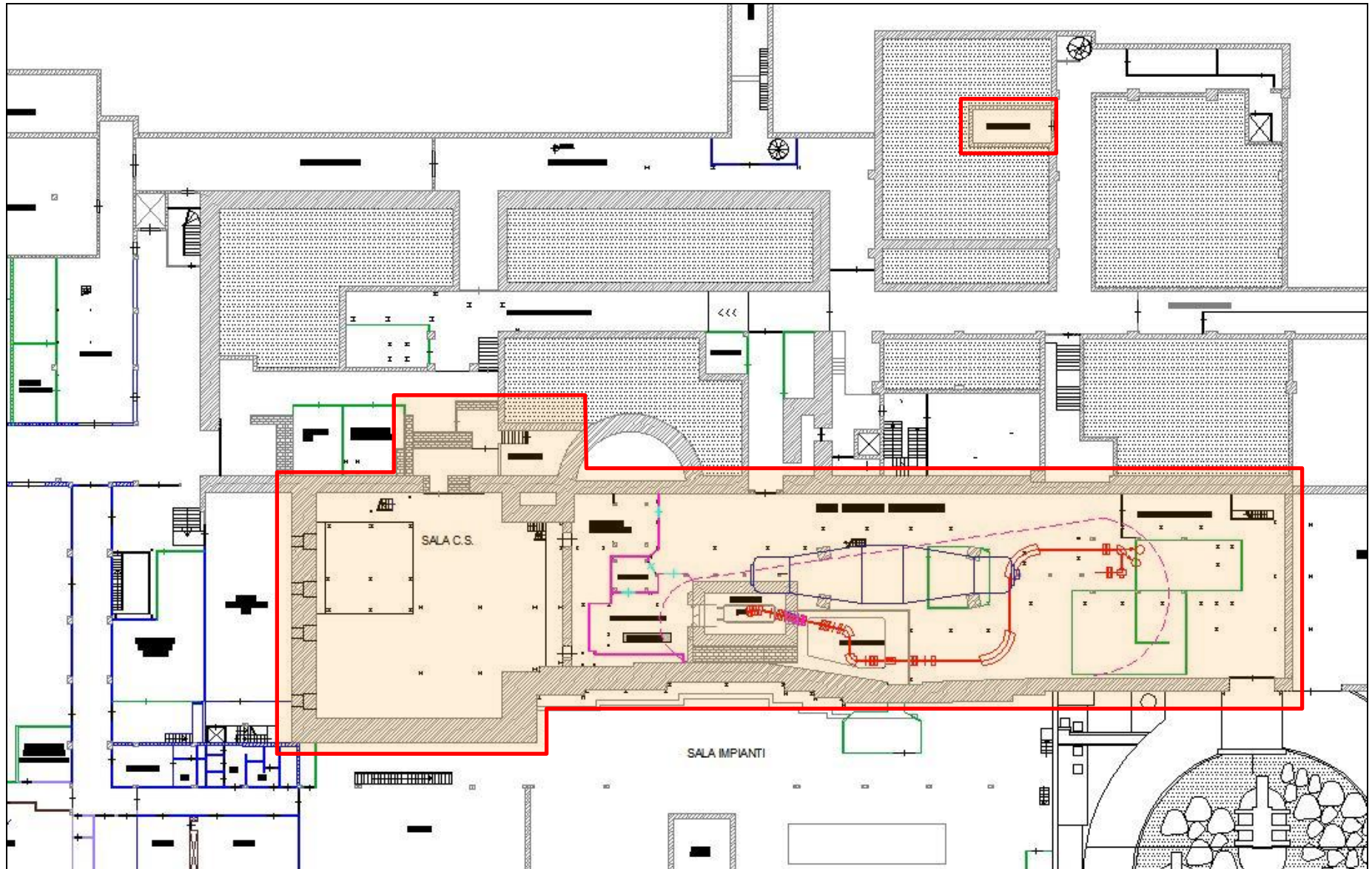
Sorgenti di radiazioni ionizzanti ai L.N.S.

- ❖ **Radiazione temporanea**, presente solo a fascio acceso. (X, neutroni e gamma)
- ❖ **Radiazione residua**, presente anche quando il fascio è spento (beta, gamma)
- ❖ **Sorgenti radioattive**, (X, alfa, beta, gamma o neutroni)
 - Iniettori, Sorgenti ECR ed altre sorgenti a plasma.
 - *Radiazioni X (temporanea)*
 - Acceleratori (tandem e CS)
 - *Neutroni e gamma (temporanea)*
 - *Beta e gamma (residua solo dal CS, deflettori ...)*
 - *Gamma, sorgente di irraggiamento tandem Cs 137*
 - *Radiazioni X (cavità RF, temporanea-schermata)*
 - Linee di fascio, target sperimentali, diagnostica, stripper, magneti, ecc.
 - *Beta e gamma (residua)*
 - Tubi a raggi X, *Radiazioni X (temporanea)*

Le zone controllate dei L.N.S



Le zone controllate dei L.N.S



SISTEMI DI MONITORAGGIO DELLE RADIAZIONI AMBIENTALI

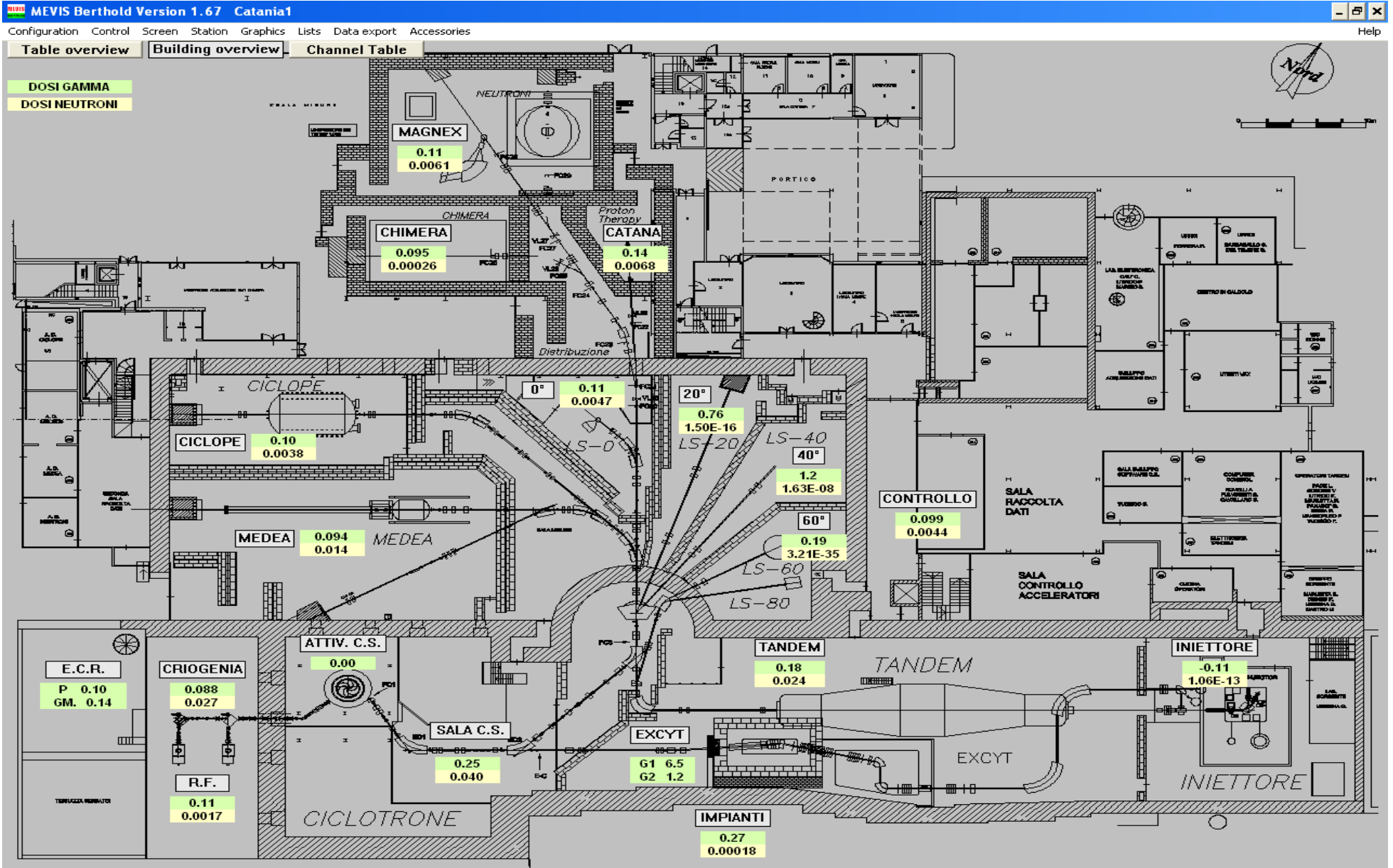
Rete di monitoraggio con stazioni fisse (neutroni e gamma) dislocate in quasi tutti i locali occupati dal personale

funzioni:

- Rivelare le radiazioni ambientali misurando i livelli delle grandezze che indicano il rischio biologico associato alla loro esposizione (rateo di equivalente di dose [Sv/h]).
- visualizzare in un ambiente permanentemente occupato (sala controllo) i valori misurati
- confrontare i valori misurati con dei livelli di allarme e segnalare otticamente ed acusticamente il superamento degli stessi.
- Registrare i valori misurati (ogni 2 minuti) e consentire sia la loro visualizzazione con grafici e tabelle che l'analisi dei dati, nonché la visualizzazione e registrazione degli allarmi,



Posizionamento dei rivelatori di dosimetria ambientale



Sistemi portatili

insieme di monitori portatili, ciascuno con caratteristiche diverse, capaci di rivelare differenti tipi di radiazioni (α , β , χ , γ , neutroni) a varie energie ed adattabili a differenti situazioni operative (misure ambiente, su superfici, misure a distanza o a contatto, ecc): geiger mueller, camere a ionizzazione, contatori proporzionali, Scintillatori, ecc.

Sistemi di spettrometria gamma, beta, neutroni, raggi X

rivelatori per misure ad elevata sensibilità per misure di spettri ed individuazione di radionuclidi

Sistemi per misure di contaminazione

rivelatori fissi o portatili per misure di contaminazione mani/piedi, vestiti, superfici, contaminazione dell'aria.

Sistemi di dosimetria personale

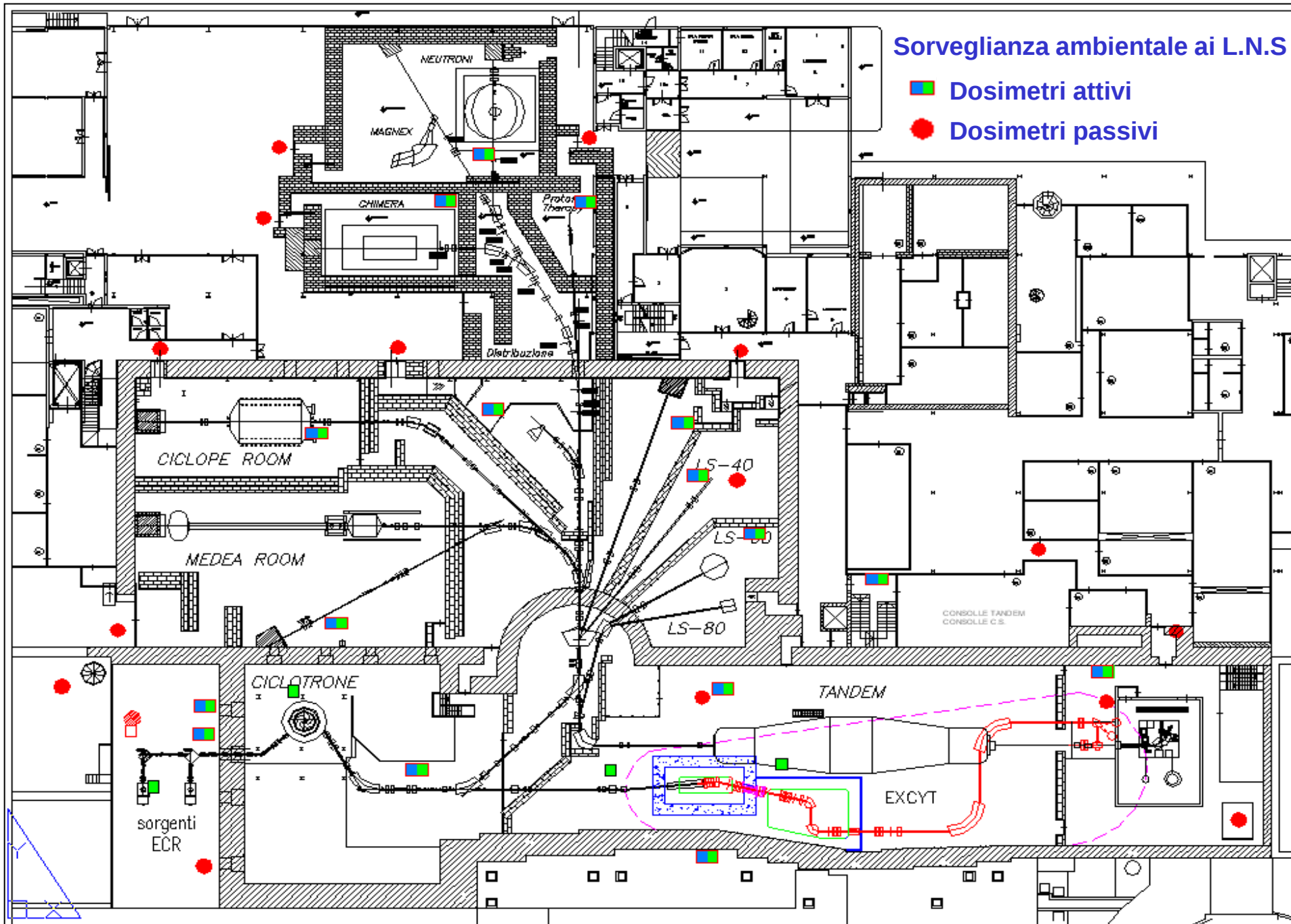
rivelatori portatili di piccole dimensioni (tascabili) per il corpo intero o per le estremità (obbligatori solo per i lavoratori esposti di categoria esposti A)

DOSIMETRI PERSONALI



Norme per l'utilizzo dei dosimetri personali :

- Appuntarli esternamente agli indumenti in corrispondenza del torace o della cintola, salvo esplicita differente prescrizione. Alcuni dosimetri hanno un verso di esposizione, pertanto la posizione corretta è quella in cui il nome è rivolto verso l'esterno del corpo.
- I dosimetri per le estremità devono essere indossati al dito o al polso con la parte sensibile rivolta verso la sorgente di radiazioni da manipolare e al di sotto dei guanti, nel caso in cui si utilizzino. I dosimetri non devono però essere coperti da orologi o altri bracciali personali.
- Non piegarli, aprirli, comprimerli, manometterli in alcun modo o cancellare le scritte su di essi. Non farli venire a contatto di liquidi o esporli a fonti di calore: i dosimetri perdono le informazioni se esposti ad alte temperature.
- Quando non sono indossati devono essere riposti nelle apposite bacheche e non lasciati sui camici, sui tavoli da lavoro, negli armadi, nei cassetti o altri posti in cui siano soggetti ad essere esposti alle radiazioni o sia difficile la loro reperibilità.
- E' vietato prestare il proprio dosimetro a chi ne è sprovvisto o scambiarlo con altri.
- Non portare i dosimetri fuori dai LNS, tranne per gli esperimenti fuori sede per i quali essi siano stati appositamente assegnati.
- Alla fine dell'esperimento, e comunque entro la data di scadenza scritta sul dosimetro o comunicata dal Servizio di Radioprotezione, devono essere riconsegnati. Comunicare sempre l'eventuale smarrimento o danneggiamento al Servizio di Radioprotezione.
- La sostituzione periodica dei dosimetri assegnati permanentemente al personale esposto è a cura del Servizio di Radioprotezione. E' obbligo dei lavoratori renderli reperibili.
- Le valutazioni delle dosi individuali sono trasmesse agli interessati con periodicità annuale. Le esposizioni accidentali saranno comunicate immediatamente e saranno adottati i dovuti provvedimenti. I lavoratori hanno sempre diritto ad accedere ai propri dati dosimetrici.



SISTEMA DI SICUREZZE PER LA RADIOPROTEZIONE

obiettivi fondamentali:

1. evitare al personale esposizioni indebite;
2. ridurre al minimo il rischio di esposizione incidentale;
3. in caso di incidente, limitare le dosi alle persone coinvolte;
4. facilitare il controllo, del non superamento delle dosi individuali.

funzioni:

1. controllo permanente di tutti gli ingressi in ciascun'area e consenso di accesso solo al personale autorizzato;
2. evacuazione di ciascun'area, tramite un giro ronda cerca uomo, per la predisposizione all'invio del fascio;
3. disabilitazione di alcuni elementi di linea che impediscono l'invio del fascio in un'area non predisposta;
4. blocco immediato del fascio in caso di apertura accidentale di una porta o a causa di una emergenza;
5. computo e limitazione del tempo di permanenza nelle zone controllate per il personale autorizzato;
6. Segnalazione acustica e luminosa, locale e centrale, dello stato di funzionamento del sistema e degli allarmi.

MODALITA' OPERATIVE, Per ciascuna sala sono individuati tre stati

Ingresso libero: è operativo quando i rischi da radiazioni sono assenti o molto limitati. L'accesso è consentito liberamente a tutti. Le serrature sono sbloccate e le porte possono essere aperte a spinta. All'esterno sono illuminate le scritte "INGRESSO LIBERO". Tutti gli altri elementi sono spenti ed il sistema non abilita l'accensione del fascio.

Ingresso controllato : è operativo quando sono presenti rischi da radiazioni. L'accesso è consentito solo al personale autorizzato che presenta davanti ad un lettore una scheda personale abilitata che sblocca le elettroserrature. L'ingresso e l'uscita di ciascun lavoratore vengono registrati sul PC. L'apertura manuale di una porta genera allarme. Per inserire questo stato si deve svuotare la sala ed eseguire preliminarmente una ronda cerca uomo. All'esterno di ogni porta è illuminata la scritta "INGRESSO CONTROLLATO". In questa modalità operativa il fascio non può comunque essere presente nella stessa sala sperimentale.

Ingresso vietato: è operativo quando sono presenti rischi da radiazioni di entità tale da impedire l'accesso al personale. L'ingresso è interdetto, le porte sono bloccate dalle elettroserrature e la loro apertura manuale genera sempre allarme. All'interno sono accesi i lampeggiatori gialli; i pulsanti di emergenza sono abilitati ed una pressione su di essi genera allarme. All'esterno di ogni porta è illuminata la scritta "INGRESSO VIETATO". Il sistema abilita l'invio del fascio nella sala.

SISTEMA DI SICUREZZE PER LA RADIOPROTEZIONE

COSTITUZIONE DEL SISTEMA ED ELEMENTI FONDAMENTALI:

- un sistema di supervisione composto da una rete riservata di computer su cui sono installati dei programmi dedicati che consentono di eseguire le principali operazioni solo se in possesso delle password di accesso;
- elettronica di sala che gestisce singolarmente le sicurezze di ciascuna area o di aree adiacenti aventi le sicurezze in comune;
- un pannello sinottico che permette di visualizzare in sala controllo tutti gli stati delle sicurezze;
- dispositivi e sensori di campo:
 - lettori di schede, che consentono l'accesso solo a chi ha una scheda abilitata;
 - elettroserrature che consentono l'apertura esterna delle porte solo dopo la presentazione di scheda magnetica ed impediscono l'apertura accidentale;
 - sensori reed o fine corsa per rilevare l'apertura di ciascuna porta;
 - pulsanti di ronda, dislocati lungo tutto il perimetro delle aree, che obbligano gli operatori che devono evacuare l'area a visionare tutti i luoghi accessibili;
 - pulsanti di emergenza a ripristino manuale che, se premuti dopo l'avviamento dell'impianto, bloccano immediatamente il fascio e generano allarme;
 - lampeggiatori e sirene che segnalano lo stato operativo delle aree e gli allarmi;
 - semafori luminosi con scritte di diverso colore posti davanti a ciascuna porta che segnalano lo stato operativo della sala.

FASI DI RONDA

1. L'operazione di avvio viene richiesta da consolle, coperta da password personale;
2. All'avvio parte una segnalazione acustica locale di evacuazione ed si accendono le lampade di ingresso vietato;
3. Successivamente un'operatore di turno ispeziona visivamente la sala interessata percorrendo tutto il perimetro e premendo dei pulsanti nella giusta sequenza e nel tempo prestabilito. Durante il giro le porte vengono bloccate per impedire ulteriori accessi.
4. A ronda conclusa correttamente viene inserito automaticamente lo stato richiesto e generato un segnale di abilitazione.
5. Se la ronda non viene conclusa correttamente il sistema ritorna allo stato in cui si trovava precedentemente.

STATO DI ALLARME

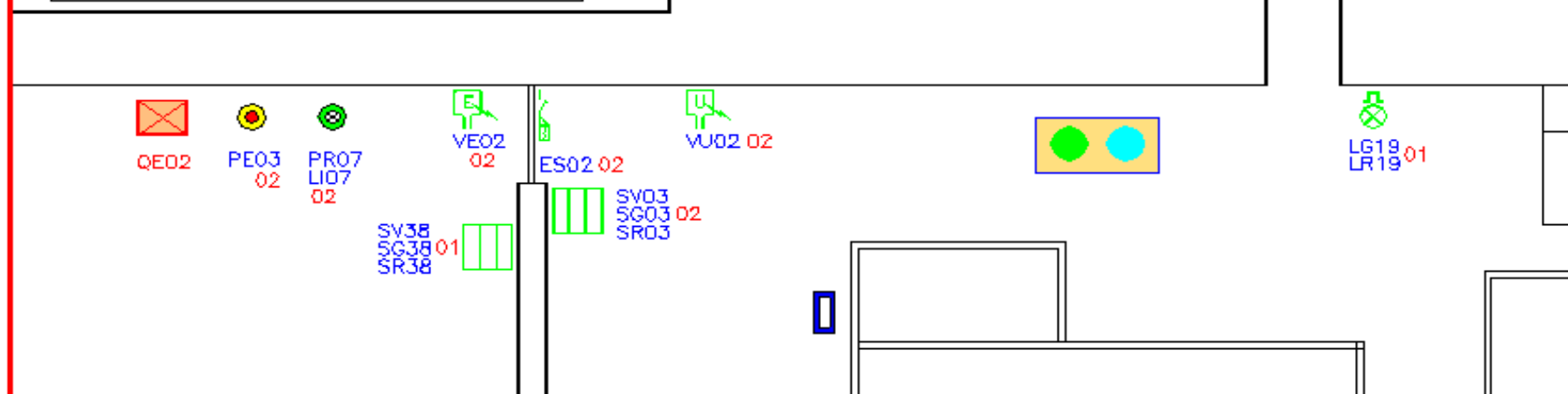
Lo stato di allarme toglie tutte le abilitazioni al fascio e rimane attivo fino a quando non sono state rimosse le cause che lo hanno generato (porta richiusa, pulsante di emergenza ripristinato, ecc.) ed è stato rifatto un nuovo giro di ronda.

Esso è segnalato con dei lampeggiatori e sirene locali e segnalazioni acustiche e luminose in sala controllo e sui computer. Le segnalazioni acustiche si resettano quando l'operatore esegue un reset, il quale agisce solo se le cause sono state rimosse, mentre quelle luminose cessano automaticamente solo quando cessa lo stato di allarme, cioè dopo la riesecuzione della ronda.

Tutti i passaggi fra i diversi stati operativi possono essere eseguiti solo da operatori autorizzati dotati di password personale di accesso ai computer.

COMPONENTI DEL SISTEMA DI SICUREZZE PER LA RADIOPROTEZIONE

VE		lettore di schede di Ingresso
VU		lettore di schede di Uscita
PR-LI		pulsante e lampada di ronda
ES		elettroserratura e interruttore read
SV SG SR		semaforo porta
LG LR		lampeggiatore rosso/giallo
PE		pulsante di emergenza
SI		sirena corno
QE		quadro di elettronica



compiti del SERVIZIO DI RADIOPROTEZIONE dei L.N.S.

- collabora con gli Esperti Qualificati per gli adempimenti e le attribuzioni relativi alla sorveglianza fisica della radioprotezione;
- gestisce e mantiene in efficienza i sistemi di sicurezza e controllo accessi per la radioprotezione del personale e di monitoraggio delle radiazioni ambientali;
- cura la dosimetria personale dei lavoratori esposti alle radiazioni ionizzanti;
- effettua le rilevazioni ambientali, verifica i livelli di attivazione dei materiali e misura le dosi al personale;
- assiste la direzione dei L.N.S. per gli adempimenti di legge connessi all'uso, acquisizione e trasporto di sorgenti radioattive e dispositivi radiogeni;
- custodisce le sorgenti radioattive dei L.N.S., ne cura la detenzione, la circolazione, l'acquisto ed il trasporto, nonché il rispetto delle norme e delle procedure di impiego sia all'interno che all'esterno dei L.N.S.;
- collabora, per quanto di competenza, con il Servizio di Prevenzione e Protezione

SEGNALETICA



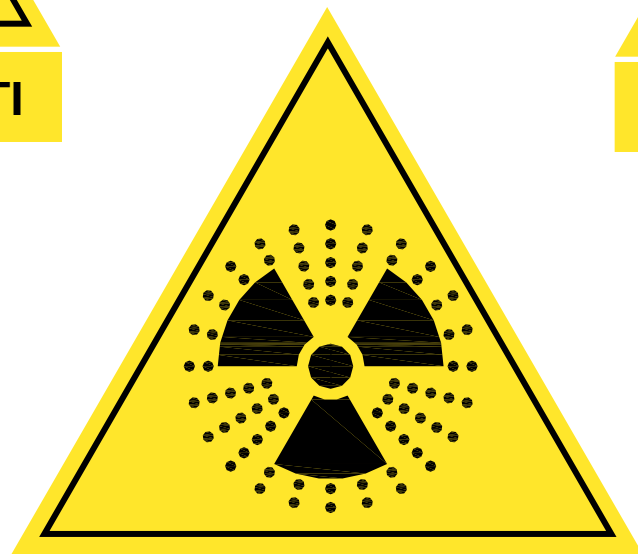
RADIAZIONI IONIZZANTI

Simbolo generico



IRRADIAZIONE

Simbolo specifico



CONTAMINAZIONE

Simbolo specifico

NORME INTERNE DI RADIOPROTEZIONE

INDICE:

1. NORME GENERALI
2. COMPITI E RESPONSABILITA'
3. CLASSIFICAZIONE, FORMAZIONE E SORVEGLIANZA MEDICA DEL PERSONALE
4. CLASSIFICAZIONE DELLE AREE
5. SISTEMI DI SICUREZZA PER LA RADIOPROTEZIONE
6. MODALITÀ DI ACCESSO ALLE AREE CLASSIFICATE
7. SISTEMI DI MONITORAGGIO DELLE RADIAZIONI AMBIENTALI
8. DOSIMETRIA PERSONALE
9. MATERIALI ATTIVATI E SETUP SPERIMENTALI
10. IMPIEGO DI SOSTANZE RADIOATTIVE
11. SEGNALETICA
12. OBBLIGHI DEI DATORI DI LAVORO, DEI DIRIGENTI, DEI PREPOSTI E DEI LAVORATORI

NORME GENERALI

- suddivisione degli incarichi fra deversi Esperti Qualificati.
- Servizio di Radioprotezione.
- Classificazione e scheda di radioprotezione.
- calendario di esercizio degli acceleratori approvato dal Direttore:
 - Data e ora di inizio e di fine;
 - titolo o sigla;
 - nome del responsabile;
 - nuclide, energia ed intensità massima del fascio;
 - linea sperimentale utilizzata
- Le caratteristiche costruttive, degli acceleratori e degli impianti e le loro modalità operative, connesse alla produzione e protezione dalle radiazioni ionizzanti, devono corrispondere alle prescrizioni di esercizio impartite dagli organi di vigilanza e dall'Esperto Qualificato.
- Le proposte di variazione di tali caratteristiche, delle schermature e delle procedure che possano comportare la necessità di nuove protezioni, nuove norme o autorizzazioni, nonché la modifica di quelle in atto, devono essere preventivamente comunicate.
- E' vietato acquistare o introdurre, a qualsiasi titolo, presso i LNS apparecchiature emittenti radiazioni ionizzanti o contenenti materie radioattive senza il preventivo benestare scritto dell'Esperto Qualificato. Le procedure di acquisto e trasporto dovranno essere concordate con il Servizio di Radioprotezione. E' parimenti vietato costruire o assemblare all'interno dei LNS nuove apparecchiature emittenti radiazioni ionizzanti senza il benestare dell'Esperto Qualificato.

NORME GENERALI

- E' vietato:
 - ✓ rimuovere, spostare o modificare i dispositivi, le apparecchiature, i cartelli di segnalazione relativi alla protezione dalle radiazioni senza preventiva approvazione dell'Esperto Qualificato o del Servizio di Radioprotezione. Uguale divieto vale per le schermature, sia fisse che mobili, o per quanto altro attenga alla sicurezza radiologica.
 - ✓ Le manutenzioni o interventi non ordinari, che potrebbero comportare una rilevante esposizione alle radiazioni ionizzanti dei lavoratori o coinvolgano sostanze radioattive o materiali attivati, dovranno essere preventivamente concordate con il Servizio di Radioprotezione al fine di valutare il rischio e ridurre l'esposizione.

Il personale dei LNS nominato referente o responsabile del procedimento di un contratto o accordo stipulato con una ditta esterna che impiega proprio personale all'interno dei LNS è tenuto a mettere a conoscenza la ditta del documento di informazione e norme sui rischi da radiazioni ionizzanti per i lavoratori esterni che operano ai LNS, predisposto dal Servizio di Radioprotezione.

COMPITI E RESPONSABILITA'

in qualità di dirigenti e preposti:

- I responsabili delle Divisioni e dei Servizi dei LNS
- Gli Esperti Qualificati
- Il responsabile della Divisione acceleratori
- Il preposto turnista agli acceleratori
- Il Servizio di Prevenzione e Protezione
- Il responsabile di ogni esperimento
- Il Servizio di Radioprotezione
- La Direzione

MODALITÀ DI ACCESSO ALLE AREE CLASSIFICATE

- Nelle aree con rischio da radiazioni ionizzanti l'accesso è consentito, di norma, ai lavoratori classificati esposti, in regola con l'idoneità medica e con la formazione di radioprotezione.
- I Lavoratori classificati non esposti possono accedere in zona controllata solo se autorizzati di volta in volta dall'Esperto Qualificato o dal Servizio di Radioprotezione che valuteranno le dosi presenti, l'attività dei lavoratori ed i tempi di permanenza. I lavoratori devono comunque essere preventivamente informati e formati sui rischi da radiazioni inerenti la loro attività.
- Per le sale senza sistema di controllo accessi, in cui sono presenti zone classificate con rischio da radiazioni, come ad esempio i locali in cui vengono utilizzate sorgenti radioattive di bassa intensità o tubi a raggi X, sarà il personale che usa le sorgenti a regolamentare gli accessi alle zone con rischio. Eventuali cartelli o transenne individueranno e limiteranno l'area classificata.
- Chi permane nelle zone controllate deve indossare i dosimetri individuali.
- I lavoratori ospiti che richiedono l'ingresso nelle zone classificate dei LNS devono ottemperare alle procedure di autorizzazione all'accesso stabilite dal Direttore.
- E' vietato far entrare al proprio seguito in zone classificate persone che non sono autorizzate.
- E' vietato elevarsi al di sopra delle schermature o dei muri di separazione quando è presente il fascio nella sala adiacente o quando questa è classificata zona controllata.
- I lavoratori di ditte esterne o autonomi che, nel rispetto dei relativi contratti o accordi con i LNS, svolgono attività professionale all'interno dei LNS in aree in cui potrebbero essere esposti a rischi da radiazioni ionizzanti, possono accedere nelle zone classificate nel rispetto delle norme specifiche emanate al riguardo.
- Le pulizie generali, da parte delle ditte esterne, possono essere fatte nelle ZONE DI LIBERO ACCESSO. Le pulizie nelle zone ZONE CONTROLLATE e nelle ZONE SORVEGLIATE possono essere fatte solo nel rispetto delle norme specifiche emanate al riguardo.
- le presenti norme non riguardano altri rischi diversi dalle radiazioni (campi magnetici RF)

MATERIALI ATTIVATI E SETUP SPERIMENTALI

1. I dispositivi che hanno intercettato il fascio o sottoposti a forti campi di radiazione neutronica possono divenire radioattivi, pertanto la loro manipolazione o rimozione può essere effettuata solo previa verifica dei livelli di attivazione e di dose da parte del Servizio di Radioprotezione.

2. Per casi particolari la prima verifica può essere fatta anche dagli operatori o sperimentatori, opportunamente formati. Gli oggetti che presentano attivazione possono essere rimossi solo dal personale autorizzato e classificato esposto al rischio da radiazioni e soltanto qualora i valori di dose misurata, in linea di massima, siano inferiori ai seguenti: 5 $\mu\text{Sh/h}$ (0.5 mR/h) ad una distanza di 50 cm e 50 $\mu\text{Sh/h}$ (5 mR/h) a contatto. Se le letture sono superiori prima di procedere nell'intervento è obbligatorio contattare il Servizio di Radioprotezione che fisserà le modalità operative atte a limitare l'esposizione.

3. Gli oggetti che presentano radioattività di qualunque livello, anche se comportano dosi inferiori a quelli indicati al punto precedente, pur potendo essere smontati dalla linea o dall'apparato sperimentale, non possono essere portati fuori dalle zone controllate senza il consenso del Servizio di Radioprotezione.

4. Gli oggetti che hanno intercettato il fascio o sottoposti a forti campi di radiazione neutronica, pur non presentando apparentemente radioattività rivelata dagli strumenti in dotazione ai gruppi sperimentali potrebbero avere valori di attività tali da non poter consentire che i materiali siano portati fuori dai LNS o smaltiti come rifiuto. Pertanto l'allontanamento dai LNS o lo smaltimento di qualunque materiale che abbia intercettato il fascio può avvenire solo con il consenso del Servizio di Radioprotezione.

5. Particolare attenzione deve essere posta per i bersagli sottili irraggiati che potrebbero comportare rischi di contaminazione. In tali casi è prescritto l'uso di pinzette e guanti monouso, da raccogliere in busta e consegnare al Servizio di Radioprotezione alla fine del lavoro. In ogni caso, qualora si riscontrasse attivazione di qualunque livello, su materiali fragili, polverosi o sottili che potrebbero comportare rischi di contaminazione, è obbligatorio contattare il Servizio di Radioprotezione.

6. Per ridurre, ove possibile, i livelli di attivazione è opportuno che i porta-target ed i supporti che possono venire a contatto con il fascio accelerato siano in alluminio. E' preferibile evitare leghe che contengano elementi più pesanti, come ad esempio il ferro, il rame ecc. che, se attivati, presentano tempi di decadimento più lunghi.

1.E' vietato portare fuori dalla sala acceleratori, senza il consenso del Servizio di Radioprotezione, qualsiasi oggetto metallico o che comunque contenga metalli, che sia stato posizionato per lunghi periodi (superiori a diversi mesi) e ad una distanza inferiore a 2 m dagli elementi delle linee di trasporto posti dopo l'estrazione dal CS, nei quali vi siano consistenti perdite di fascio.

2.Per gli esperimenti in cui il percorso finale del fascio è in aria valgono le seguenti norme:

- Gli oggetti o dispositivi che hanno intercettato il fascio lungo il percorso in aria devono essere ben puliti da sporcizia e polvere, al fine di evitare che lo sporco si attivi e comporti rischi di contaminazione.
- Bisogna sempre misurare la presenza di attivazione sugli oggetti colpiti dal fascio prima di manipolarli o avvicinarsi. Attendere sempre alcuni minuti dallo stop del fascio prima di avvicinarsi ad un dispositivo attivo, ciò al fine di far decadere i radionuclidi a bassissimo tempo di dimezzamento.
- Posizionare sempre in modo stabile nel punto finale del percorso in aria, un beam stopper di dimensioni non inferiori a cm 20x20 centrato sulla direzione del fascio, di spessore superiore al range del fascio su detto materiale. Il beam stopper deve essere sempre presente anche se il fascio si spegne completamente su altri apparati posizionati prima di esso. Al posto di tale schermo potrà essere posizionato un altro beam stopper standard o appositamente costruito, purché il suo utilizzo sia concordato con il Servizio di Radioprotezione.
- Richiedere l'assegnazione ed usare sempre i dosimetri per le estremità nei casi di manipolazione di materiali attivati.
- L'uso di fantocci ad acqua è permesso solo per misure di brevissima durata e per dosi al fantoccio non superiori a poche decine di Gy. Può essere usata solo acqua demineralizzata. Utilizzare sempre i guanti e non versare l'acqua nello scarico senza che sia stata verificata l'assenza di attivazione. In ogni caso, qualora questo tipo di fantocci dovesse essere utilizzato per misure di lunga durata dovrà esserne preventivamente informato il Servizio di Radioprotezione.

1.La manutenzione degli elementi installati sulle linee di fascio che possano presentare tracce di attivazione o contaminazione da radionuclidi (faraday cup, valvole da vuoto, diaframmi, pompe da vuoto e i loro filtri, visori di fascio, quarzi, allumine, targhet vari, magneti di deviazione, quadrupoli, steerer, ecc.) deve avvenire previo benestare del Servizio di Radioprotezione. In particolare la spedizione a ditte esterne di tale materiale deve essere sempre autorizzata dal Servizio di Radioprotezione.

2.E' vietato effettuare operazioni di radiochimica sui materiali irraggiati senza la preventiva autorizzazione dell'Esperto Qualificato.