

Il presente documento sostituisce il corrispondente pubblicato in data 13/03/2024

Le modifiche apportate sono alle pagine 15, 16, 17 e 20.

Il testo originale eliminato ha i caratteri barrati e il nuovo testo è evidenziato da caratteri in colore blu.

d) - CAPITOLATO TECNICO-PRESTAZIONALE

Oggetto:	fornitura del generatore di sorgente neutronica Deuterio-Trizio, del sistema di attrezzature e strumentazioni complementari, del software di gestione e controllo per il funzionamento del laboratorio Sourire e servizi di assistenza, manutenzione e garanzia c/o Ed. U19 "Ergon" – Milano
Valore:	€ 1.791.613,49 di cui 720,00 per oneri della sicurezza non soggetti a ribasso (Iva 22% esclusa)
Procedura adottata:	procedura aperta ex art. 71 d.lgs. 36/2023
Determina a contrarre:	Delibera 251/2023/CdA del 25/05/2023
Criterio di aggiudicazione:	offerta economicamente più vantaggiosa – ex art. 108, comma 1 d.lgs. 36/2023
Codice Identificativo Gara - CIG:	B0C024F193
RUP - Responsabile Unico del Progetto:	Arch. Laura Vergani – Area Infrastrutture ed Approvvigionamenti (Det. Dir. del 10/05/2023)
Codice Unico di Progetto – CUP:	H44E21002750005
UOR – Unità Operativa Responsabile:	Area Infrastrutture e Approvvigionamenti Settore Centrale di Committenza e Gestione Contratti e-mail: centrale.committenza@unimib.it
Dirigente Competente per la procedura di selezione:	Arch. Anna Maria Maggiore – Dirigente Capo Area Infrastrutture e Approvvigionamenti
Referente/i pratica:	Dott. Andrea Ambrosiano - tel. +390264486069 Dott.ssa Valeria Donati - tel. +390264485365

Sommario

Introduzione	3
CWP1 Prestazione principale – Fornitura sorgente neutronica, strumentazioni e attrezzature per il laboratorio Sourire.	3
CWP1.1 Sorgente di Neutroni e schermature:	4
1.1.1 Sorgente di neutroni	4
1.1.2 Schermatura da 500 mattoni 20x10x5 cm di PE Borato	4
CWP1.2 Strumentazione monitoraggio	4
1.2.1 Sistema di controllo del monitoraggio radiologico con PC server e client	4
1.2.2 Stazione di misura Gamma (GM, Rat. Digi., Colonna ALU) Int. Bunker, Est. Bunker e Radiochimica	5
1.2.3 Stazione mobile di monitoraggio ambientale gamma e neutroni	7
1.2.4 Stazione di misura portatile per neutroni (rem counter e rateometro digitale)	8
1.2.5 Sistema misura attivazione aria al camino con schermatura in Pb e 1.2.6 Sistema misura attivazione aria interno bunker senza schermatura in Pb	9
1.2.7 Rateometro portatili per misura rateo di dose alta e media sensibilità con sonde intercambiabili.	10
1.2.8 Dosimetro personali elettronici x-gamma	10
1.2.9 Dosimetro elettronico da polso	11
1.2.10 Dosimetro elettronico personale gamma neutroni	11
1.2.11 Monitore contaminazione superficiale portatili	11
1.2.12 Monitore contaminazione personale mani/piedi	12
1.2.13 Sistema di misura alfa-beta totale	12
1.2.14 Stazione meteo (p, T, Umidità, vento, precipitazioni)	13
1.2.15 Sistema di campionamento particolare ad alto volume con 200 filtri di ricambio e misura radioiodio	14
1.2.16 Installazione, collaudo e corso di formazione	14
1.2.17 Kit sorgenti calibrazione alfa, beta gamma	15
CWP1.3 Strumentazione di misura per rilascio campioni	15
1.3.1 Catena Spettrometria gamma	15
1.3.2 Catena Spettrometria alfa	16
1.3.3 Catena spettrometria beta	17
CWP1.4 Canale Rabbit	17
1.4.1 Canale pneumatico e SW di controllo	17

1.4.2 Sistema di rivelazione al germanio	18
CWP1.5 Arredi laboratorio e depositi	19
1.5.1 Cappa Radiochimica Manipolazioni Medie attività	20
1.5.2 Cappa Radiochimica Manipolazioni Basse attività	20
1.5.3 Cassaforte sorgenti	21
1.5.4 Lavaocchi	21
1.5.5 Bidone portarifiuti	22
1.5.6 Banco con ante e cassettiera con Pb	22
1.5.7 Banco con ante e cassettiera senza Pb	22
1.5.8 Banco con ante e cassettiera e lavabo con cisterna di raccolta	22
1.5.9 Docce Pass-through	23
1.5.10 Sistema trasporto sorgenti in Pb/W	23
1.5.11 Armadio schermato	24
CWP1.6 Hardware e software di gestione e controllo	24

Introduzione

L'apparato che si propone di realizzare dovrà essere costituito da una **sorgente neutronica** con flusso fino 10^{10} n/s, con o senza *moderatore* a seconda che si vogliano utilizzare neutroni veloci, epitermici o termici, **un sistema pneumatico per inserzione ed espulsione del campione (Canale Rabbit)** per l'implementazione dell'analisi per attivazione neutronica da utilizzare per la caratterizzazione elementare dei materiali, da un **sistema di monitoraggio radioprotezionistico** e da **sistemi spettrometrici per la misura della radioattività** dei campioni e materiali soggetti a irraggiamento. Il sistema pneumatico invierà/riceverà il campione non-irraggiato/irraggiato da un locale adibito a **Laboratorio di radiochimica** allestito con una cappa di tipo radio-chimico dotata di schermatura in piombo, utilizzabile per manipolazioni semplici di campioni a medie attività. La disposizione geometrica della sorgente, dei rivelatori e del sistema d'inserzione sarà ottimizzata durante il **CWP2.1 Coordinamento e supervisione degli aspetti tecnici**.

Il Laboratorio SOURIRE sarà costituito da diverse zone costituite da locali a differente destinazione d'uso:

Una zona definita **"fredda"** dove saranno previste attività lavorative di ufficio, una zona **"calda" (1)** dove saranno presenti **strumentazioni di misura e controllo e i depositi dei campioni**, ed infine un'ulteriore zona, sempre **"calda" (2)**, costituita dal **"laboratorio di radiochimica"** e dal **"bunker"** dove si svolgeranno le operazioni di irraggiamento e trattamento dei campioni attivati sia tramite il sistema denominato **"canale Rabbit"**, sia tramite irraggiamento "passivo" all'interno.

Il presente documento contiene la descrizione delle caratteristiche minime relative alla Prestazione principale CWP1 – Fornitura sorgente neutronica, strumentazioni e attrezzature per il laboratorio Sourire.

La sorgente neutronica sarà dotata di dispositivi di protezione installati a cura dell'Appaltatore dei Lavori di ristrutturazione dell'edificio U19, i quali dovranno essere integrati con il resto delle strumentazioni e attrezzature nella fase di allestimento a cura dell'Aggiudicataria, conseguentemente all'attività di coordinamento tecnico Prestazione secondaria CWP2.

I dispositivi di protezione di cui dovrà essere dotato la sorgente neutronica sono i seguenti:

- interlock di tensione al generatore se la porta di accesso al bunker del generatore è aperta o se il monitor per neutroni o per gamma non è funzionante;
- interruttore di consenso per l'alta tensione, posizionato in sala controllo;
- interruttore di consenso all'ingresso alla zona di accesso al bunker; tale interruttore sbloccherà anche la serratura elettrica della porta di accesso e sarà un ulteriore interlock sul circuito di alta tensione del generatore;
- unica chiave di abilitazione "ronda" e consenso alla generazione di neutroni, conservata nel laboratorio, utilizzata unicamente da operatori autorizzati all'uso del generatore;
- pulsanti di emergenza, posti nella sala del generatore di neutroni e in sala controllo;
- telecamera di sorveglianza del bunker del generatore: i monitor di controllo saranno posti in sala controllo;
- sensore di intrusione collegato al sistema di allarme generale dell'edificio;
- luci di segnalazione e avvisatore acustico sulla presenza di consenso alla generazione di neutroni all'interno del bunker del generatore;

- luci di segnalazione sulla presenza di consenso alla generazione di neutroni all'esterno del bunker ed in sala controllo;

CWP1.1 Sorgente di Neutroni e schermature:

1.1.1 Sorgente di neutroni

Per quanto riguarda la sorgente di neutroni di cui si prevede l'utilizzo, le caratteristiche minime dovranno essere obbligatoriamente, pena l'esclusione, le seguenti:

- la sorgente di neutroni dovrà essere del tipo DT con produzione di neutroni veloci di energia massima di 14 MeV, ovvero neutroni prodotti da reazione di fusione degli isotopi dell'idrogeno deuterio (D) e trizio (T);
- intensità media minima di 1×10^9 n/s
- intensità media massima 1×10^{10} n/s.
- nel bersaglio del tubo dovrà essere presente un'attività di trizio fino ad un massimo di 750 GBq.

Di seguito il riassunto delle caratteristiche autorizzate che dovranno essere rispettate dall'Aggiudicatario:

Tubo generatore:	tubo acceleratore -sigillato- di ioni deuterio su bersaglio di ^3H , all'interno di un contenitore a tenuta
Tensione massima di "accelerazione":	fino a 200 kV
Corrente di uscita:	fino a 3 mA
Alimentazione e potenza dissipata	220/380 V 50-60 Hz 230 V AC (+/-10%) / 50-60 Hz 16A max (potenza dissipata fino a 1500 W)
Sorgente di trizio (bersaglio):	attività massima complessiva per 2 sorgenti 1500 GBq di ^3H all'interno dei tubi acceleratori
Massimo flusso neutronico autorizzato:	fino a 10^{10} neutroni/sec su 4π per ogni sorgente
Energia dei neutroni:	fino a 14 MeV
Carico di lavoro dichiarato:	pari ad un massimo di 300 ore/anno a piena potenza

1.1.2 Schermatura da 500 mattoni 20x10x5 cm di PE Borato

La schermatura dovrà essere costituita da un minimo di 500 mattoni di Polietilene Borato al 30% in peso, con dimensioni $20 \times 10 \times 5$ cm³ e tolleranza per ogni dimensione di +/- 2.0 mm.

CWP1.2 Strumentazione monitoraggio

1.2.1 Sistema di controllo del monitoraggio radiologico con PC server e client

Il sistema di controllo richiesto all'interno del laboratorio SOURIRE si compone delle seguenti parti principali con le seguenti caratteristiche minime:

- n. 1 workstation per centralizzazione sistema di monitoraggio, inclusiva di workstation con monitor 24", tastiera e mouse versione "server"
- ethernet switch da 16 porte per concentrazione segnali
- n. 1 pc per centralizzazione sistema di monitoraggio, inclusiva di software di visualizzazione e di elaborazione per reti di monitoraggio versione "client"

La workstation è destinata alla Sala Controllo. Uno switch Ethernet incluso nella fornitura permetterà di concentrare i dati di tutti gli strumenti collegati alla workstation, sulla quale saranno già installati e pre-configurati i software per la gestione dei dispositivi collegati in rete, i software per il controllo degli strumenti portatili e il software di controllo della porta del bunker che sarà integrato al controllo del sistema di ronda **descritti nel dettaglio nel WP1.6.**

Il PC con il software in versione Client ("read-only") è destinato al laboratorio di Radiochimica dove sarà installato anche **il software di controllo del canale Rabbit e il software relativo al controllo della strumentazione di misura dei campioni attivati (Germanio) descritti nel dettaglio nel WP1.6.**

1.2.2 Stazione di misura Gamma (GM, Rat. Digi., Colonna ALU) Int. Bunker, Est. Bunker e Radiochimica

Le 3 unità di misura gamma fisse con rivelatori Geiger-Müller sono destinate rispettivamente a:

- Interno bunker
- Esterno bunker
- Laboratorio radiochimica

I seguenti paragrafi descrivono nel dettaglio i componenti di ciascuna unità:

- N.1 rivelatore Geiger-Müller: rivelatore gamma basato su singolo tubo Geiger-Müller compensato in energia, con le seguenti specifiche tecniche:
 - Temperatura operativa: da -25 a 50° C
 - Massima umidità relativa operativa: 95%
 - Modulo HV integrato
 - Range di misura: 0.1 μ Sv/h ÷ 1 mSv/h
 - Range di energia: da 40 keV a 1.3 MeV

Il GM sarà collegato e gestito da un N.1 rateometro digitale connesso attraverso un apposito cavo; il rateometro dovrà provvedere all'alimentazione, all'elaborazione dei segnali e alla visualizzazione locale dei dati. Ciascuna coppia rivelatore-rateometro costituisce un'unità di monitoraggio, che dovrà essere collegata in rete ad un host PC integrabile nel software di gestione

Il rateometro dovrà avere un'elettronica digitale di acquisizione e controllo, che riceva i dati dal rivelatore collegato e restituisca i relativi valori di rateo di dose. I dati dovranno poter essere visualizzati su un display locale, memorizzati all'interno di una memoria non volatile, e continuamente confrontati con le soglie di allarme preimpostate come parametri. I dati dovranno essere trasmessi all'unità di controllo remoto (PC) tramite connessione Ethernet.

Il rateometro dovrà essere installabile a parete tramite staffe di montaggio incluse.

Il pannello frontale del rateometro dovrà essere dotato di display, con tasti funzione con LED di stato, e connettore per tastiera esterna per impostazione locale dei parametri. Il display dovrà mostrare, il rateo di dose istantaneo e mediato.

Lo stato dell'unità dovrà segnalare sia localmente sia da remoto:

- Buon funzionamento:
 - LED del tasto READY acceso
 - Nessun messaggio di anomalia mostrato a display
- Allarme/preallarme:
 - LED del tasto READY acceso
 - LED del tasto ALARM/PRE ALARM acceso
 - Cicalino acustico interno acceso
 - Soglia di allarme nel display
- Malfunzionamento:
 - LED del tasto READY spento
 - messaggio indicativo del malfunzionamento in corso (ad esempio "no data received", "detector connection fault", ecc.)

I parametri operativi, quali le soglie di allarme, dovranno poter essere modificati sul pannello frontale. Per modificare i parametri avanzati dovrà essere richiesto l'inserimento di una password. I dati elaborati devono poter essere salvati su memoria interna non volatile a buffer circolare.

Le misure elaborate saranno le seguenti:

- Rateo di dose ($\mu\text{Sv/h}$ o cps)
- Rateo di dose medio a un minuto ($\mu\text{Sv/h}$ o cps)
- Rateo di dose massimo istantaneo ($\mu\text{Sv/h}$ o cps)
- Dose integrata in 10 minuti, 1 ora o 24 ore ($\mu\text{Sv/h}$ o cps)
- Integratore totale di dose (Sv o conteggi), corrispondente al valore integrato a partire dalla prima operazione del rivelatore

I valori di rateo di dose dovranno poter essere confrontati ogni secondo con le soglie di allarme predefinite; se queste saranno superate, il sistema memorizzerà la condizione di allarme e attiverà i corrispondenti relè usati per comandare i LED e gli output. L'utente può scegliere la modalità di attivazione degli allarmi: immediata o ritardata (in questo secondo caso la condizione deve persistere per un determinato intervallo di tempo prima che l'attivazione abbia luogo). Il sistema dovrà controllare continuamente lo stato di funzionamento dei rivelatori e segnalarne immediatamente qualsiasi malfunzionamento.

- N.1 colonna allarme con indicatori luminosi LED e sirena acustica La colonna allarme dovrà essere connessa al rateometro. L'alimentazione e l'attivazione dei LED e della sirena dovrà essere gestita direttamente dal rateometro a seconda dello stato corrente di funzionamento/misura. La colonna allarme dovrà essere installabile a muro tramite staffa.

Specifiche tecniche:

- LED verde: buon funzionamento
- LED giallo: pre-allarme

- LED rosso: allarme
- Sirena acustica: pre-allarme o allarme

1.2.3 Stazione mobile di monitoraggio ambientale gamma e neutroni

La stazione mobile dovrà essere equipaggiata con due rivelatori per il monitoraggio dell'equivalente di rateo di dose gamma e neutronico. La stazione includerà:

- Unità di monitoraggio gamma con camera a ionizzazione
- Rem counter per neutroni
- Rateometri dedicati a ciascun rivelatore

I rivelatori e i rateometri dovranno essere alloggiati in una struttura meccanica montata su carrello. L'altezza del carrello dovrà essere personalizzata in accordo alle necessità, ad esempio per allineare il centro dei rivelatori all'altezza della sorgente di neutroni

Ciascun rivelatore dovrà poter essere rimosso dal carrello per essere utilizzato a distanza, fino a 20 metri.

Una colonna d'allarme dovrà essere montata in cima alla struttura, per indicare tramite segnalazioni luminose e acustiche lo stato della stazione mobile: buon funzionamento, pre-allarme e allarme.

La stazione dovrà poter essere collegata, attraverso connessione ETH, a un host PC remoto su cui sarà installato software di gestione compatibile con software di controllo e gestione generale.

Specifiche tecniche Unità di monitoraggio gamma con camera a ionizzazione:

- Range di rateo di dose: 10 nSv/h – 100 mSv/h
 - Range di energia: 30 keV – 10 MeV
 - Sensibilità pari a 2×10^{-6} A/Sv/h
 - Elettrometro 7 decadi con cambio scala automatico specificamente concepito per monitoraggio in campi pulsati

Il REM counter dovrà essere composto da rivelatori di neutroni con un'elettronica integrata per alimentazione, acquisizione/elaborazione segnale e controllo. L'elettronica integrata dovrà calcolare ogni secondo il valore istantaneo di $H^*(10)$. L'elettronica, dovrà essere concepita specificatamente per uso in campi pulsati.

Specifiche tecniche: Rem counter per neutroni:

- Range di energia: termici 0.025 eV ÷ 10 GeV
- Range di misura: 10 nSv/h ÷ 100 mSv/h
- Sensibilità neutroni: 0.6 cps/ μ Sv/h
- Sensibilità gamma: 0.5 μ Sv/h a 50 mSv/h (Cs-137)
- Elettronica integrata per alimentazione, acquisizione/elaborazione segnale, e controllo, specificamente concepita per monitoraggio in campi pulsati

I rivelatori dovranno essere collegati tramite cavi esterni da 20 m all'elettronica contenuta in un rack equipaggiato con due rateometri dedicati. Ciascun rateometro dovrà essere dotato di un display, tasti funzionali con LED di stato.

Ciascun rateometro dovrà poter ricevere ed elaborare in continuo i dati provenienti dal rivelatore collegato, e confrontare i risultati con le soglie impostate dall'utente nei parametri.

I LED e il cicalino acustico interno, così come i contatti relè, dovranno essere usati per segnalare le eventuali condizioni di allarme, preallarme o malfunzionamento.

Il display del rateometro dovrà poter visualizzare contemporaneamente due dati, a scelta dell'utente, fra cui: valori istantanei o medi di rateo di conteggio, rateo di dose, concentrazione d'attività; integrali dei conteggi, della dose o di attività.

Le misure, le soglie di allarme/preallarme e i parametri operativi dovranno poter essere memorizzati in una memoria interna non-volatile. L'utente dovrà poter impostare soglie e parametri che saranno protetti da una password.

Il collegamento all'host PC remoto dovrà avvenire tramite i rateometri, che trasmetteranno i dati al PC attraverso un collegamento Ethernet o seriale RS485 grazie al software di controllo integrabile nel software di controllo generale.

Specifiche tecniche:

- Display indipendenti per ciascun rivelatore
- Unità di acquisizione e controllo
- Misure di rateo di dose: istantanea, media in 1 minuto e massimo in 1 minuto
- Display con LED e acustico per allarme, pre-allarme e buon funzionamento
- Range di temperatura: $-25\text{ °C} \div +50\text{ °C}$
- Principali parametri impostabili localmente e/o tramite tastiera esterna:
 - Tipo di rivelatore
 - Reset manuale di allarmi/guasti/dosi/tutto
 - Unità di misura
 - Abilitazione autoreset allarmi
 - Soglie di allarme e preallarme
 - Livelli di fail-limit
 - Persistenza minima della condizione di preallarme/allarme
 - Impostazioni media mobile
 - Abilitazione della tacitazione locale allarme acustico
 - Modalità di test per controllo qualità con sorgente di riferimento esterna

1.2.4 Stazione di misura portatile per neutroni (rem counter e rateometro digitale)

Il monitoratore neutroni portatile dovrà essere composto da:

- N.1 rateometro digitale
- N.1 rem counter neutroni specifico per misure in campi di radiazione pulsati, con funzionamento a batteria
- Cavi di connessione.

Il rateometro dovrà poter essere fissato direttamente sul rem-counter tramite un'apposita staffa. L'unità di misura così composta dovrà poter essere utilizzata come monitoratore neutroni portatile.

L'alimentazione dovrà essere fornita da una batteria ricaricabile (autonomia 6-8 ore) alloggiata all'interno del rivelatore. Il rivelatore dovrà poter essere comunque utilizzato in postazione fissa e collegato al PC centralizzatore per l'acquisizione dati in continuo.

1.2.5 Sistema misura attivazione aria al camino con schermatura in Pb e 1.2.6 Sistema misura attivazione aria interno bunker senza schermatura in Pb

I 2 sistemi di monitoraggio dell'attivazione dell'aria dovranno rispettivamente essere installati presso la zona Camino e Interno bunker; un sistema sarà dotato di schermatura in piombo a pozzetto (camino) e l'altro ne sarà sprovvisto (interno bunker).

Il sistema di monitoraggio dell'attivazione dell'aria dovrà campionare e monitorare l'aria al fine di misurarne la concentrazione di attività, derivante da attivazione, in geometria Marinelli.

In particolare, si dovrà monitorare l'aria espulsa attraverso una condotta portante al camino di espulsione dell'aria del bunker, tramite il campionamento da un punto di prelievo e la re-immissione dell'aria campionata in un punto a monte del prelievo.

Il sistema dovrà essere composto da due parti principali:

- Unità di acquisizione ed elaborazione
- Unità di campionamento e rivelazione

Le due parti del sistema dovranno essere posizionate a un massimo di 5 metri l'una dall'altra, e il più vicino possibile al punto di prelievo.

L'unità di acquisizione ed elaborazione dovrà includere un PC, un monitor, e le componenti elettroniche.

L'unità di campionamento e rivelazione dovrà consistere in un rivelatore gamma (germanio o scintillazione) accoppiato a un MCA, una schermatura in piombo, una pompa per il campionamento dell'aria, un sensore di portata per controllare il funzionamento della pompa, e una serie di elettrovalvole per il campionamento automatico dell'aria. Il sistema dovrà gestire anche l'espulsione dell'aria al termine del monitoraggio.

Un misuratore di portata dovrà essere installato nella condotta che porta al camino, per permettere al sistema di calcolare l'attività specifica del volume di aria espulso.

Il software installato nel PC dovrà visualizzare in tempo reale le misure, controllare lo stato del sistema, e permettere di impostare i parametri operativi quali le soglie di allarme. L'utente dovrà poter definire specifiche regioni di interesse (ROI) e quindi determinare l'attività specifica (Bq/g) dell'aria campionata.

Il sistema dovrà poter essere integrato nel software per il sistema di controllo e monitoraggio generale.

Il sistema destinato all'interno bunker (1.2.6) sarà fornito privo di pozzetto di schermatura.

Specifiche tecniche:

- Rivelatore gamma: rivelatore a scintillazione del tipo NaI(Tl) o equivalenti o migliori in termini di risoluzione energetica (<6% al 661 keV del ^{137}Cs)
- MDA < 1 Bq/l
- Range di energia: 30 keV ÷ 2 MeV

- Range di temperatura: 0 - 40 °C
- Geometria: Beaker di Marinelli da 3 litri
- Pozzetto: Piombo, spessore 100 mm (escluso dall'unità prevista per l'interno bunker)
- Scheda gestione I/O: uscite relè: N.C. / N.O.; 16 uscite/entrare disponibili
- Misuratore di portata per il calcolo dell'attività rilasciata

1.2.7 Rateometro portatili per misura rateo di dose alta e media sensibilità con sonde intercambiabili.

I n. 2 rateometri portatili per misure di rateo di dose gamma (con possibilità di avere sonde intercambiabili), saranno ciascuno composto da:

- unità centrale per display e controllo
- sonda-rivelatore gamma geiger muller intercambiabile
- sonda-rivelatore gamma ad alta sensibilità con cristallo scintillante intercambiabile
- cavi di connessione,

dovranno essere utilizzati per registrare la radiazione rivelata dalla sonda collegata e il microprocessore interno ne dovrà controllare il funzionamento. I dati dovranno essere salvati in una memoria interna non volatile e dovrà esserci un allarme sonoro integrato per avvertire l'utente in caso di allarme.

Il contatore Geiger-Muller dovrà essere usato per misurare la dose o il rateo di dose della radiazione gamma. L'algoritmo di misura dovrà permettere una misura continua, l'elaborazione dei risultati e un rapido adattamento a variazioni nel campo di radiazioni.

Il rivelatore a scintillazione contenuto nella sonda dovrà essere usato per misurare il rateo di dose della radiazione gamma e X, per la ricerca di sorgenti di radiazione e per la registrazione di spettri.

Lo strumento dovrà essere corredato da software per lo scaricamento dei dati memorizzati (interfaccia USB o equivalente).

1.2.8 Dosimetro personali elettronici x-gamma

La fornitura dovrà includere 5 dosimetri elettronici personali per radiazioni X e gamma

- Misura del rateo di dose equivalente personale $\dot{H}^*(10)$ dovuto a radiazione gamma e X continua o pulsata
- Misura della dose equivalente personale $H^*(10)$ dovuto a radiazione gamma e X continua o pulsata
- Misura del tempo di accumulazione di DE
- Segnalazione di allarmi acustici, visivi e con vibrazione al superamento delle soglie di DE e DER
- Trasmissione delle informazioni accumulate e archiviate nella memoria interna dello strumento a un PC

Il rivelatore del dosimetro dovrà essere un contatore Geiger-Muller compensato in energia, che converte i quanti di radiazione gamma in impulsi elettrici.

Un microcontrollore integrato dovrà eseguire il processamento degli impulsi e controllare il display, i pulsanti e le segnalazioni di allarme.

L'algoritmo di funzionamento del dosimetro dovrà assicurare una misura in continuo, l'elaborazione statistica dei risultati di misura e un rapido adattamento all'intensità di radiazione. La memoria interna non volatile del

dosimetro dovrà garantire la raccolta e archiviazione delle informazioni, che possono essere scaricate su un PC. Lo scambio di dati avviene tramite interfaccia USB.

Lo strumento dovrà permettere l'impostazione delle soglie di allarme (due per DER e due per DE). Il dosimetro dovrà poter confrontare in continuo le misure con queste soglie e avvisare l'utente con segnali acustici (intermittenti per la prima soglia e intermittenti rapidi per la seconda), visivi (luce rossa) e con vibrazione, qualora le misure superino le soglie.

Specifiche tecniche:

- Range di misura DER: 0.1 $\mu\text{Sv/h}$ – 10 Sv/h
- Range di misura DE
 - Radiazione continua: 0.05 μSv – 10.0 Sv
 - Radiazione pulsata (durata impulsi > 1 ms): 10 μSv – 10.0 Sv
- Interfaccia USB
- Alimentazione: batteria ricaricabile integrata ricaricabile tramite USB
- Durata della batteria in condizioni normali (DER medio fino a 0.3 $\mu\text{Sv/h}$, retroilluminazione display e segnalazioni attive per non più di 20 secondi al giorno): 1 mese
- Grado di protezione: IP65
- Funzioni disponibili in modalità comunicazione con PC:
 - Abilitazione o disabilitazione impostazione soglie di allarme DER e DE, e impostazione parametri relativi allo storico DER e DE tramite pulsanti sul pannello frontale
 - Scaricamento di informazioni quali numero seriale, soglie di allarme, intervalli di log, storico DER e DE
 - Impostazione dei seguenti parametri:
 - data e ora corrente dal PC
 - soglie di allarme
 - intervalli di log
 - reset DE e tempo di accumulo di DE

1.2.9 Dosimetro elettronico da polso

I n.10 dosimetri da polso dovranno essere del tipo compensato in energia e dovranno poter misurare il rateo di equivalente di dose personale derivante da esposizione a radiazione X e gamma. Il dosimetro dovrà poter avere due soglie di allarme, superate le quali dovranno essere attivate immediatamente delle segnalazioni acustiche all'utente. La memoria interna dovrà essere capace di registrare fino a 1000 eventi, e i dati registrati dovranno poter essere trasmessi ad un PC tramite un canale a infrarossi.

1.2.10 Dosimetro elettronico personale gamma neutroni

Lo strumento dovrà essere usato per rilevare e localizzare sorgenti radioattive gamma-neutroni e per misure di rateo di equivalente di dose. Il software di gestione del dosimetro dovrà contenere un algoritmo di soppressione dei NORM integrato per permettere di definire la categoria dei materiali radioattivi rivelati, differenziando il livello di pericolo tramite diverse segnalazioni di allarme. In modalità ricerca, lo strumento dovrà mostrare a display il valore corrente di radiazione gamma e neutroni in conteggi al secondo. Lo storico

degli eventi dovrà essere salvato nella memoria non volatile interna e i dati dovranno poter essere scaricati su PC tramite USB.

1.2.11 Monitore contaminazione superficiale portatili

I n. 2 monitori per la contaminazione superficiale dovranno essere costituiti da contaminometri portatili (peso inferiore ai 1800 g) pensati per eseguire in modo pratico le quotidiane attività di radioprotezione, quindi dotati di batteria ricaricabile e possibilità di scaricare i dati in maniera semplice tramite USB o RS232 e/o qualsiasi protocollo di connessione senza fili.

Il monitor deve poter rivelare la contaminazione alfa e beta-gamma di superfici quali pavimenti, pareti, scrivanie o banchi, oggetti, vestiti o la stessa pelle.

Lo strumento dovrà essere costituito da un rivelatore a scintillazione con le seguenti caratteristiche:

- Misura simultanea e separata della contaminazione alfa e beta-gamma
- Misura del rateo di dose gamma (da 0.1 $\mu\text{Sv/h}$ to 20 mSv/h)
- Alta sensibilità (sensibilità Gamma a 1 $\mu\text{Sv/h}$ 137Cs < 100 cps)
- basso background di fondo (canale alfa compreso fra 0.1 e 0.2 cps; canale beta-gamma compreso fra. 10 cps e 15 cps)
- Range di misura in cps per canale alfa da 0 a 5000 cps e canale beta-gamma da 0 a 50000 cps
- Non dovrà essere utilizzato alcun gas per la misura

Il contaminometro dovrà essere composto da un'unità display con microprocessore, un'elettronica di elaborazione del segnale e uno scintillatore con fotomoltiplicatore.

1.2.12 Monitore contaminazione personale mani/piedi

I n. 2 monitori di contaminazione personale mani/piedi dovranno essere capaci di rivelare la contaminazione personale dovuta a radiazione alfa e beta-gamma. Il monitor deve essere poco ingombrante e costituito da 4 rivelatori a scintillazione (2 per le mani e 2 per i piedi). L'interfaccia utente dovrà essere costituita da un pannello touch-screen con interfaccia grafica. Ogni rivelatore dovrà avere un proprio fattore di calibrazione per ciascun nuclide e un software contenente almeno 50 fattori pre-impostati. Lo strumento dovrà permettere la misura simultanea e separata della contaminazione alfa e beta-gamma, ma dovrà poter anche essere usato come monitor esclusivamente alfa o beta-gamma. Il fondo dovrà essere monitorato in continuo da ciascun rivelatore e utilizzato per compensare la misura di contaminazione mani-piedi.

- Misura simultanea e separata della contaminazione alfa e beta-gamma
- basso background di fondo (canale alfa compreso fra 0.1 e 0.2 cps; canale beta-gamma compreso fra 10 cps - 20 cps) per tutti i monitori (mani e piedi)
- sensibilità di misura garantita: MDA in Bq/cm² per ²⁴¹Am <=0.02; ¹⁴C <=0.5; ³⁶Cl <=0.08; ⁹⁰Sr/⁹⁰Y <=0.09 per tutti i monitori (mani e piedi)
- Non dovrà essere utilizzato alcun gas per la misura

1.2.13 Sistema di misura alfa-beta totale

Il monitor per alfa-beta totale dovrà permettere di misurare contemporaneamente l'attività alfa e beta (come risultati separati) di campioni provenienti da diverse applicazioni, come ad esempio dei wipe-test, smear-test, o filtri di altra natura.

I campioni da misurare dovranno poter essere inseriti in un apposito cassetto per permettere di posizionare un porta-campione di massimo 60 mm di diametro e 8 mm di spessore con la possibilità di aggiungere diversi adattatori portafiltri/campioni.

Il monitor dovrà permettere l'impostazione di un fattore di correzione per lo "spillover" del canale alfa verso il canale beta.

L'interfaccia utente dovrà essere costituita da un display touch-screen, da cui si potrà gestire completamente lo strumento (parametri, soglie di allarme, ecc.).

Il monitor dovrà essere compatto (peso <25 kg e dimensioni esterne < di 350 mm x 350 mm x 350 mm di altezza x profondità x larghezza) e costituito da un rivelatore a scintillazione che consenta di raggiungere le seguenti caratteristiche minime:

- sensibilità detection limits in accordo con ISO 11929 e dopo 1 ora di tempo di misura:
DL per: ^{241}Am ≤ 0.02 Bq e per ^{36}Cl ≤ 0.4 Bq;
- background: canale alfa ≤ 0.005 cps; canale beta ≤ 1.2 cps
- range di misura: canale alfa 0 – 5 000 cps canale beta 0 – 50 000 cps
- classe di protezione IP54

1.2.14 Stazione meteo (p, T, Umidità, vento, precipitazioni)

La stazione meteo da installare sul tetto dell'edificio U19 dovrà necessariamente includere una serie di strumenti in grado di misurare almeno 6 delle più importanti variabili meteo: pressione dell'aria, temperatura, umidità, precipitazioni, velocità del vento e sua direzione. Tramite la sua applicazione, dovrà essere possibile scegliere i parametri di interesse e le modalità di trasmissione.

L'alimentazione della stazione meteo dovrà essere garantita tramite l'utilizzo di pannelli solari integrati nella struttura

La stazione meteo dovrà garantire le seguenti caratteristiche di misura minime:

- pressione atmosferica:

range di misura:	da 500 a 1100 hpa
accuratezza:	± 0.5 hPa da 0 a $+30$ °C; ± 1 hPa da -52 a $+60$ °C;
risoluzione:	0.1 hPa / 10 Pa / 0.001 bar / 0.1 mmHg / 0.01 inHg
- temperatura:

range di misura:	da -52 °C a $+60$ °C
accuratezza a $+20$ °C:	± 0.3 °C
risoluzione:	0.1 °C
- umidità relativa:

range di misura:	da 0 a 100 %RH
accuratezza:	± 3 %RH fra 0 e 90 %RH; ± 5 %RH fra 90 e 100 %RH
risoluzione:	0.1 %RH
- precipitazioni pluviali:

range di misura:	da 0 a 200 mm/h
risoluzione:	0.01 mm (0.001 in) 0.1 mm (0,004 in)

- velocità del vento:
 - range di misura: da 0 a 60 m/s
 - tempo di risposta: 0.25 s
 - variabili di misura: media, minima, massima
 - risoluzione: 0.1 m/s
 - accuratezza: $\pm 3.0^\circ$ a 10 m/s (22 mph)
- direzione del vento
 - range di misura: da 0 a 360°
 - tempo di risposta: 0.25 s
 - risoluzione dir. vento: 0.1°
 - accuratezza: $\pm 3.0^\circ$ a 10 m/s (22 mph)
- radiazione solare albedo:
 - range di misura: da 0 a 2000 W/m²
 - sensibilità: da 10 a 15 μ V/ W/m²

1.2.15 Sistema di campionamento particolato ad alto volume con 200 filtri di ricambio e misura di campionamento dello radioiodio

Il sistema di filtraggio ad alta portata dovrà essere installato sul tetto dell'U19 e dovrà incorporare un porta filtro delle dimensioni massime di 50 x 60 cm e non più piccole di 25x30 cm.

Il sistema dovrà essere costituito da un ventilatore centrifugo, un sistema di controllo del flusso e l'elettronica di misura del flusso. La struttura meccanica del sistema dovrà essere costituita da un telaio metallico, avente un design modulare in modo da facilitare la manutenzione sulle singole parti. Il portafiltro dovrà avere una protezione dalle precipitazioni attraverso uno scudo sempre in metallo. il flusso minimo garantito dovrà essere di 600 m³/h in tutte le condizioni.

La fornitura dovrà comprendere un numero di filtri pari ad almeno n.200.

La stazione di campionamento ad ultra-alto volume dovrà inoltre prevedere un sistema per il campionamento dello radio-iodio.

1.2.16 Installazione, collaudo e corso di formazione

Il fornitore è obbligato - a propria cura e spese - ad erogare, successivamente all'emissione del certificato di verifica di conformità nei tempi e con le modalità di dettaglio che verranno concordate con l'Università, attività di formazione tecnica rivolta a **5 unità di personale universitario e di altro ente di ricerca collegato** che verrà impiegato per l'utilizzo e la gestione del laboratorio Sourire, per un periodo complessivo di **7 giorni**, salvo migliorie. Al termine dell'attività di formazione tecnica, dovrà essere rilasciata, a ciascuna unità di personale, idoneo attestato di partecipazione al corso e verifica e attestazione delle competenze acquisite per il controllo, monitoraggio e utilizzo di tutte le infrastrutture del Laboratorio Sourire oggetto di fornitura. I corsi dovranno necessariamente svolgersi all'interno del Laboratorio Sourire

Il fornitore si obbliga - a propria cura e spese- a redigere un Piano di manutenzione delle strumentazioni, attrezzature e sistemi gestionali e un Manuale d'uso in lingua italiana.

Tutto il software e l'hardware necessario alla gestione, configurazione e funzionamento delle strumentazioni comprese nel CWP1 dovranno essere compresi nella fornitura.

Le licenze relative ai sistemi operativi ed ai software commerciali utilizzati dovranno essere comprese nella fornitura e saranno di proprietà dell'UNIMIB e gli aggiornamenti dovranno essere garantiti per almeno 5 anni.

Qualsiasi software sviluppato appositamente o modificato e customizzato appositamente per il laboratorio SOURIRE sarà di proprietà dell'UNIMIB e dovrà essere opportunamente documentato, comprese le istruzioni e gli strumenti necessari (ad esempio compilatori o altro) a rendere il software eseguibile e dovrà esserne garantito l'aggiornamento per almeno 5 anni.

1.2.17 Kit sorgenti calibrazione alfa, beta gamma

La fornitura dovrà prevedere tutte le sorgenti radioattive di calibrazione necessarie alla verifica di funzionalità di tutta la strumentazione di misura e monitoraggio. In particolare la fornitura dovrà prevedere:

- Sorgenti gamma:
 - 1 sorgente multigamma con certificato di calibrazione in attività (accuratezza garantita $\pm 5\%$) contenente i seguenti radionuclidi: Am241, Cd109, Co57, Ce139, Hg203, Sn113, Sr85, Cs137, Co60, Y88, con attività di almeno 1 kBq per ogni radionuclide
- Sorgente di controllo per strumentazione monitoraggio e contaminometri contenente:
 - Am241, Sr90, Cs137 di dimensioni e attività da stabilire in base alle caratteristiche dei contaminometri e dosimetri forniti
- Sorgente beta:
 - Sorgente di Sr90/Y90 attività nominale: da 5100 Bq a 25000 Bq
- Sorgenti alfa con certificato di calibrazione per:
 - Sorgente di Am241 attività nominale: compresa fra 500-1000 Bq
 - Sorgente di Pu238 attività nominale: compresa fra 500-1000 Bq o Sorgente di Pu239 attività nominale: compresa fra 500-1000 Bq o **sorgente equivalente con energia delle particelle alfa compresa fra 4 e 9 MeV**
 - Sorgente di Cm244 attività nominale: compreso fra 1000 Bq o **sorgente equivalente con energia delle particelle alfa compresa fra 4 e 9 MeV**
- Sorgenti unquenched per scintillazione liquida con certificato di calibrazione:
 - Vial da 20 ml per scintillazione liquida contenente 14C
 - Vial da 20 ml per scintillazione liquida contenente 3H
 - Vial scintillatore liquido per misura di fondo.

CWP1.3 Strumentazione di misura per rilascio campioni

La strumentazione di misura per il rilascio dei campioni dovrà essere composta da:

1.3.1 Catena Spettrometria gamma

Il sistema proposto deve possedere, pena esclusione, le seguenti caratteristiche tecniche minime:

- n. 1 rivelatore al Germanio Iperpuro di tipo p
- range energetico 40 keV – 3 MeV
- Rivelatore HpGe p-type con efficienza relativa $\geq 10\%$, ~~con risoluzione energetica ottimizzata $\leq 1,8$ keV a 1,33 MeV,~~
- rapporto picco/compton $\geq 40:1$

- Risoluzione FWHM minime garantite in tutte le condizioni di misura a:

5.9	keV	<	0,8 keV
122	keV	<	1,2 keV
1332	keV	<	2,4 keV

- n. 1 Sistema di raffreddamento crioelettrico integrato con il rivelatore senza liquidi criogenici basato su tecnologie "Pulse Tube" o "Stirling cooler" esenti da vibrazioni che potrebbero deteriorare la risoluzione energetica del rivelatore soprattutto ad energie inferiori a 100 keV
- Disegno tecnico riportanti le dimensioni di tutte le parti costituenti il detector compresi gli "strati inattivi" del cristallo, i contatti, l'endcap, l'holder, il dito freddo e ogni parte importante per la definizione del rivelatore nei Software di simulazione di tipo "Monte Carlo" per il calcolo dell'efficienza
- Sistema di acquisizione con software, MCA e HV power supply e Catena elettronica comprendente:
 - amplificatore/formatore digitale 0,5-20 usec,
 - alimentazione alta tensione per la polarizzazione del germanio 0-5 kV,
 - ADC-MCA 16k provvisto di software compatibile WIN piattaforma 64 bit per acquisizione e analisi degli spettri Gamma-X
- Software per analisi dati, calibrazione energetica e calibrazione in efficienza
- Schermatura in piombo ≥ 100 mm, con coperchio apribile a ventaglio
- PC o laptop con core i7, RAM 64 GByte, Disco 2 TByte completo di Software per analisi dati, calibrazione energetica e calibrazione in efficienza per l'acquisizione e analisi degli spettri Gamma-X compatibile con Sistemi operativi WIN piattaforma 64 bit e integrabile con il software di gestione e controllo della sorgente e del sistema Rabbit per l'inserzione del campione

1.3.2 Catena Spettrometria alfa

Il sistema per spettrometria Alfa sarà costituita da:

- spettrometro alfa da banco a due canali con incluso vacuometro, alimentazione variabile per il rivelatore (positiva o negativa), preamplificatore, generatore di impulsi di test ad ampiezza regolabile e monitore di corrente.
- 2 Rivelatori al silicio "ultra low background" da 900 mm² e da 600 mm² di area attiva con le seguenti caratteristiche:
 - connettori micro dot sul retro del rivelatore
 - strato morto della finestra di ingresso < 100 nm
 - spessore attivo del rivelatore compreso fra 100 e 500 um
 - conteggi di fondo fra 3 e 8 MeV < 50 conteggi al giorno per entrambi i rivelatori
 - risoluzione FWHM all' 241Am 5.486 MeV: ≤ 35 keV per il rivelatore da 600 mm²

- risoluzione FWHM all' 241Am 5.486 MeV: ≤ 50 keV per il rivelatore da 900 mm²
- 2 Piattelli
- Software di analisi e calibrazione spettri
- pompa da vuoto a membrana compatta, adatta ad essere associata al sistema alfa da banco, in grado di pompare mezzo litro a meno di 1 Torr di pressione in meno di 10 minuti, e di raggiungere un vuoto di 10 Torr in meno di un minuto. Dovranno inoltre essere fornite le connessioni alla rete di alimentazione e i collegamenti pneumatici allo spettrometro;

dovrà essere fornito per l'effettuazione di misure di spettrometria alfa.

1.3.3 Catena spettrometria beta

Il Sistema di spettrometria Beta a scintillazione liquida dovrà garantire misure di Scintillazione liquida ad alta sensibilità con la modalità di conteggio risolta nel tempo e in particolare dovrà possedere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Fotomoltiplicatori a basso fondo
- Possibilità di utilizzo Vial da 20 ml e 7 ml
- Range di misura in energia: 0-2000 keV
- efficienza di misura garantita:
 - per ³H misurato fra 0 e 18.6 keV: $\geq 60\%$
 - per ¹⁴C misurato fra 0 e 156 keV: $\geq 90\%$
- fondo di misura garantito:
 - per ³H misurato fra 0 e 18.6 keV: ≤ 20 CPM
 - per ¹⁴C misurato fra 0 e 156 keV: ≤ 30 CPM
- sensibilità figura di merito E²/B:
 - per ³H misurato fra 1 e 18.6 keV: ≥ 180
 - per ¹⁴C misurato fra 4 e 156 keV: ≥ 360

Inoltre la fornitura dovrà comprendere anche i seguenti accessori:

- Fornitura Scintillatore liquido a basso fondo per misure di trizio: 20 litri
- Soluzioni di Unquenched Standard di ³H, ¹⁴C, per calibrazione in efficienza
- "Blank Vial" di scintillatore liquido a basso fondo per valutazione conteggi di fondo garantito
- 500 vial in polietilene a basso fondo da 20 ml e 500 da 7 ml

CWP1.4 Canale Rabbit

1.4.1 Canale pneumatico e SW di controllo

Il canale Rabbit per i campioni attivati sarà composto da un impianto di posta pneumatica, costituito da:

- 1 centrale di comando con PLC
- 2 stazioni metalliche di partenza/arrivo bossolo DN50 + 2 di ricambio
- 1 pulsantiera industriale

- da 30 a 50 m di tubazione DN32 in acciaio (a seconda del set-up finale concordato durante WP2.1)
- da 8 a 12 curve DN32 in acciaio (a seconda del set-up finale concordato durante WP2.1)
- 20 bossoli in plastica DN50
- 1 soffiante trifase da 1100 W con elettrovalvola e relativo piping di connessione alla stazione del laboratorio + 1 di ricambio
- materiale di consumo, manicotti e collari per piping (a seconda del set-up finale concordato durante WP2.1)
- piano di manutenzione ordinaria ogni sei mesi con estensione di garanzia (24+24 mesi), che include: pulizia stazione esterna, revisione completa stazione interna, pulizia filtri motore, controllo e regolazione elettrovalvola, controllo funzionamento centrale, controllo tubazione nelle parti accessibili, sostituzione di tutte le parti danneggiate.
- un software di gestione e controllo del canale RABBIT che oltre a prevedere la sincronizzazione con il funzionamento della sorgente di neutroni, dovrà gestire in maniera sincronizzata anche il sistema di misura collegato ovvero la catena di spettrometria gamma al germanio che dovrà poter essere attivata in sincronia con l'arrivo del campione irraggiato presso la cappa radiochimica del canale Rabbit e dovrà poter essere programmato per l'acquisizione di cicli di misura in cui lo stesso campione sarà irraggiato per brevissimi tempi, intervallati da altrettanto brevi fasi di misura tramite rivelatore al germanio posto all'interno della cappa per poter essere nuovamente irraggiati così da permettere l'accumulo di statistica di conteggio sufficiente anche per la misura di radionuclidi attivati con tempi di dimezzamento molto brevi.

1.4.2 Sistema di rivelazione al germanio

Il sistema proposto dovrà possedere, pena esclusione, le seguenti caratteristiche tecniche minime:

- n. 1 rivelatore al Germanio Iperpuro di tipo p
- range energetico 40 keV – 3 MeV
- efficienza relativa minima del 10%
- rapporto picco/compton $\geq 40:1$
- Risoluzione FWHM a:

5.9	keV	<	0,6 keV
122	keV	<	1,0 keV 1,2 keV
1332	keV	<	2,0 keV 2,4 keV

- n. 1 Sistema di raffreddamento crioelettrico integrato con il rivelatore senza liquidi criogenici basato su tecnologie "Pulse Tube" o "Stirling cooler" esenti da vibrazioni che potrebbero deteriorare la risoluzione energetica del rivelatore soprattutto ad energie inferiori a 100 keV
- Disegno tecnico riportanti le dimensioni di tutte le parti costituenti il detector compresi gli "strati inattivi" del cristallo, i contatti, l'endcap, l'holder, il dito freddo e

ogni parte importante per la definizione del rivelatore nei Software di simulazione di tipo "Monte Carlo" per il calcolo dell'efficienza

- Sistema di acquisizione digitale con software, MCA e HV power supply e Catena elettronica digitale comprendente:
 - amplificatore/formatore 0,5-6 usec,
 - alimentazione alta tensione per la polarizzazione del germanio 0-5 kV,
 - ADC-MCA 16k provvisto di software compatibile WIN piattaforma 64 bit per acquisizione e analisi degli spettri Gamma-X
- 1 laptop core i7, RAM 32 GByte, Disco 1 TByte completo di Software per analisi dati, calibrazione energetica e calibrazione in efficienza per l'acquisizione e analisi degli spettri Gamma-X compatibile con Sistemi operativi WIN piattaforma 64 bit e integrabile con il software di gestione e controllo della sorgente e del sistema Rabbit per l'inserzione del campione

CWP1.5 Arredi laboratorio e depositi

Le forniture degli arredi di laboratorio e depositi dovranno essere conformi alla vigente legislazione in materia antinfortunistica, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, costruzione, funzionamento ed installazione. Pertanto, gli arredi tecnici e la relativa impiantistica dovranno attenersi alla destinazione d'uso e, di conseguenza, all'attività lavorativa svolta con specifico riferimento ai laboratori.

Ai fini della prevenzione incendi gli arredi dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Le poltrone e mobili imbottiti devono essere di classe 1 IM di resistenza al fuoco;
- Gli arredi non imbottiti costituiti da materiali combustibili devono essere di classe di resistenza al fuoco non superiore a 1.

In ogni caso, per quanto non meglio specificato, si rimanda alla normativa vigente con particolare riguardo alla conformità per la prevenzione incendi.

Le forniture dovranno inoltre essere conformi alle vigenti norme nazionali ed europee, UNI, ISO e CE relativamente alla sicurezza, resistenza e idoneità. I componenti degli arredi/attrezzature (legno e metallo) e le vernici utilizzate dovranno essere atossiche e non nocive sia al contatto cutaneo che orale nonché per inalazione. In particolare gli articoli presenti nella fornitura dovranno essere in possesso di idoneo certificato, come di seguito elencato, a titolo esemplificativo ma non esaustivo:

- CAPPE CHIMICHE Certificazione secondo norma EN 14175 parte 1 – 2 – 3 e parte 6 VAV
- POSTAZIONI DI LAVORO Certificazione secondo le norme EN 13150
- ARMADI DI SICUREZZA Certificazione secondo la norma EN 14470-1 ed EN 14727
- MOBILI CONTENITORI Certificazione secondo la norma EN 16121
- MATERIALI LIGNEI Certificazione secondo la norma EN 13501-1, classe B-s1, d0 e EN 13986 classificazione E1 di rilascio della formaldeide e derivati in accordo con la norma EN 13986.
- VETRI Certificazione secondo la norma EN 12600

Gli arredi tecnici proposti per il laboratorio di radiochimica devono soddisfare il concetto di modularità nel senso più ampio; ogni parte che costituisce l'arredo deve poter essere sostituita o integrata in ogni momento con estrema facilità, in modo da potersi adeguare alle esigenze future dei laboratori stessi.

Secondo quanto previsto dalla normativa vigente in tema di piani d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della Pubblica Amministrazione, gli arredi tecnici offerti devono essere prodotti con materiali e processi produttivi a ridotto impatto ambientale. **La fornitura dovrà pertanto essere effettuata nel rispetto dei criteri minimi ambientali attinenti previsti dall'Allegato 1 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di fornitura e noleggio ed estensione della vita utile di arredi per interni" del Decreto ministeriale del Ministero della transizione ecologica del 23 giugno 2022.**

In particolare si considerano obbligatori i seguenti criteri:

- 5.3.6. Materiali di imballaggio.
- 5.3.7. Disassemblabilità.
- 5.3.8. Disponibilità parti di ricambio.

Il laboratorio di Radiochimica e i depositi dovranno essere dotati delle seguenti forniture:

1.5.1 Cappa Radiochimica Manipolazioni Medie attività

N.1 Stazione di lavoro per l'abbattimento dei radioisotopi aero-sospesi provenienti dalla manipolazione di sostanze liquide volatili o gassose dovrà essere costituita da una cappa radiochimica schermata per manipolazioni di media attività e dovrà essere realizzata in acciaio INOX AISI 304 finitura Scotch-Brite spessore mm 1,5. La stazione di lavoro dovrà essere realizzata nel rispetto delle vigenti norme di Radioprotezione. La struttura portante dovrà essere realizzata in scatolati di lamiera di acciaio inossidabile AISI 304. Il telaio dovrà essere supportato da piedini autolivellanti e regolabili in altezza con una base di appoggio in poliammide o altro materiale equivalente.

Queste le dotazioni minime:

- Illuminazione con lampade a LED
- possibilità di almeno 2 linee di alimentazione gas in acciaio AISI 316 con valvole d'intercettazione a sfera con volantini di comando con targhetta d'identificazione gas
- almeno n.2 prese elettriche
- BMI - Protezione mobile scorrevole schermata
- Manometri per controllo intasamento filtri
- n 1 indicatore vita residua filtro
- filtro laminare in ingresso
- filtro carboni attivi in uscita
- Dimensioni esterne: comprese tra 1400 x 1000 x 2400 mm (l x p x h) e 2000 x 1500 x 2500 mm (l x p x h) da definire durante il CWP 2.1
- Dimensioni vetro frontale schermato: compreso fra 250 x 200 mm (l x h) e 350 x 250 mm (l x h)
- Peso: <1500 kg
- Flusso d'aria in aspirazione: > di 1400 m³/h

- Schermatura in piombo minima di 30 mm con purezza $\geq 98\%$
- Grado protezione quadro elettrico: IP54

La cappa radiochimica schermata per manipolazioni di media attività, ospiterà anche la stazione di partenza del sistema Rabbit e il sistema di misura “gamma” al germanio per i campioni attivati, per questo motivo le dimensioni e le caratteristiche finali della stazione saranno definite durante il CWP 2.1. Inoltre, lateralmente alla cappa Radiochimica schermata per le manipolazioni di media attività dovrà essere installato un cavedio in acciaio inox che ospiterà la porzione di canale Rabbit uscente dal muro del laboratorio di radiochimica “lato bunker” che svolgerà la funzione di barriera distanziatrice per evitare, i pur remoti, irraggiamenti indebiti dovuti a permanenza di personale nelle immediate vicinanze del canale.

1.5.2 Cappa Radiochimica Manipolazioni Basse attività

La seconda Stazione di lavoro per l’abbattimento dei radioisotopi aero-sospesi provenienti dalla manipolazione di sostanze liquide volatili o gassose a bassa o nulla radioattività, dovrà essere costituita da una cappa radiochimica non schermata per manipolazioni di bassa attività o nulla radioattività che dovrà essere realizzata in acciaio INOX AISI 304 finitura Scotch-Brite spessore mm 1,5. Dovrà essere realizzata nel rispetto delle vigenti norme di Radioprotezione. La struttura portante dovrà essere realizzata in scatolati di lamiera di acciaio inossidabile AISI 304. Il telaio dovrà essere supportato da piedini autolivellanti e regolabili in altezza con una base di appoggio in poliammide o altro materiale equivalente o con caratteristiche di durabilità superiori.

Queste le dotazioni minime:

- Illuminazione con lampade a LED
- possibilità di almeno 2 linee di alimentazione gas in acciaio AISI 316 con valvole d’intercettazione a sfera con volantini di comando con targhetta d’identificazione gas
- almeno n. 2 prese elettriche
- BMI - Protezione mobile scorrevole schermata
- Manometri per controllo intasamento filtri
- n 1 indicatore vita residua filtro
- filtro laminare in ingresso
- filtro carboni attivi in uscita
- Dimensioni esterne: comprese tra 1400 x 1000 x 2400 mm (l x p x h) e 1500 x 1200 x 2500 mm (l x p x h)
- Peso: <1300 kg
- Flusso d’aria in aspirazione: > di 300 m³/h
- Grado protezione quadro elettrico: IP54

1.5.3 Cassaforte sorgenti

n.1 Cassaforte a vano unico in acciaio INOX con schermatura in piombo per deposito sorgenti radioattive:

- Materiale struttura: INOX AISI 304 - Scotch-Brite™
- Numero vani interni: 1
- Schermatura: 50 mm di Pb
- Peso: <300 kg
- Dimensioni esterne: 365 x 315 x 335 (l x p x h)
- Dimensioni interne: 260 x 210 x 210 (l x p x h)

n.1 Cassaforte a cassetti per radioisotopi in acciaio INOX con schermatura in piombo per deposito sorgenti radioattive:

- Materiale struttura: INOX AISI 304 - Scotch-Brite™
- Numero vani interni: 6
- Schermatura: 50 mm di Pb
- Peso: <300 kg
- Dimensioni esterne: 310 x 240 x 335 (l x p x h)
- Dimensioni interne: 40 x 100 x 70 (l x p x h).

1.5.4 Lavaocchi

Il lavaocchi di emergenza dovrà consentire ai lavoratori un rapido intervento in caso di contatto degli occhi con prodotti chimici o pericolosi e dovrà essere costituito da una struttura con tubazioni e vaschetta, con due soffioni completi di cappucci antipolvere. L'azionamento deve poter avvenire tramite pedale posto in basso e/o mediante leva manuale posta vicino alla vaschetta. Il lavaocchi dovrà essere fornito con la predisposizione per essere fissato al pavimento.

1.5.5 Bidone portarifiuti

Il contenitore per rifiuti solidi radioattivi dovrà essere costituito da un bidone schermato portarifiuti e dovrà essere dotato di una speciale apertura che consente di sollevare e traslare il coperchio. Il sistema dovrà funzionare per mezzo di una vite elicoidale comandata da una leva a pedale. Il Contenitore dovrà essere adatto a raccogliere, in condizioni di assoluta sicurezza, rifiuti solidi radioattivi.

- Materiale struttura: INOX AISI 304 - Scotch-Brite™
- Schermatura: 10 mm di Pb
- Peso: < 60 kg
- Capacità: compresa fra 15 e 20 litri

1.5.6 Banco con ante e cassettiera con Pb

I n.3 banchi da lavoro in acciaio inox con schermatura in Pb con ante e cassettiera che dovranno essere realizzati completamente in acciaio INOX con finitura decontaminabile e dotato di piano di lavoro con bordi rialzati e di alzata posteriore e con piedini arretrati per l'accostamento alle pareti dotate di bordo arrotondato. La zona inferiore dovrà essere attrezzata con cassettiera e ante scorrevoli mentre il piano di lavoro dovrà essere schermato con 3 mm di Pb. Dimensioni: (l x p x h) mm 1400 x 700 x 900 e altezza piano di lavoro da terra: 920 mm.

1.5.7 Banco con ante e cassettiera senza Pb

I n.2 banchi da lavoro in acciaio inox (senza schermatura in Pb) con ante e cassettiera dovranno essere realizzati completamente in acciaio INOX con finitura decontaminabile e dotato di piano di lavoro con bordi rialzati e di alzata posteriore e con piedini arretrati per l'accostamento alle pareti dotate di bordo arrotondato.

La zona inferiore dovrà essere attrezzata con cassettiera e ante scorrevoli.

- Materiale struttura: INOX AISI 304 - Scotch-Brite™
- Dimensioni: (l x p x h) mm 1400 x 700 x 900
- Altezza piano di lavoro da terra: 920 mm

1.5.8 Banco con ante e cassetiera e lavabo con cisterna di raccolta

Il banco da lavoro in acciaio inox a doppia postazione con alzata porta-reagenti e portelli incernierati, dovrà avere il piano di lavoro con bordo rialzato per il contenimento dei liquidi e privo di spigoli vivi per consentire la perfetta rimozione degli eventuali residui radioattivi e ad uno degli estremi del banco dovrà esserci un lavello in acciaio inox AISI 304 - Scotch-Brite™ con vano di contenimento inferiore a tenuta per evitare la fuoriuscita di liquidi con portello anteriore incernierato e chiusura a chiave. Il lavello dovrà essere provvisto di rubinetto a collo di cigno per la regolazione del flusso idrico con comando del flusso dell'acqua tramite cellula fotoelettrica. Il banco potrà essere composto sia in un modulo unico che tramite "moduli" componibili e assemblabili. Il contenitore di raccolta per i liquidi per decadimento in polietilene situato nel vano sotto il lavello dovrà inoltre essere dotato di sensore di livello massimo per arresto automatico del flusso idrico.

- Materiale struttura: INOX AISI 304 - Scotch-Brite™
- Spessore acciaio: 1,5 mm
- Altezza piano di lavoro da terra: 920 mm
- Peso: <400 kg
- Dimensioni esterne: 2500 x 1200 x 1830 (l x p x h) mm
- Numero cassette: 12 (6 x postazione)
- Dimensioni interne cassette: 500 x 600 x 250 (l x p x h) mm
- Numero mensole: 3
- Spessore schermatura: 3 mm di Pb

1.5.9 Docce Pass-through

La Doccia di Decontaminazione con scarico controllato dovrà essere costituita da:

- un basamento piatto doccia in acciaio inox con bordo rialzato per il contenimento dei liquidi
- Colonna dotata di miscelatore per la regolazione manuale del flusso idrico e ugello superiore a pioggia
- Contenitore di raccolta liquidi in polietilene per decadimento, con elettropompa per trasferimento liquidi e sensore di livello massimo per arresto automatico del flusso idrico.
- Materiale struttura: AISI 304 - Scotch-Brite™
- Capacità serbatoio di raccolta: 60 litri

1.5.10 Sistema trasporto sorgenti in Pb/W

Il laboratorio SOURIRE dovrà essere dotato di sistemi di trasporto e stoccaggio delle sorgenti radioattive. In particolare dovranno essere forniti due KIT comprendenti le seguenti attrezzature:

- n. 1 Contenitore adatto per il trasporto e lo stoccaggio in condizioni di assoluta sicurezza all'interno del laboratorio di sorgenti, di flaconi e fiale di sostanze radioattive. Corpo cilindrico, trattato con resine epossidiche:
materiale schermante: ≥ 30 mm di Pb
Peso: <35 kg
- n. 1 Contenitore schermato in tungsteno per trasporto flaconi costruito in tungsteno e utilizzato per il trasporto di flaconi contenenti radioisotopi. La chiusura del coperchio dovrà avvenire tramite inserimento ad incastro (chiusura a baionetta) e dovrà essere dotata di

guarnizione di tipo O-ring per garantire una perfetta tenuta. Il contenitore schermato dovrà inoltre essere dotato di una maniglia a scomparsa per un facile trasporto:

materiale schermante: > 30 mm di W

Peso: <20 kg

- n.1 Valigetta esterna in polietilene per trasporto *“Contenitore schermato in tungsteno per trasporto flaconi”*. Per il trasporto di materiale radioattivo dovrà essere previsto l'utilizzo di un'apposita valigia dentro la quale verranno collocati i contenitori schermati. La valigia dovrà essere costruita in polietilene (o equivalente materiale plastico che ne garantisca la resistenza e leggerezza allo stesso tempo) e dovrà essere dotato di chiusura ermetica tramite guarnizioni perimetrali, di angoli rinforzati, di chiusure di sicurezza, di maniglia per un facile trasporto. L'interno della valigia dovrà essere dotato di rivestimento in materiale adatto ad assorbire gli urti.

L'insieme dei seguenti contenitori:

- Valigetta esterna in polietilene
- Contenitore schermato

dovrà possedere i requisiti previsti per il trasporto, anche aereo, di colli di “TIPO A” per liquidi e sottoposto con esito positivo ai test previsti dal "Regolamentazione IAEA per il trasporto di materiali radioattivi”.

1.5.11 Armadio schermato

n.3 armadi in acciaio inox schermati con Pb per la conservazione di sorgenti e campioni radioattivi a bassa attività dovranno essere costituiti da una struttura a colonna con anta incernierata dotata di chiusura a chiave e con le seguenti specifiche tecniche:

- Materiale struttura: INOX AISI 304 - Scotch-Brite™
- Spessore acciaio: 1,5 mm
- Schermatura: 3 mm di Pb
- Peso: <350 kg
- Dimensioni totali esterne minime: 700 x 700 x 1800 mm (l x p x h)
- Numero ripiani: 2.

CWP1.6 Hardware e software di gestione e controllo

Tutto il software e l'hardware necessario alla gestione, configurazione e funzionamento delle strumentazioni comprese nel CWP1 dovranno essere compresi nella fornitura.

Le licenze relative ai sistemi operativi ed ai software commerciali utilizzati dovranno essere comprese nella fornitura e le licenze saranno di proprietà dell'UNIMIB e gli aggiornamenti dovranno essere garantiti per almeno 4 anni.

Qualsiasi software sviluppato appositamente o modificato e customizzato appositamente per il laboratorio SOURIRE sarà di proprietà dell'UNIMIB e dovrà essere opportunamente documentato e completo in ogni sua parte, comprese le istruzioni e gli strumenti necessari a rendere il software eseguibile (ad esempio compilatori o altro). Gli aggiornamenti di tutte le parti del software dovranno essere garantiti per almeno 4 anni.

Il Software di gestione dovrà prevedere l'implementazione dei sistemi di controllo delle seguenti unità:

- Sistema di controllo della Sorgente di neutroni;

- sistema di controllo del canale Rabbit incluso il controllo integrato con il sistema di misura al Germanio;
- Sistema di controllo del Monitoraggio radiologico;
- Database per l'archiviazione e la gestione delle misure effettuate con le catene di spettrometria alfa, beta e gamma per il rilascio dei campioni;
- Sistema di controllo della porta bunker e del sistema di ronda;
- sistema di aerazione del laboratorio Sourire e in particolare la gestione del sistema di aerazione del Bunker che dovrà garantire la regolazione in base alle varie fasi di funzionamento della sorgente di neutroni;

Di seguito si riportano le caratteristiche e le funzionalità minime che le diverse unità di controllo del software dovranno garantire:

a) n.1 software per Sistema di controllo della Sorgente di neutroni

Il software oltre a prevedere il controllo da remoto di tutti i parametri funzionali della sorgente:

- Tensione massima di "accelerazione"
- Corrente di uscita:
- Alimentazione e potenza dissipata
- Flusso neutronico
- lunghezza e frequenza dell'impulso

dovrà prevedere l'integrazione dei dispositivi di protezione e sicurezza al funzionamento del generatore ovvero: collegamento dell'interlock di tensione agli interruttori di consenso e alle chiavi di abilitazione di "ronda", ai pulsanti di emergenza e alla strumentazione di monitoraggio e la possibilità di sincronizzazione con l'utilizzo del canale RABBIT.

In prima istanza, i dispositivi di protezione di cui dovrà essere dotato il generatore e che dovranno essere integrati nel software sono i seguenti:

- interlock di tensione al generatore se la porta di accesso al bunker del generatore è aperta o se il monitor per neutroni o per gamma non è funzionante;
- interruttore di consenso per l'alta tensione, posizionato in sala controllo;
- interruttore di consenso all'ingresso alla zona di accesso al bunker; tale interruttore sbloccherà anche la serratura elettrica della porta di accesso e sarà un ulteriore interlock sul circuito di alta tensione del generatore;
- unica chiave di abilitazione "ronda" e consenso alla generazione di neutroni, conservata nel laboratorio, utilizzata unicamente da operatori autorizzati all'uso del generatore;
- pulsanti di emergenza, posti nella sala del generatore di neutroni e in sala controllo;
- luci di segnalazione e avvisatore acustico sulla presenza di consenso alla generazione di neutroni all'interno del bunker del generatore;
- luci di segnalazione sulla presenza di consenso alla generazione di neutroni all'esterno del bunker ed in sala controllo.

L'attivazione della sorgente di neutroni dovrà poter essere sincronizzato all'ingresso del campione proveniente dal canale Rabbit all'interno del bunker per essere irraggiato e la disattivazione all'uscita del canale Rabbit così da minimizzare l'attivazione dell'aria all'interno del bunker e delle sue strutture.

b) n.1 software per sistema di controllo del canale Rabbit con relativo sistema di misura al Germanio

Il software di gestione e controllo del canale RABBIT oltre a prevedere la sincronizzazione con il funzionamento della sorgente di neutroni, dovrà gestire in maniera sincronizzata anche il sistema di misura collegato ovvero la catena di spettrometria gamma al germanio che dovrà poter essere attivata in sincronia con l'arrivo del campione irraggiato presso la cappa radiochimica del canale Rabbit e dovrà poter essere programmato per l'acquisizione di cicli di misura in cui lo stesso campione sarà irraggiato per brevissimi tempi, intervallati da altrettanto brevi fasi di misura all'interno della cappa per essere nuovamente irraggiati e così via per permettere l'accumulo di statistica di conteggio sufficiente alla misura di radionuclidi attivati con tempi di dimezzamento molto brevi.

c) n.1 software per il Sistema di controllo monitoraggio radiologico

Il software e l'hardware per il controllo del sistema di monitoraggio radiologico dovranno essere composti da:

- n. 1 workstation per centralizzazione sistema di monitoraggio, inclusiva di workstation con monitor 24", tastiera e mouse
- ethernet switch da 16 porte per concentrazione segnali
- software di visualizzazione e di elaborazione per reti di monitoraggio versione "server"
- software per controllo e scarico dati sonde
- n. 1 pc per centralizzazione sistema di monitoraggio, inclusiva di software di visualizzazione e di elaborazione per reti di monitoraggio versione "client"

Il software per la gestione del sistema di monitoraggio radiologico dovrà essere costituito da un pacchetto software completo, compatibile con Windows, per il controllo in tempo reale, la visualizzazione e la gestione dei sistemi di monitoraggio ambientale tramite una connessione seriale o Ethernet. L'interfaccia grafica dovrà avere diversi menù nei quali dovranno almeno essere presenti: Menu Principale, menu Parametri, Menu Comandi e Menu Grafici con la possibilità di accedere ad ogni funzione in maniera semplice e intuitiva.

Principale: dovranno essere presenti le misure e gli stati di tutti i rivelatori della rete, tramite diversi colori: verde (buon funzionamento), giallo (preallarme), e rosso (allarme). L'utente potrà accedere da qui agli altri sotto-menu

- Parametri: protetto da password, permette la configurazione remota dei rivelatori
- Comandi: protetto da password, permette di impostare le soglie di allarme e gestire i reset di allarmi e malfunzionamento
- Grafici: permette di mostrare a monitor almeno 4 grafici dati contemporaneamente. I dati selezionati dovranno poter essere elaborati e salvati in file di testo

Il software dovrà poter visualizzare ed elaborare i dati provenienti dalle unità di monitoraggio connesse al sistema, e permettere di controllare in tempo reale l'intera rete da un host PC.

Il software dovrà poter archiviare ogni minuto i dati di rateo di dose e rateo massimo istantaneo, producendo un file di archivio giornaliero. Ogni 10 minuti, ogni ora e ogni giorno, dovranno poter essere archiviati anche i ratei medi. Gli archivi dovranno poter essere condivisi su rete LAN locale.

I dati dovranno poter essere salvati in un Relational DataBase Management System (RDMS) che permetterà di richiamare i dati dai nodi della rete attraverso queries SQL standard.

La versione RDBMS dovrà svolgere anche funzione di Network Server, comunicando i dati a dei Network Clients. I Clients dovranno poter visualizzare i dati in tempo reale, i dati storici ed eventi rilevanti quali allarmi e malfunzionamenti e dovranno poter interagire con i parametri dei monitori attraverso il Server.

L'accesso al software dovrà prevedere tre livelli di accesso: Operatore, Operatore Esperto, Amministratore. Le funzioni di Operatore Esperto e Amministratore dovranno essere protette da password.

Il software dovrà registrare su un log tutti gli eventi di rilievo: Start e Stop dell'applicazione, Start e Stop dell'acquisizione, inizio e fine degli allarmi, malfunzionamenti, tacitazione allarmi, modifica delle soglie, modifica delle impostazioni di configurazione.

Il software dovrà permettere di:

- Controllare da remoto i rivelatori dando la possibilità di impostarne le soglie
- Salvare le misure su file giornalieri, con un dato ogni minuto, in formato GGMMAAAA
- Salvare i valori massimi istantanei (con indicazione del relativo anno, mese, giorno, ora e minuto) delle quantità di misura quando le soglie vengono superate
- Mostrare a sinottico tutti i rivelatori e i relativi valori di rateo di dose
- Mostrare la dose integrata in 24 ore per ciascun rivelatore, con possibilità di integrazione in un periodo inferiore
- Connettere il sistema in una rete locale per interrogare l'archivio dati
- Stampare l'archivio dei dati
- Mostrare l'archivio dati ed eseguire operazioni statistiche su frazioni selezionate di dati
- Sfogliare rapidamente l'intero archivio
- Mostrare almeno 4 serie di dati su ciascun grafico
- Proteggere parti selezionate del software tramite password
- Mostrare gli indicatori di stato di ciascun rivelatore

d) integrazione di n.3 software per la gestione dei risultati delle misure ottenute con le catene di spettrometria alfa, beta gamma per il rilascio dei campioni (compreso misure effettuate con il germanio del canale rabbit)

Il software dovrà prevedere una parte inerente la gestione e l'archivio di tutte le misure dei campioni ottenute con le catene di spettrometria alfa, beta, gamma. Il software dovrà permettere di visualizzare tutte le informazioni principali caratterizzanti la misura come:

- live time
- real time
- MDA radionuclidi misurati
- posizione di misura del campione: distanza dal rivelatore e altri parametri geometrici importanti)
- caratteristiche del campione: tipologia di matrice, forma del campione, massa,
- spettro energetico: sia immagine visualizzabile che file eseguibile per eventuali ri-analisi
- eventuale curva di taratura in energia e efficienza
- parametri di misura del rivelatore utilizzato

e) n.1 software per il sistema di controllo della porta bunker e del sistema di ronda

Il software dovrà inoltre integrare il sistema di controllo e gestione della porta del bunker e del sistema di ronda e autorizzazione all'ingresso al bunker; questa parte sarà realizzata coordinandosi con la società costruttrice dell'U19 durante il CWP 2.1 che dovrà fornire tutte le informazioni necessarie.

f) n.1 software per la gestione e il controllo del sistema di aerazione del laboratorio Sourire

Il software dovrà garantire la gestione e il controllo di tutti parametri inerenti il sistema di aerazione del laboratorio Sourire e in particolare dovrà permettere la regolazione dei ricambi di aria all'interno del bunker in sincronia con le diverse fasi di funzionamento della sorgente, limitando al minimo il ricambio durante le fasi di irraggiamento e di immediato post irraggiamento per far decadere i principali prodotti di attivazione dell'aria all'interno del BUNKER; questa parte sarà definita coordinandosi con l'esperto di radioprotezione incaricato dall'UNIMIB per la gestione del Laboratorio SOURIRE durante il CWP 2.1 e ottimizzata sempre coordinandosi con l'esperto di radioprotezione in fase di collaudo del laboratorio.