



Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie,  
l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile

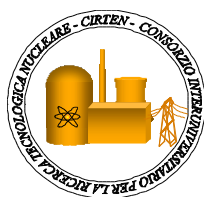


*Ministero dello Sviluppo Economico*

## RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Progetto preliminare del laboratorio di caratterizzazione chimico-  
fisica delle matrici di contenimento dei rifiuti radioattivi

*A. Capone, N. Cherubini, A. Dodaro, L. Silvi*



PROGETTO PRELIMINARE DEL LABORATORIO DI CARATTERIZZAZIONE CHIMICO-FISICA  
DELLE MATRICI DI CONTENIMENTO DEI RIFIUTI RADIOATTIVI

N. Cherubini ENEA, A. Compagno, A. Dodaro ENEA, L. Silvi

Settembre 2010

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Area: Produzione e fonti energetiche

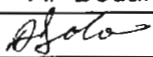
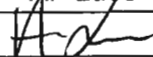
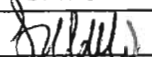
Tema: Nuovo Nucleare da Fissione

Responsabile Tema: Stefano Monti, ENEA

**Titolo****Progetto Preliminare del Laboratorio di  
Caratterizzazione Chimico Fisica delle Matrici di  
Condizionamento dei Rifiuti Radioattivi****Descrittori**Tipologia del documento: **Rapporto Tecnico**Collocazione contrattuale: **Accordo di Programma ENEA-MSE**Argomenti trattati: **Caratterizzazione Chimico Fisica e Qualificazione delle  
Matrici di Condizionamento dei Rifiuti Radioattivi****Note**

Autori: M. Capone, N. Cherubini, A. Dodaro, L. Silvi

*Lavoro svolto in esecuzione della linea progettuale LP4 Task B dell'AdP ENEA-MSE**Tema di ricerca: "Nuovo nucleare da fissione"**Tema: B.3. "Progetto preliminare del laboratorio di caratterizzazione chimico fisica delle matrici di condizionamento dei rifiuti radioattivi"***Copia n.****In carico a:**

<b>2</b>			NOME			
			FIRMA			
<b>1</b>			NOME			
			FIRMA			
<b>0</b>	<b>EMISSIONE</b>	14.5.2010	NOME	A. Dodaro	A. Luce	S. Monti
			FIRMA			
<b>REV.</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>DATA</b>		<b>REDAZIONE</b>	<b>CONVALIDA</b>	<b>APPROVAZIONE</b>

<i>PREMESSA</i> .....	4
<i>1. GENERALITÀ SUL LABORATORIO</i> .....	4
<i>2. DESCRIZIONE DEL SITO CIRCOSTANTE IL LABORATORIO</i> .....	5
2.1. Descrizione del sito .....	5
2.2. Caratteristiche generali del sito .....	5
<i>3. DESCRIZIONE DEL LABORATORIO</i> .....	6
3.1. Descrizione dell'edificio .....	6
3.2. Descrizione generale del Laboratorio.....	7
3.3. Descrizione dei locali. ....	8
<i>4. CRITERI GENERALI DI PROGETTO</i> .....	13
4.1. Generalità .....	13
4.2. Obiettivi di Sicurezza.....	13
4.2.1. Limiti di Dose .....	13
4.2.2. Analisi di Sicurezza .....	15
4.2.3. Funzioni di Sicurezza .....	15
4.2.4. Criteri generali d'affidabilità .....	15
4.2.5. Livelli di qualità .....	16
4.2.6. Classificazione sismica.....	16
4.3. Criteri Generali Di Protezione Radiologica.....	16
<i>5. CARATTERISTICHE DEL MATERIALE DETENUTO E/O MANIPOLATO</i> .....	17
5.1. Materiale in forma sigillata .....	17
5.2. Materiale in forma non sigillata .....	18
<i>6. DESCRIZIONE DI IMPIANTI E SISTEMI RILEVANTI</i> .....	24
6.1. Sistema di Rivelazione ed Estinzione Incendi .....	24
6.2. Sistema di Contenimento Statico .....	24
6.3. Sistema di Contenimento Dinamico: Ventilazione e Condizionamento .....	25
6.4. Sistema Elettrico e Strumentale .....	26
6.5. Sistema di Monitoraggio Radiometrico.....	27
6.6. Sistema di Controllo degli Accessi .....	29
6.7. Sistema di Controllo e/o Allarme .....	29
6.8. Sistema di Trasporto dell'Azoto Liquido .....	30
6.9. Altri Sistemi .....	30
<i>7. GESTIONE, RACCOLTA, DEPOSITO E/O TRATTAMENTO, ALLONTANAMENTO DEI RIFIUTI RADIOATTIVI</i> .....	30
7.1. Modalità di raccolta ed allontanamento dei rifiuti liquidi .....	31
7.2. Modalità di raccolta ed allontanamento dei rifiuti solidi .....	32
<i>8. DESCRIZIONE DELLE MANIPOLAZIONI CHE SI PREVEDE DI COMPIERE SUL MATERIALE RADIOATTIVO</i> .....	32
8.1 Preparazione e Caratterizzazione di materiali contenenti radioisotopi.....	32
8.2 Attività di R &S in campo nucleare .....	34

Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
NNFISS-LP4-003	0	L	3	39

9. ANALISI DI SICUREZZA.....	34
9.1. Generalità .....	34
9.2. Valutazioni di Dose ai Lavoratori e alla Popolazione in Condizioni Normali..	35
9.3. Analisi Incidentale e Valutazioni di Dose ai Lavoratori e alla Popolazione in Condizioni Incidentali .....	35
10. ORGANIZZAZIONE E CLASSIFICAZIONE DEL PERSONALE.....	35
11. BUDGET NECESSARIO E TEMPISTICA PREVISTA.....	36
12. ITER AUTORIZZATIVO.....	37
RINGRAZIAMENTI.....	37
BIBLIOGRAFIA.....	38
Allegato 1.....	39

Laboratorio di Caratterizzazione Chimico Fisica delle Matrici di Condizionamento dei Rifiuti Radioattivi: planimetria generale, sezioni e prospetti.

## PREMESSA

Il processo di condizionamento si fonda su una preventiva qualificazione con caratterizzazione chimica e radiochimica dei rifiuti radioattivi primari e conseguentemente sulla scelta di idonee matrici di condizionamento. Il processo di condizionamento selezionato deve essere opportunamente qualificato prima dell'attuazione. La qualificazione prevede la determinazione di quelle variabili di processo da controllare per garantire la forma finale voluta e la determinazione dei metodi più adeguati per il controllo di queste variabili. Un adeguato programma di confezionamento e condizionamento dei rifiuti radioattivi prevede che vengano provate varie formulazioni cementizie, ed eseguite prove chimico-fisico-meccaniche, ai sensi della Guida Tecnica 26, mirate a stabilirne: compatibilità della matrice con il rifiuto, omogeneità, densità, stabilità chimica, lisciviabilità, presenza di gas e di liquidi liberi, stabilità dimensionale, resistenza al fuoco, resistenza alla compressione, resistenza al calore ed all'irraggiamento, degradabilità biologica ed eventuali altre proprietà peculiari.

L'obiettivo del presente documento è la progettazione preliminare del Laboratorio di Caratterizzazione Chimico Fisica delle Matrici di Condizionamento dei Rifiuti Radioattivi, di categoria A secondo il D. Lgs. 230/95. Il Laboratorio potrebbe far parte delle infrastrutture tecnologiche pertinenti al **Deposito Definitivo dei rifiuti radioattivi di II Categoria e Temporaneo dei rifiuti radioattivi di III Categoria** con l'obiettivo di conferire al sito le caratteristiche globali di un Parco Tecnologico, sede di attività tecnico-scientifiche qualificate.

## 1. GENERALITÀ SUL LABORATORIO

In accordo al documento di riferimento nazionale, Guida Tecnica n. 26, in materia di gestione dei rifiuti radioattivi, il Laboratorio di Caratterizzazione Chimico Fisica delle Matrici di Condizionamento di Rifiuti Radioattivi si dovrà occupare dello Studio, Qualificazione e Messa a punto di Processi di Trattamento e Condizionamento di rifiuti radioattivi e della Caratterizzazione Chimica, Fisica e Meccanica dei prodotti condizionati.

La qualificazione dei processi di condizionamento, intesa come un complesso di attività inquadrate in un programma di attività, sarà rivolto alla dimostrazione che il manufatto risultante dal processo di condizionamento rispetti i requisiti minimi per il deposito temporaneo, il trasporto e lo smaltimento.

Per valutare l'efficacia di tali processi di condizionamento principalmente in matrice cementizia, saranno stabiliti dei programmi di prove atte a verificare le prestazioni dei manufatti e la loro sensibilità e resistenza ai principali agenti esterni di degradazione, compresa la frequenza temporale delle prove stesse.

Le proprietà chimico-fisiche e meccaniche delle matrici di condizionamento verranno determinate tramite prove opportune su provini di laboratorio o anche su prototipi di manufatti in opportuna scala.

Il Laboratorio sarà suddiviso in Zona Sorvegliata e Zona Controllata, entro cui si esegue la formulazione e la qualificazione delle matrici idonee per i diversi tipi di rifiuti radioattivi primari.

Gli ambienti del Laboratorio saranno progettati con depressioni crescenti per favorire ingresso di aria non contaminata ed evitare fuoriuscita di aria contaminata in caso di incidente.

Il Laboratorio deve essere dotato dei seguenti sistemi essenziali:

- Ventilazione e condizionamento locali;
- Allarme antincendio;
- Monitoraggio radiazioni;
- Illuminazione di emergenza;
- Rete informatica locale (LAN) con adeguato numero di punti di connessione;
- Distribuzione Azoto liquido;
- Distribuzione Gas Argon;
- Distribuzione Azoto gassoso;
- Distribuzione Aria Compressa;
- Distribuzione dell'acqua di tipo potabile a pressione di distribuzione stabilizzata;
- Raccolta e gestione dell'acqua reflua;
- Rete di alimentazione elettrica trifase e monofase;
- Alimentazione sotto inverter per quei componenti che devono essere alimentati in modo continuo;
- Gruppi elettrogeni che entrino in funzione in caso di mancata alimentazione di energia elettrica in modo da assicurare la continuità di lavoro.

## **2. DESCRIZIONE DEL SITO CIRCOSTANTE IL LABORATORIO**

### *2.1. DESCRIZIONE DEL SITO*

Nella descrizione del sito vanno dati i riferimenti amministrativi (comune, provincia) dell'area dove si pensa di progettare il Laboratorio. Vanno inoltre date le coordinate geografiche di riferimento, l'estensione del sito ed una breve descrizione dell'area intorno al sito

### *2.2. CARATTERISTICHE GENERALI DEL SITO*

La descrizione delle caratteristiche generali del sito, al di là della scelta dello stesso, dovrà seguire la traccia di cui sotto.

- Inquadramento geologico: breve descrizione della geologia del suolo sul quale viene realizzato il laboratorio;
- Inquadramento meteorologico: breve descrizione delle condizioni meteorologiche dell'area sul quale viene realizzato il laboratorio;
- Inquadramento idrologico: descrizione accurata della idrologia dell'area sulla quale viene realizzato il laboratorio;
- Inquadramento demografico: breve descrizione della demografia afferente al sito dove insiste il laboratorio;
- Uso del territorio: descrizione delle caratteristiche merceologiche della zona circostante al laboratorio.

Gli aspetti sitologici dell'insediamento, ed in particolare le caratteristiche fisiche ed antropiche che dovrà avere il sito del Laboratorio, sono funzionali alle esigenze di sicurezza nucleare e radioprotezione che deve soddisfare il Deposito Nazionale, in particolare il sistema di deposito definitivo dei rifiuti di II Categoria.

Le infrastrutture tecniche convenzionali del Parco Tecnologico (impianti e/o laboratori di ricerca), non richiedono per la loro localizzazione l'applicazione di criteri sitologici particolari, come avviene invece per il sistema costituito dal Deposito Nazionale dei Rifiuti Radioattivi di II Categoria. Per quest'ultimo si deve infatti garantire, come visto in precedenza, il mantenimento delle condizioni di sicurezza nucleare e radioprotezione per periodi secolari, allo scopo di consentire il decadimento della radioattività associata ai rifiuti fino a livelli non pericolosi per l'uomo e per l'ambiente. Ne deriva la necessità di tener conto dell'evoluzione dei fattori fisici ed antropici per periodi corrispondenti. Pertanto, la scelta del sito per l'intero complesso del Parco sarà pilotata dai criteri sitologici di tipo nucleare e radioprotezionistico.

### **3. DESCRIZIONE DEL LABORATORIO**

#### *3.1. DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO*

Il Laboratorio di Caratterizzazione Chimico Fisica delle Matrici di Condizionamento dei Rifiuti Radioattivi sarà situato in un edificio ad un solo piano, la cui superficie coperta è di circa 1330 m<sup>2</sup> per un volume complessivo di circa 4000 m<sup>3</sup>.

Sia la struttura che la piattaforma di appoggio saranno in cemento armato mentre il sovrastante solaio di copertura sarà realizzato in cemento armato e laterizi.

L'altezza dei locali sarà di circa 3.0 m (min. 2.7 max 3.0 m).

I pavimenti devono essere interamente ricoperti con superfici decontaminabili resistenti al calpestio; tali superfici devono essere riportate anche sulle pareti circostanti per un'altezza di 10-20 cm.

Analogamente le pareti e i soffitti dei locali devono essere rivestiti con vernice epossidica decontaminabile.

Tutte le porte della Zona Controllata e quelle di comunicazione con l'esterno devono essere metalliche, ricoperte con vernice decontaminabile.

Le porte che delimitano un compartimento antincendio devono essere porte resistenti al fuoco di classe REI 120.

Le porte, che mettono in comunicazione il Laboratorio con l'esterno attraverso un SAS, devono essere apribili solo dall'interno e dotate di maniglione antipanico che ne facilita l'apertura in caso di incidente.

L'edificio dovrà, comunque, rispondere ai requisiti di sicurezza necessari per la progettazione e realizzazione di un Laboratorio di Categoria A ai sensi del Decreto Legislativo 230/1995 modificato dal 187/2000 e dal 241/2000.

L'edificio dovrà inoltre essere progettato e realizzato nel rispetto delle vigenti leggi in termini di costruzioni in calcestruzzo armato, ed in particolare del D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche sulle Costruzioni".



### 3.2. DESCRIZIONE GENERALE DEL LABORATORIO

Dal punto di vista radiologico, il Laboratorio sarà suddiviso al suo interno in tre zone distinte:

1. **Zona Fredda:** in questa zona devono essere svolte attività che non comportano l'utilizzo di sostanze radioattive e pertanto in essa non è assolutamente presente alcun tipo di radionuclide;
2. **Zona Sorvegliata:** generalmente la Zona Sorvegliata costituisce una zona di separazione tra la Zona Fredda e la Zona Controllata. Nella Zona Sorvegliata, analogamente a quella fredda, non possono essere svolte attività che comportino l'utilizzo di sostanze radioattive, quindi è da escludere qualsiasi pericolo di contaminazione o di irraggiamento che avvenga a causa della manipolazione di queste sostanze. (D.L. 230/95)
3. **Zona Controllata:** in questa zona si svolgono le attività che comportano l'uso o la manipolazione di sostanze radioattive, la qual cosa comporta la presenza del rischio di contaminazione o irraggiamento

Il personale che lavora contemporaneamente all'interno del Laboratorio non deve superare le 10 unità, per problemi logistici.

La progettazione del Laboratorio verte sulla necessità di mantenere, quanto più possibile, locali aperti e funzionali. Dall'ingresso del laboratorio si entra in una sala accoglienza in prossimità della quale sono situati uffici per il personale dipendente e i servizi igienici. La sala di ingresso comunica con un magazzino in cui si prevede siano stoccati materiali e attrezzature necessari per il corretto funzionamento del Laboratorio (guanti, sovrascarpe, camici non utilizzati precedentemente).

Dalla sala di ingresso si accede ad uno spogliatoio munito di armadi ed infrastrutture per il cambio degli indumenti degli operatori.

Una barriera fisica separa la Zona Fredda dalla Zona Sorvegliata e Controllata. In prossimità di essa deve essere sistemata una rastrelliera porta dosimetri per gli operatori che operano nel Laboratorio. Oltre la barriera si accede allo spogliatoio "caldo", dotato di armadi per il personale operativo, di lavandini a scarichi controllati e monitori mani-piedi per il controllo della contaminazione all'ingresso ed all'uscita della Zona Controllata.

Una doppia porta consente l'ingresso al Laboratorio: si tratta di un SAS a due porte ad apertura alternata, che assicura il mantenimento delle depressioni crescenti verso le aree a rischio radiologico. L'apertura alternata delle porte viene gestita tramite un circuito ad aria compressa. Nello spazio posto tra le due porte deve essere inserita una doccia di decontaminazione a scarico controllato: il percorso è studiato in modo da evitare al personale eventualmente contaminato il ritorno in zone precedentemente attraversate.

Il Laboratorio di Caratterizzazione Chimico Fisica sarà articolato intorno ad una Sala Centrale prevista per la preparazione dei provini in cemento. Nella Sala Laboratorio Prove e nel Laboratorio Camere Climatiche verranno eseguite tutte le prove chimico, fisico, meccaniche, prescritte dalla G.T. 26 e altre prove per la determinazione di alcune proprietà strutturali, fisiche chimiche e meccaniche di particolare interesse, comunemente chiamate "sottoprove" o "prove ausiliarie".

Il Laboratorio di Caratterizzazione Chimico Fisica sarà dotato di locali per le analisi strumentali quali ICP-MS, Cromatografi, ecc. e di una Sala Conteggi.

In Zona Controllata saranno presenti un magazzino per i reagenti chimici e un magazzino per le sorgenti in forma sigillata e non.

Esternamente all'edificio Laboratorio è ubicato il serbatoio contenente l'azoto liquido, le bombole di Argon e di altri gas per il funzionamento dei monitori mani-piedi e della strumentazione analitica presente nel Laboratorio Analisi Strumentale. Serbatoio e bombole sono all'interno di una gabbia chiusa.

### 3.3. DESCRIZIONE DEI LOCALI.

#### 3.3.1 Sala Ingresso (1).

I locali di accesso al Laboratorio sono situati in Zona Fredda. Le pareti sono comunemente rivestite di vernice decontaminabile e i pavimenti ricoperti di materiale plastico, anch'esso decontaminabile.

#### 3.3.2 Uffici (2).

In questi locali sono stati previsti alcuni uffici per il personale dipendente del Laboratorio.

#### 3.3.3 Sala Accoglienza (3).

La Sala Accoglienza è un locale, situato in Zona Fredda, adibito a ufficio per operatori della Fisica Sanitaria per il controllo e la registrazione degli ingressi e delle uscite del personale dipendente e di eventuali ospiti del Laboratorio.

In questo locale devono essere disposti armadi per la custodia dei soprabiti dei visitatori, che devono essere lasciati prima dell'ingresso nello spogliatoio tiepido.

#### 3.3.4 Servizi, Docce e Spogliatoio Freddo (4).

In questi locali sono stati previsti servizi igienici e docce per il personale dipendente del Laboratorio, fisicamente separati per il personale maschile e femminile.

Lo spogliatoio freddo affaccia sul corridoio freddo e come questo deve avere le pareti e i pavimenti rivestiti con materiale decontaminabile.

#### 3.3.5 Magazzino freddo (5).

Locale adibito all'immagazzinamento di materiale non contaminato da utilizzarsi in Zona Controllata (guanti in neoprene, sacchi in PVC o polietilene, parti di ricambio di componenti di impianto).

Le pareti e i pavimenti devono essere rivestiti di materiale decontaminabile.

#### 3.3.6 Officina (6).

Questo locale è adibito ad officina meccanica per le piccole riparazioni urgenti. Qualora le riparazioni fossero relative ad elementi provenienti dalla Zona Controllata, esse potranno essere eseguite in Officina solo dopo il controllo della dose e della contaminazione superficiale da parte degli operatori della Radioprotezione Operativa.

#### 3.3.7 Ingresso Zona Sorvegliata (7).

Attraverso questo corridoio si accede sia alla Sala Controllo (8) che alla barriera che porta agli spogliatoi antistanti l'accesso alla Zona Calda. Da qui si accede anche al Laboratorio di Radioprotezione Operativa (RPO) (10).

### 3.3.8 Sala Controllo (8).

Nella Sala Controllo devono essere inseriti gli allarmi relativi ai sistemi di ventilazione e monitoraggio dell'ambiente e la centralina del sistema antincendio. E' inoltre presente un dispositivo mediante cui si possono commutare gli allarmi dalla Sala Controllo del Laboratorio ad una sala controllo gestita dalla vigilanza esterna. Lo stesso dispositivo consente di mettere il sistema in modalità locale durante il normale orario di lavoro.

Le pareti e i pavimenti devono essere rivestiti di materiale decontaminabile.

### 3.3.9 Spogliatoio Caldo (9).

Il passaggio dalla Zona Sorvegliata alla Zona Calda è delimitato da una barriera fisica, che consente il passaggio nello spogliatoio caldo dopo aver indossato calzature da lavoro in Zona Controllata o sovrascarpe in caso di visitatori o operatori occasionali.

In questo spogliatoio devono essere presenti armadi per la custodia del vestiario da indossare per le attività in Zona Controllata.

Devono, altresì, essere presenti due monitori mani e piedi per il controllo di tutti coloro che abbandonano il Laboratorio prima dell'attraversamento della barriera verso la Zona Sorvegliata.

Le pareti e i pavimenti devono essere rivestiti di materiale decontaminabile.

### 3.3.10 Laboratorio Radioprotezione Operativa (RPO) (10).

Il locale si trova in Zona Controllata. In esso devono essere presenti gli allarmi del sistema di monitoraggio radiologico, che saranno duplicati anche presso la Sala Controllo. Tutti i sensori devono essere connessi ad un'unità di supervisione installata nel locale RPO; detta unità di supervisione deve consentire la gestione remota dei sensori, l'acquisizione dei dati di monitoraggio, l'interfacciamento con il sistema di controllo e l'invio di segnali a postazioni continuamente presidiate. E' un laboratorio dedicato solo alle analisi fisiche di radioprotezione da eseguire su filtri di campionamento e dosimetri personali ed ambientali. Si prevede inoltre di effettuare una serie di campionamenti (con periodicità da definire) all'interno del Laboratorio, in particolare su pareti, pavimenti e superfici di lavoro, al fine di verificarne la contaminazione superficiale. Sarà compito del personale specializzato in fisica sanitaria effettuare le analisi su tali campioni.

Le pareti e i pavimenti devono essere rivestiti di materiale decontaminabile.

### 3.3.11 Corridoio Caldo (11).

Locale di passaggio e di collegamento fra lo Spogliatoio Caldo e il Laboratorio di Caratterizzazione Chimico Fisica propriamente detto. Il Corridoio deve essere chiuso alle due estremità da due porte metalliche tagliafuoco REI 120.

Le pareti e i pavimenti devono essere rivestiti di materiale decontaminabile.

### 3.3.12 Doccia di emergenza (12).

In questo locale deve essere presente una doccia, alimentata con acqua proveniente da un apposito serbatoio situato sopra la copertura del Laboratorio, e a scarico controllato, per la eventuale decontaminazione del personale in caso di incidente.

Le pareti e i pavimenti devono essere rivestiti di materiale decontaminabile.

### *3.3.13 Sala Macchine e filtri (13).*

A questo locale si accede una volta oltrepassata la barriera fisica che separa la Zona Fredda da quella Sorvegliata.

In questo locale, classificato come Zona Controllata, devono essere installati i banchi filtranti dell'aria proveniente dai locali del Laboratorio. I banchi filtranti devono essere almeno due, uno di riserva all'altro, e devono essere costituiti da prefiltri e filtri assoluti.

In questo locale devono essere altresì installati almeno due ventilatori (uno di riserva all'altro) dell'impianto di estrazione dell'aria dai locali del Laboratorio. L'aria, dopo aver attraversato i prefiltri ed i filtri assoluti, viene espulsa dai ventilatori nell'atmosfera attraverso il camino.

In questo locale è installato anche l'impianto di ventilazione a circolazione forzata con circuito di mandata e di ripresa, con lo scopo di mantenere i locali in depressione rispetto all'esterno. L'impianto deve comprendere il sistema di trattamento e condizionamento dell'aria in ingresso al laboratorio. Sono presenti nel locale anche i quadri elettrici di alimentazione e controllo dei sistemi di ventilazione di mandata e ripresa aria locali, nonché la strumentazione di controllo della ventilazione ed il gruppo di compressione dell'aria strumenti.

Le pareti e i pavimenti devono essere rivestiti di materiale decontaminabile.

### *3.3.14 Corridoio Collegamento Laboratori (14).*

Dall'Air-lock di Ingresso Zona Calda (11) si accede in questo corridoio su cui si affacciano i vari laboratori operativi.

### *3.3.15 Laboratorio Microbiologico (15).*

In questo locale deve essere eseguita la Prova di Degradazione Biologica prevista dalla Guida Tecnica n. 26. A tal fine devono essere inserite un'autoclave per la sterilizzazione, una camera d'incubazione, almeno 1 cappe a flusso laminare per microbiologia, un frigorifero per la conservazione dei ceppi batterici, uno spettrometro UV-Vis ed un Microscopio Ottico a Contrasto di Fase.

Le pareti e i pavimenti devono essere rivestiti di materiale decontaminabile.

Per la descrizione dettagliata della strumentazione utilizzata, si rimanda al documento FPN-LP4-003: "Attività relative alla Caratterizzazione dei Rifiuti Radioattivi da conferire al Sito di Smaltimento e di Deposito".

### *3.3.16 Laboratorio Preparazione Provini (16).*

In questo Laboratorio devono essere presenti almeno 2 miscelatori per cemento (5 e 10 litri) e 2 agitatori a tavole vibranti per la realizzazione dei provini campione in varie forme e misure, al fine di valutare la fattibilità della idonea operazione di cementazione. Devono essere previste 4 cappe aspiranti per la preparazione e manipolazione di cemento in polvere oltre che di ulteriori operazioni che comportino la necessità di lavorazioni in modalità protetta.

Le pareti e i pavimenti devono essere rivestiti di materiale decontaminabile. Per la descrizione dettagliata della strumentazione utilizzata, si rimanda al documento FPN-LP4-003: "Attività relative alla Caratterizzazione dei Rifiuti Radioattivi da conferire al Sito di Smaltimento e di Deposito".

#### 3.3.17 Sala Bilance (17).

Presente all'interno del Laboratorio Preparazione Provini, l'accesso alla Sala Bilance deve avvenire tramite una porta al fine di garantire un ottimale isolamento dal resto del laboratorio. In essa dovranno essere presenti almeno due bilance, una di tipo Analitico ed una di tipo Tecnico, posizionate su tavoli antivibrazione. Le pareti e i pavimenti devono essere rivestiti di materiale decontaminabile.

#### 3.3.18 Laboratorio Prove (18).

In questo laboratorio devono essere eseguite alcune delle prove previste dalla G.T. 26, nonché le prove a supporto. La strumentazione necessaria (Calorimetri, vasche d'immersione, Penetrometro di Vicat, ...) deve essere posizionata su diversi banconi rivestiti di materiale decontaminabile. Deve inoltre essere presente almeno una cappa aspirante per l'esecuzione della Prova di Resistenza alla Fiamma.

Le pareti e i pavimenti devono essere rivestiti di materiale decontaminabile. Per la descrizione dettagliata della strumentazione utilizzata, si rimanda al documento FPN-LP4-003: "Attività relative alla Caratterizzazione dei Rifiuti Radioattivi da conferire al Sito di Smaltimento e di Deposito".

#### 3.3.19 Laboratorio Chimico Ricerca e Sviluppo (19).

Il Laboratorio Chimico Ricerca e Sviluppo può essere impiegato per lo sviluppo di tecnologie e per la qualificazione di processi di trattamento e condizionamento di rifiuti radioattivi, in particolare per quelle tipologie di rifiuti provenienti essenzialmente da operazioni di decommissioning e dalla ricerca scientifica, per i quali non ci sono tecniche standardizzate a livello internazionale.

Si prevede, di inserire, in questo locale, apparecchiature in scala laboratorio per lo studio di matrici vetrose nonché **Scatole a Guanti** e **Celle Schermate** per lo studio e lo sviluppo dei processi di trattamento e condizionamento delle varie tipologie di rifiuti radioattivi individuate.

Le pareti e i pavimenti devono essere rivestiti di materiale decontaminabile.

#### 3.3.20 Laboratorio Analisi Strumentali (20).

Il Laboratorio Analisi Strumentali deve ospitare alcune delle strumentazioni necessarie per l'esecuzione di analisi chimiche relativamente al completamento delle prove previste dalla G.T. 26. La strumentazione sarà anche da supporto per gli studi inerenti alle prove previste per le attività di Ricerca e Sviluppo.

Le pareti e i pavimenti devono essere rivestiti di materiale decontaminabile. Per la descrizione dettagliata della strumentazione utilizzata, si rimanda al documento FPN-LP4-003: "Attività relative alla Caratterizzazione dei Rifiuti Radioattivi da conferire al Sito di Smaltimento e di Deposito".

#### 3.3.21 Sala Conteggi (21).

In questo locale devono essere eseguite analisi qualitative e quantitative mediante tecniche di spettrometria alfa e gamma e tecniche di rivelazione per beta emettitori.

La Sala Conteggi deve contenere una cappa radiochimica, per i campioni in attesa di misura.

In questo locale deve essere presente:

- 1 rivelatore HPGe “extended-range” e pozzetto di misura in piombo, per analisi di matrici solide e liquide contenenti  $\gamma$  emettitori;
- 1 rivelatore LEGe e pozzetto di misura in piombo, dedicato ad analisi di emissioni X e  $\gamma$  di basse energie da parte di matrici solide e liquide;
- 1 sistema per spettrometria alfa costituito da camera di misura, pompa da vuoto, rivelatore di tipo PIPS, ed elettronica associata.
- 1 contatore a scintillazione liquida (a due fotomoltiplicatori) con cella di misura integrata e schermata per la rivelazione di radionuclidi beta emettitori.
- 1 sistema per analisi quantitative di alfa e beta emettitori (misure di gross  $\alpha$  e  $\beta$ ).

Le pareti e i pavimenti devono essere rivestiti di materiale decontaminabile.

Per la descrizione dettagliata della strumentazione utilizzata, si rimanda al documento FPN-LP4-003: “Attività relative alla Caratterizzazione dei Rifiuti Radioattivi da conferire al Sito di Smaltimento e di Deposito”.

### *3.3.22 Laboratorio Camere Climatiche (22).*

In questo Laboratorio devono essere sistemate sia la Camera di Maturazione Provini che la Camera Climatica per i cicli termici di gelo/disgelo. Deve altresì essere presente una pressa idraulica per l’esecuzione della Prova di Resistenza alla Compressione ed un banco apposito per la prova di Permeabilità all’acqua sotto pressione. Due postazioni con diversi PC devono essere previste per il controllo delle camere climatiche e della pressa idraulica.

Le pareti e i pavimenti devono essere rivestiti di materiale decontaminabile.

Per la descrizione dettagliata della strumentazione utilizzata, si rimanda al documento FPN-LP4-003: “Attività relative alla Caratterizzazione dei Rifiuti Radioattivi da conferire al Sito di Smaltimento e di Deposito”.

### *3.3.23 Magazzino Reagenti Chimici (23).*

Nel magazzino reagenti chimici devono essere conservate le scorte di tutti i reagenti chimici necessari all’esecuzione delle prove e le scorte delle matrici di condizionamento (cemento, ecc.). I materiali devono essere suddivisi per classi di rischio e pericolosità in appositi armadi aspirati.

Le pareti e i pavimenti devono essere rivestiti di materiale decontaminabile.

### *3.3.24 Magazzino Sorgenti (24).*

In questo locale deve essere detenuto, in armadi metallici chiusi a chiave o in casseforti di sicurezza, tutti i materiali nucleari e le sorgenti radioattive impiegate sia per il confezionamento dei provini sia per la taratura della strumentazione analitica.

Il locale deve essere munito di porta metallica con serratura di sicurezza e con dispositivo di rivelazione antintrusione, il cui segnale di allarme è riportato in Sala Controllo.

Le pareti e i pavimenti devono essere rivestiti di materiale decontaminabile.

#### *3.3.25 Air-lock ingresso materiali (25).*

L'ingresso dei materiali per l'esecuzione delle analisi chimiche deve avvenire attraverso questo locale, che serve anche come uscita di sicurezza per il personale.

Le pareti e i pavimenti devono essere rivestiti di materiale decontaminabile.

#### *3.3.26 Camino di espulsione aria (26).*

L'aria proveniente dai ventilatori di ripresa locali deve essere espulsa dal camino, avente altezza e diametro adeguatamente calcolati in fase progettuale.

#### *3.3.27 Locale Serbatoi Azoto Liquido, Argon e altri gas (27).*

In questo locale devono essere inseriti i serbatoi per l'Azoto liquido necessario per il corretto funzionamento dei sistemi di spettrometria gamma.

Nello stesso locale è prevista una rastrelliera con centralina per le bombole di Argon per il funzionamento del monitore mani e piedi. Sono anche presenti bombole di altri gas necessari per il funzionamento della strumentazione analitica del Laboratorio.

In Allegato 1 è riportata la planimetria generale, con le relative sezioni e i prospetti, del Laboratorio di Caratterizzazione Chimico Fisica delle Matrici di Condizionamento dei Rifiuti Radioattivi.

## **4. CRITERI GENERALI DI PROGETTO**

### *4.1. GENERALITÀ*

I criteri generali di progetto e la normativa adottati per la progettazione e realizzazione del Laboratorio saranno ulteriormente elaborati dal progettista incaricato sulla base delle indicazioni della legislazione vigente, e delle esigenze degli utenti del laboratorio.

In particolare vanno definiti i criteri generali che dovranno essere adottati allo scopo di assicurare la protezione radiologica degli addetti alle operazioni e della popolazione durante tutte le fasi di vita dell'installazione, in condizioni di normale funzionamento, nel corso delle manutenzioni ordinarie e straordinarie, e in seguito agli incidenti ipotizzabili.

### *4.2. OBIETTIVI DI SICUREZZA*

#### *4.2.1. Limiti di Dose*

Gli obiettivi di progetto in materia di sicurezza radiologica saranno espressi in termini di limiti di dose per gli operatori e l'ambiente.

I sistemi di confinamento del materiale radioattivo, di controllo della contaminazione, di gestione degli effluenti, le schermature ecc., saranno progettati in maniera da consentire il rispetto dei limiti di dose assegnati in sede di progetto.

I limiti di dose in condizioni di normale funzionamento sono stabiliti sulla base dell'esperienza operativa di laboratori simili e da un'analisi costi benefici. Essi devono essere conformi alle disposizioni di cui al DLgs 230/95 e s.m.i.. Dovrà essere comunque fatto ogni ragionevole sforzo per assicurare che i rischi creati dalla presenza di materiale radioattivo siano per quanto possibile ridotti, secondo il principio ALARA.

Saranno inoltre stabiliti i limiti di dose in condizioni incidentali che, pur nel rispetto dei limiti di legge, saranno commisurati alla gravità e alla frequenza stimata dell'incidente.

Sulla base della gravità e della frequenza stimata degli incidenti ipotizzabili è prassi definire tre categorie di eventi:

**Eventi di Categoria I** Condizioni di normale funzionamento, incluse le manutenzioni programmate. Il Laboratorio si considera in condizioni normali anche in caso di brevi mancanze d'energia elettrica e fenomeni atmosferici che possono verificarsi con frequenza, quali temporali e fulmini.

**Eventi di Categoria II** Condizioni incidentali lievi, quali:

- Guasti di componenti attivi (pompe, ventilatori, servomeccanismi di valvole, ecc. e di componenti del sistema di strumentazione e di controllo/comando);
- Malfunzionamenti dei sistemi di contenimento, penetrazioni, ecc.;
- Malfunzionamenti dei sistemi di controllo della pressione all'interno delle aree confinate;
- Riduzione dell'efficienza di funzionamento dei filtri degli impianti di ventilazione;
- Perdite di liquidi di piccola entità da componenti, tubazioni, serbatoi ecc.;
- Fermata dell'Impianto di Ventilazione;
- Mancanza prolungata d'energia elettrica;
- Malfunzionamenti dei sistemi ausiliari di servizio.

**Eventi di Categoria III** Incidenti rilevanti, quali:

- Eventi esterni di origine naturale:
  - sisma di progetto;
  - tornado;
  - inondazione;
  - missili generati da eventi naturali.
- Eventi esterni di origine umana:



- missili generati da attività umana;
- Eventi di origine interna:
  - rotture di tubazioni, serbatoi, o componenti di processo;
  - rotture di filtri;
  - allagamento di origine interna;
  - incendio ed esplosione.

Per ciascuna delle tre categorie d'evento precedentemente definite, saranno definiti gli incidenti credibili e stabiliti i limiti di dose che dovranno essere presi a riferimento per la progettazione.

#### 4.2.2. *Analisi di Sicurezza*

La verifica del mantenimento degli obiettivi di progetto in condizioni incidentali sarà effettuata per mezzo di un'analisi di sicurezza dell'Impianto.

#### 4.2.3. *Funzioni di Sicurezza*

Sistemi, strutture e componenti dedicati al conseguimento degli obiettivi di sicurezza precedentemente citati svolgono "Funzione di sicurezza". E' evidente che in un laboratorio la funzione di sicurezza di riferimento è il Contenimento della Radioattività, pertanto svolgono funzione di sicurezza tutti i sistemi che garantiscono tale contenimento.

L'assegnazione della funzione di sicurezza sarà effettuata sulla base dell'analisi di sicurezza dell'installazione, atta ad identificare i possibili guasti e valutarne le conseguenze in termini di esposizione radiologica e quindi di conseguimento degli obiettivi di sicurezza.

Le apparecchiature ed i componenti che svolgono funzione di sicurezza sono classificati in classi di sicurezza allo scopo di essere progettati, fabbricati, messi in opera e provati secondo standard di qualità commisurati alla funzione di sicurezza che essi dovranno assolvere.

#### 4.2.4. *Criteri generali d'affidabilità*

I requisiti di affidabilità sono stabiliti in conformità alle funzioni di sicurezza assegnate.

Se necessario sulla base dell'analisi di sicurezza, i seguenti principi dovranno essere applicati, anche in combinazione, al fine di ottenere i requisiti d'affidabilità richiesti:

- Ridondanza:** Impiego di più componenti per lo svolgimento della stessa funzione, in modo da ottenere una maggiore affidabilità di funzionamento.
- Diversità:** Impiego di soluzioni diverse per espletare la stessa funzione di sicurezza.
- Indipendenza/  
Separazione:** Impiego di componenti che non hanno cause comuni di guasto o il cui guasto non compromette il funzionamento di un altro componente che svolge la stessa funzione.
- "Fail-safe":** Il componente si pone automaticamente in una configurazione sicura in caso di guasto.

#### 4.2.5. Livelli di qualità

Per sistemi, strutture e componenti che svolgono funzione di sicurezza saranno definiti i criteri di progetto, fabbricazione e collaudo che dovranno trovare riscontro in un "Piano d'Assicurazione della Qualità".

Il piano della qualità definirà le procedure da impiegare e le norme da seguire nel corso del progetto di dettaglio e della fabbricazione di strutture e componenti atti ad assicurare il mantenimento degli obiettivi di sicurezza per il progetto.

L'assegnazione di un livello di qualità a sistemi, componenti e strutture dell'installazione implica la sua progettazione e fabbricazione secondo procedure e normative tali da garantirne l'affidabilità richiesta di funzionamento.

#### 4.2.6. Classificazione sismica

Sistemi, strutture e componenti, se rilevanti ai fini della sicurezza, dovranno mantenere le loro funzioni in presenza del sisma di progetto. I requisiti di resistenza al sisma di progetto saranno definiti mediante l'assegnazione di una classe sismica.

### 4.3. CRITERI GENERALI DI PROTEZIONE RADIOLOGICA

Dovranno essere adottate scelte tecniche di sicurezza al fine di assicurare che l'esposizione alle radiazioni del *personale e della popolazione* sia mantenuta al livello più basso ragionevolmente ottenibile. In sintesi:

**Il contenimento del materiale radioattivo:** strutture e componenti devono essere in numero e caratteristiche (resistenza, tenuta, ecc.) tali da garantire, in condizioni normali di funzionamento, come nel corso degli incidenti ipotizzabili (che verranno individuati dall'analisi di sicurezza) e degli eventi esterni di progetto, che gli eventuali rilasci, al loro esterno, di materiale radioattivo siano entro i limiti definiti dagli obiettivi di progetto.

**La riduzione nei luoghi di lavoro dell'intensità di dose da irraggiamento diretto (schermaggio dalle radiazioni):** il progetto delle schermature deve determinare il minimo spessore di schermatura tra le apparecchiature contenenti le sorgenti e le aree operative e d'intervento, e tra aree operative e l'esterno. Il progetto prenderà in conto il lay-out delle sorgenti, il tipo, l'intensità ed energia della radiazione e la limitazione dell'intensità di dose di esposizione in ogni area.

**La riduzione nei luoghi di lavoro dell'intensità di dose da inalazione od ingestione (controllo della contaminazione):** Le operazioni condotte nel laboratorio devono essere progettate in modo da limitare le dispersioni di materiale radioattivo. Nei locali ove esiste un rischio di contaminazione, le apparecchiature, le pareti, i pavimenti devono essere progettati in modo che non esista possibilità di accumulo di contaminazione e la decontaminazione possa essere effettuata facilmente. In tutte le aree del laboratorio le superfici saranno protette con vernici decontaminabili. La contaminazione eventualmente presente nell'aria sarà rimossa per diluizione mediante adeguati ricambi d'aria. I rischi di contaminazione di ambienti saranno valutati in condizioni normali di esercizio ed in condizioni accidentali, come conseguenza di operazioni eseguite in ciascuna area. Lo scopo di questa

quantificazione sarà quello di stabilire i requisiti specifici per il sistema di ventilazione e di verificare che il progetto della ventilazione sia in accordo con i criteri di limitare la contaminazione.

**La riduzione nei luoghi di lavoro dei tempi di esposizione tramite sistemi di intervento remotizzato (remote handling):** Le operazioni che comportano alti rischi di irraggiamento, verranno eseguite mediante l'impiego di manipolatori.

**La minimizzazione delle emissioni ambientali (gestione degli effluenti):** devono essere previsti adeguati sistemi atti a ridurre in quantità ed in concentrazione la radioattività dispersa nell'ambiente insieme agli effluenti liquidi ed aeriformi, in modo da rispettare i limiti di progetto ed in conformità degli obiettivi ALARA. L'aria espulsa dal sistema di Ventilazione deve essere monitorata prima del rilascio all'atmosfera in condizioni controllate.

**Il monitoraggio del rischio radiologico:** Il progetto deve includere un adeguato sistema di monitoraggio radiologico con lo scopo di:

- mantenere sotto controllo le dosi occupazionali;
- prevenire esposizioni accidentali;
- mantenere sotto controllo i rilasci nell'ambiente.

Il programma di monitoraggio deve essere basato su:

- controlli radiometrici dell'esposizione del personale;
- monitoraggio dei livelli di radiazione nelle aree operative d'impianto;
- monitoraggio dei rilasci ambientali di materiale radioattivo.

**Il controllo degli accessi alle aree a rischio radiologico (suddivisione delle aree e controllo degli accessi):** Le aree operative devono essere suddivise sulla base dell'entità del rischio radiologico presente. Ai fini della classificazione delle aree di lavoro si adotteranno i criteri stabiliti nell'allegato III al D.Lgs n. 230/95 e s.m.i., riferiti alle dosi derivanti per i lavoratori in esse operanti, dalla normale attività lavorativa, nonché dal contributo delle esposizioni potenziali conseguenti ad eventi anomali suscettibili di aumentare le dosi dei singoli, derivanti da detta attività lavorativa programmata.

## **5. CARATTERISTICHE DEL MATERIALE DETENUTO E/O MANIPOLATO**

### **5.1. MATERIALE IN FORMA SIGILLATA**

Le sorgenti radioattive in forma sigillata saranno utilizzate come standard e come sorgenti di taratura per la verifica della efficienza della strumentazione analitica presente nel Laboratorio.

Per ciascun radioisotopo che il Laboratorio intende detenere dovranno essere specificate la seguenti caratteristiche:

- Natura chimico/fisica della sorgente;
- Modalità di fissaggio/incapsulamento del materiale attivo nella sorgente;
- Attività specifica del radioisotopo contenuto nella sorgente;
- Attività massima delle singole sorgenti;

- Tipo di emissione particellare della sorgente;
- Indicazioni di massima delle dimensioni della sorgente;
- Rateo specifico (per MBq) di esposizione a 1 m dalla sorgente;
- Rateo di esposizione a 1 m dalla sorgente.

Le sorgenti devono essere contenute in appositi contenitori schermati, a loro volta custoditi in armadi metallici di sicurezza situati nel magazzino materie nucleari e sorgenti (locale 21).

La Tabella 1/C riporta l'elenco dei radioisotopi che si intende detenere in forma sigillata.

### **5.2. MATERIALE IN FORMA NON SIGILLATA**

Le sorgenti in forma non sigillata che si intendono detenere saranno utilizzate sia per la taratura della strumentazione analitica, sia per la esecuzione di fasi sperimentali di processi chimico-fisici.

L'elenco dei radionuclidi che si intende detenere in forma non sigillata è riportato nelle Tabelle 1/A e 1/B.

Nelle manipolazioni ai fini analitici le quantità di ciascun radioisotopo sono dell'ordine delle migliaia di Becquerel; in quelle aventi finalità sperimentali le quantità possono raggiungere i 100 mg.

**Tabella 1 – Elenco delle Sorgenti da Detenere**

TABELLA 1/A - SORGENTI RADIOCHIMICHE NON SIGILLATE PER CALIBRAZIONE STRUMENTI							
N°	Isotopo Radioattivo	Dati fisici iniziali			D.Lgs. 230/95 e s.m.i. Tabella IX - 1	Attività limite	Att. totale / Att. limite
		Stato fisico/chimico	Attività spec.	Attività totale			
			Bq/g	Bq	Bq	Bq	N° indice
1	<b>Ag 108m</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	2,93E+11	<b>12.000.000</b>	1,000E+06	1,000E+12	1,200E-05
2	<b>Ag 110m</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	1,759E+14	<b>12.000.000</b>	1,000E+06	1,000E+12	1,200E-05
3	<b>Am 241</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	1,268E+11	<b>12.000.000</b>	1,000E+04	1,000E+10	1,200E-03
4	<b>Am 242m</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	3,876E+11	<b>12.000.000</b>	1,000E+04	1,000E+10	1,200E-03
5	<b>Ba 133</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	9,460E+12	<b>12.000.000</b>	1,000E+04	1,000E+10	1,200E-03
6	<b>C 14</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	1,649E+11	<b>12.000.000</b>	1,000E+07	1,000E+13	1,200E-06
7	<b>Ca 41</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	3,136E+09	<b>12.000.000</b>	1,000E+04	1,000E+10	1,200E-03
8	<b>Ca 45</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	6,593E+14	<b>12.000.000</b>	1,000E+07	1,000E+13	1,200E-06
9	<b>Cd 109</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	9,561E+13	<b>12.000.000</b>	1,000E+06	1,000E+12	1,200E-05
10	<b>Ce 139</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	2,527E+14	<b>12.000.000</b>	1,000E+06	1,000E+12	1,200E-05
11	<b>Ce 141</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	1,055E+15	<b>12.000.000</b>	1,000E+07	1,000E+13	1,200E-06
12	<b>Ce 144</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	1,178E+14	<b>12.000.000</b>	1,000E+05	1,000E+11	1,200E-04
13	<b>Cf 252</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	1,984E+13	<b>12.000.000</b>	1,000E+04	1,000E+10	1,200E-03
14	<b>Cl 36</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	1,218E+09	<b>12.000.000</b>	1,000E+06	1,000E+12	1,200E-05
15	<b>Cm 242</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	1,225E+14	<b>12.000.000</b>	1,000E+05	1,000E+11	1,200E-04
16	<b>Cm 244</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	2,994E+12	<b>12.000.000</b>	1,000E+04	1,000E+10	1,200E-03
17	<b>Co 57</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	3,127E+14	<b>12.000.000</b>	1,000E+06	1,000E+12	1,200E-05
18	<b>Co 58</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	1,178E+15	<b>12.000.000</b>	1,000E+06	1,000E+12	1,200E-05
19	<b>Co 60</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	4,190E+13	<b>12.000.000</b>	1,000E+05	1,000E+11	1,200E-04



20	<b>Cr 51</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	3,423E+15	<b>12.000.000</b>	1,000E+07	1,000E+13	1,200E-06
21	<b>Cs 134</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	4,791E+13	<b>12.000.000</b>	1,000E+04	1,000E+10	1,200E-03
22	<b>Cs 137</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	3,221E+12	<b>12.000.000</b>	1,000E+04	1,000E+10	1,200E-03
23	<b>Eu 152</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	6,536E+12	<b>12.000.000</b>	1,000E+06	1,000E+12	1,200E-05
24	<b>Eu 154</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	9,993E+12	<b>12.000.000</b>	1,000E+06	1,000E+12	1,200E-05
25	<b>Eu 155</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	1,723E+13	<b>12.000.000</b>	1,000E+07	1,000E+13	1,200E-06
26	<b>Fe 55</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	8,917E+13	<b>12.000.000</b>	1,000E+06	1,000E+12	1,200E-05
27	<b>H 3</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	3,557E+14	<b>12.000.000</b>	1,000E+09	1,000E+15	1,200E-08
28	<b>Hg 203</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	5,109E+14	<b>12.000.000</b>	1,000E+05	1,000E+11	1,200E-04
29	<b>Ho 166m</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	6,643E+10	<b>12.000.000</b>	1,000E+04	1,000E+10	1,200E-03
30	<b>J 129</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	6,743E+06	<b>12.000.000</b>	1,000E+05	1,000E+11	1,200E-04
31	<b>Mn 54</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	2,866E+14	<b>12.000.000</b>	1,000E+06	1,000E+12	1,200E-05
32	<b>Mo 93</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	4,068E+10	<b>12.000.000</b>	1,000E+08	1,000E+14	1,200E-07
33	<b>Na 22</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	2,310E+14	<b>12.000.000</b>	1,000E+06	1,000E+12	1,200E-05
34	<b>Nb 93m</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	8,687E+12	<b>12.000.000</b>	1,000E+07	1,000E+13	1,200E-06
35	<b>Nb 94</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	6,939E+09	<b>12.000.000</b>	1,000E+06	1,000E+12	1,200E-05
36	<b>Ni 59</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	2,995E+09	<b>12.000.000</b>	1,000E+08	1,000E+14	1,200E-07
37	<b>Ni 63</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	2,101E+12	<b>12.000.000</b>	1,000E+08	1,000E+14	1,200E-07
38	<b>Np 237</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	2,608E+07	<b>12.000.000</b>	1,000E+03	1,000E+09	1,200E-02
39	<b>P 32</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	1,060E+16	<b>12.000.000</b>	1,000E+05	1,000E+11	1,200E-04
40	<b>Pb 210</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	2,825E+12	<b>12.000.000</b>	1,000E+04	1,000E+10	1,200E-03
41	<b>Pm 147</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	3,433E+13	<b>12.000.000</b>	1,000E+07	1,000E+13	1,200E-06
42	<b>Pu 238</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	6,336E+11	<b>12.000.000</b>	1,000E+04	1,000E+10	1,200E-03
43	<b>Pu 239</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	2,295E+09	<b>12.000.000</b>	1,000E+04	1,000E+10	1,200E-03
44	<b>Pu 240</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	8,396E+09	<b>12.000.000</b>	1,000E+03	1,000E+09	1,200E-02
45	<b>Pu 241</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	3,811E+12	<b>12.000.000</b>	1,000E+05	1,000E+11	1,200E-04
46	<b>Ru 103</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	1,193E+15	<b>12.000.000</b>	1,000E+06	1,000E+12	1,200E-05



47	<b>Ru 106</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	1,239E+14	<b>12.000.000</b>	1,000E+05	1,000E+11	1,200E-04
48	<b>S 35</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	1,579E+15	<b>12.000.000</b>	1,000E+08	1,000E+14	1,200E-07
49	<b>Sb 124</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	6,477E+14	<b>12.000.000</b>	1,000E+06	1,000E+12	1,200E-05
50	<b>Sb 125</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	3,882E+13	<b>12.000.000</b>	1,000E+06	1,000E+12	1,200E-05
51	<b>Sm 151</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	9,878E+11	<b>12.000.000</b>	1,000E+08	1,000E+14	1,200E-07
52	<b>Sn 113</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	3,718E+14	<b>12.000.000</b>	1,000E+07	1,000E+13	1,200E-06
53	<b>Sr 85</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	8,775E+14	<b>12.000.000</b>	1,000E+06	1,000E+12	1,200E-05
54	<b>Sr 89</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	1,076E+15	<b>12.000.000</b>	1,000E+06	1,000E+12	1,200E-05
55	<b>Sr 90</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	5,052E+12	<b>12.000.000</b>	1,000E+04	1,000E+10	1,200E-03
56	<b>Tc 99</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	6,283E+08	<b>12.000.000</b>	1,000E+07	1,000E+13	1,200E-06
57	<b>Th 232</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	4,057E+03	<b>12.000.000</b>	1,000E+03	1,000E+09	1,200E-02
58	<b>TI 204</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	1,717E+13	<b>12.000.000</b>	1,000E+04	1,000E+10	1,200E-03
59	<b>U 233</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	3,564E+08	<b>12.000.000</b>	1,000E+04	1,000E+10	1,200E-03
60	<b>U 234</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	2,300E+08	<b>12.000.000</b>	1,000E+03	1,000E+09	1,200E-02
61	<b>U 235</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	7,996E+04	<b>12.000.000</b>	1,000E+03	1,000E+09	1,200E-02
62	<b>U 236</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	2,393E+06	<b>12.000.000</b>	1,000E+03	1,000E+09	1,200E-02
63	<b>U 238</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	1,244E+04	<b>12.000.000</b>	1,000E+03	1,000E+09	1,200E-02
64	<b>Y 88</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	5,156E+14	<b>12.000.000</b>	1,000E+04	1,000E+10	1,200E-03
65	<b>Y 90</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	2,015E+16	<b>12.000.000</b>	1,000E+04	1,000E+10	1,200E-03
66	<b>Y 91</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	9,083E+14	<b>12.000.000</b>	1,000E+04	1,000E+10	1,200E-03
67	<b>Zn 65</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	3,046E+14	<b>12.000.000</b>	1,000E+06	1,000E+12	1,200E-05
68	<b>Zr 93</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	9,312E+07	<b>12.000.000</b>	1,000E+04	1,000E+10	1,200E-03
69	<b>Zr 95</b>	Soluzione acquosa acida (nitrica o cloridrica)	7,956E+14	<b>12.000.000</b>	1,000E+06	1,000E+12	1,200E-05
	<b>TOTALI</b>			<b>828.000.000</b>			<b>0,10801</b>

**TABELLA 1/B - ISOTOPI RADIOATTIVI NON SIGILLATI PER ATTIVITA' SPERIMENTALE**

N°	Isotopo Radioattivo	Quantità prevista g	Dati fisici iniziali		Attività totale Bq	Rateo spec. esposizione a 1 metro μSv/MBq*h	Rateo exp. a 1 metro dalla sorgente μSv/h	D.Lgs. 230/95 e s.m.i. Tabella IX - 1 Bq	Attività limite Bq	Att. totale / Att. limite N° indice
			Stato fisico/chimico	Attività spec. Bq/g						
1	<b>Am 241</b>	<b>2,00</b>	Forma salina, ossido o metallo	1,268E+11	<b>2,536E+11</b>	4,044E-03	<b>1,026E+03</b>	1,000E+04	1,000E+10	2,54E+01
2	<b>Am 242m</b>	<b>0,10</b>	Forma salina, ossido o metallo	3,876E+11	<b>3,876E+10</b>	2,581E-02	<b>1,000E+03</b>	1,000E+04	1,000E+10	3,88E+00
3	<b>Cf 252</b>	<b>2,00</b>	Forma salina, ossido o metallo	1,984E+13	<b>3,968E+13</b>	4,920E-03	<b>1,952E+05</b>	1,000E+04	1,000E+10	3,97E+03
4	<b>Cm 242</b>	<b>2,00</b>	Forma salina, ossido o metallo	1,225E+14	<b>2,450E+14</b>	4,735E-06	<b>1,160E+03</b>	1,000E+05	1,000E+11	2,45E+03
5	<b>Cm 244</b>	<b>2,00</b>	Forma salina, ossido o metallo	2,994E+12	<b>5,989E+12</b>	3,624E-06	<b>2,170E+01</b>	1,000E+04	1,000E+10	5,99E+02
6	<b>Np 237</b>	<b>2,00</b>	Forma salina, ossido o metallo	2,608E+07	<b>5,215E+07</b>	6,077E-03	<b>3,169E-01</b>	1,000E+03	1,000E+09	5,22E-02
7	<b>Pb 210</b>	<b>2,00</b>	Forma salina, ossido o metallo	2,825E+12	<b>5,650E+12</b>	4,934E-04	<b>2,787E+03</b>	1,000E+04	1,000E+10	5,65E+02
8	<b>Pu 238</b>	<b>2,00</b>	Forma salina, ossido o metallo	6,336E+11	<b>1,267E+12</b>	5,825E-06	<b>7,381E+00</b>	1,000E+04	1,000E+10	1,27E+02
9	<b>Pu 239</b>	<b>50,00</b>	Forma salina, ossido o metallo	2,295E+09	<b>1,147E+11</b>	1,091E-05	<b>1,252E+00</b>	1,000E+04	1,000E+10	1,15E+01
10	<b>Pu 240</b>	<b>30,00</b>	Forma salina, ossido o metallo	8,396E+09	<b>2,519E+11</b>	6,070E-06	<b>1,529E+00</b>	1,000E+03	1,000E+09	2,52E+02
11	<b>Pu 241</b>	<b>2,00</b>	Forma salina, ossido o metallo	3,811E+12	<b>7,621E+12</b>	1,761E-07	<b>1,342E+00</b>	1,000E+05	1,000E+11	7,62E+01
12	<b>U 233</b>	<b>0,50</b>	Forma salina, ossido o metallo	3,564E+08	<b>1,782E+08</b>	3,742E-05	<b>6,669E-03</b>	1,000E+04	1,000E+10	1,78E-02
13	<b>U 234</b>	<b>0,50</b>	Forma salina, ossido o metallo	2,300E+08	<b>1,150E+08</b>	1,789E-05	<b>2,058E-03</b>	1,000E+03	1,000E+09	1,15E-01
14	<b>U 235</b>	<b>30,00</b>	Forma salina, ossido o metallo	7,996E+04	<b>2,399E+06</b>	2,114E-02	<b>5,072E-02</b>	1,000E+03	1,000E+09	2,40E-03
15	<b>U 236</b>	<b>0,50</b>	Forma salina, ossido o metallo	2,393E+06	<b>1,197E+06</b>	1,037E-05	<b>1,241E-05</b>	1,000E+03	1,000E+09	1,20E-03
16	<b>U 238</b>	<b>100,00</b>	Forma salina, ossido o metallo	1,244E+04	<b>1,244E+06</b>	1,028E-05	<b>1,278E-05</b>	1,000E+03	1,000E+09	1,24E-03
17	<b>Th 232</b>	<b>100,00</b>	Forma salina, ossido o metallo	4,057E+03	<b>4,057E+05</b>	2,203E-05	<b>8,938E-06</b>	1,000E+03	1,000E+09	4,06E-04
	<b>TOTALI</b>				<b>3,058E+14</b>		<b>201.205</b>			<b>8.077</b>



**TABELLA 1/C - SORGENTI RADIOCHIMICHE SIGILLATE PER CALIBRAZIONE STRUMENTI**

N°	Isotopo Radioattivo	Dati fisici iniziali		Rateo spec. esposizione a 1 metro $\mu\text{Sv}/\text{MBq}\cdot\text{h}$	Rateo exp. a 1 metro dalla sorgente $\mu\text{Sv}/\text{h}$	D.Lgs. 230/95 e s.m.i. Tabella IX - 1 Bq	Attività limite Bq	Att. totale / Att. limite N° indice	
		Stato fisico/chimico	Attività spec. Bq/g						Attività totale Bq
1	<b>Am 241</b>	Deposito non asportabile su dischetto in acciaio inox	1,268E+11	<b>2.000</b>	4,044E-03	<b>8,087E-06</b>	1,000E+04	1,000E+13	2,000E-10
2	<b>Cm 244</b>	Deposito non asportabile su dischetto in acciaio inox	2,994E+12	<b>2.000</b>	3,624E-06	<b>7,249E-09</b>	1,000E+04	1,000E+13	2,000E-10
3	<b>Np 237</b>	Deposito non asportabile su dischetto in acciaio inox	2,608E+07	<b>2.000</b>	6,077E-03	<b>1,215E-05</b>	1,000E+03	1,000E+12	2,000E-09
4	<b>Pu 238</b>	Deposito non asportabile su dischetto in acciaio inox	6,336E+11	<b>2.000</b>	5,825E-06	<b>1,165E-08</b>	1,000E+04	1,000E+13	2,000E-10
5	<b>Pu 239</b>	Deposito non asportabile su dischetto in acciaio inox	2,295E+09	<b>2.000</b>	1,091E-05	<b>2,182E-08</b>	1,000E+04	1,000E+13	2,000E-10
6	<b>C 14</b>	Deposito non asportabile su placchetta di alluminio	1,649E+11	<b>1.000</b>			1,000E+07	1,000E+16	1,000E-13
7	<b>C 14</b>	Soluzione acquosa sigillata in ampolla di vetro	1,649E+11	<b>1.000</b>			1,000E+07	1,000E+16	1,000E-13
8	<b>H 3</b>	Deposito non asportabile su placchetta di alluminio	3,557E+14	<b>1.000</b>			1,000E+09	1,000E+18	1,000E-15
9	<b>H 3</b>	Soluzione acquosa sigillata in ampolla di vetro	3,557E+14	<b>1.000</b>			1,000E+09	1,000E+18	1,000E-15
10	<b>Sr 90</b>	Deposito non asportabile su placchetta di alluminio	5,052E+12	<b>1.000</b>			1,000E+04	1,000E+13	1,000E-10
11	<b>Fe 55</b>	Sferetta di resina montata in una placchetta di plastica	8,917E+13	<b>2.000.000</b>			1,000E+06	1,000E+15	2,000E-09
	<b>TOTALI</b>			<b>2.015.000</b>					<b>4,900E-09</b>

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	NNFISS-LP4-003	0	L	24	39

## 6. DESCRIZIONE DI IMPIANTI E SISTEMI RILEVANTI.

In questo capitolo si descrivono le attrezzature e i sistemi principali previsti nel Laboratorio ai fini della sicurezza e della protezione sanitaria dei lavoratori e della popolazione. Sulla base delle indicazioni qui contenute, in fase di progettazione si svilupperanno gli argomenti con un grado di approfondimento e di dettaglio commisurato, nel caso specifico, alla pertinenza ed alla rilevanza di essi ai fini della sicurezza nucleare e della protezione sanitaria del personale e della popolazione.

### 6.1. SISTEMA DI RIVELAZIONE ED ESTINZIONE INCENDI

Malgrado l'uso di criteri costruttivi e materiali non infiammabili, il rischio di incendio non può essere completamente escluso. Appositi rivelatori di fumo e sensori di temperatura devono essere posizionati in punti sensibili dove è maggiore il rischio di incendio. La rivelazione provocherà l'emissione di segnali acustici ed ottici.

Come agenti estinguenti verranno preferiti quelli funzionanti per azione chimica, da individuare nel rispetto della vigente legislazione. Ovviamente l'impianto antincendio sarà automatizzato e collegato alla rete di alimentazione elettrica di emergenza, quindi sempre in grado di funzionare.

Ai fini della prevenzione incendi deve essere installata una rete di rivelatori automatici di incendio distribuiti opportunamente nei locali da sorvegliare delle tre zone: Controllata, Sorvegliata e Fredda.

Il circuito dei rivelatori sarà unico per tutto l'impianto ad eccezione dei locali 19, 23, 24, dove i rivelatori saranno di due tipologie diverse (rivelatori di fumo e di gradiente di temperatura) e collegati su due linee indipendenti. I rivelatori installati negli altri locali del laboratorio saranno del tipo a fumo.

I segnali di allarme incendio, oltre ad attivare i segnali ottici ed acustici presenti all'interno del laboratorio, devono attivare automaticamente un apposito allarme incendio sul quadro di controllo della **Sala di Pronto Intervento del Centro** in cui viene realizzato il Laboratorio.

Il segnale di allarme, giunto ai quadri di controllo, consentirà di individuare il locale del laboratorio da cui esso è partito, facilitando in tal modo l'intervento di personale specializzato.

I locali 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, oltre ad essere protetti da una rete di rivelatori incendio, devono essere protetti anche da un sistema di estinzione automatico, commutabile in modalità manuale in caso di presenza di personale.

Il sistema sarà costituito da una centralina di estinzione, situata nella Sala Controllo del Laboratorio (locale 8). La centralina di estinzione, ricevuto il segnale di allarme proveniente da uno dei suddetti locali, attiva lo spegnimento automatico solo se detto segnale proviene contemporaneamente da almeno due rivelatori di due linee diverse.

Il Laboratorio, come previsto dalla normativa di prevenzione incendi, deve essere dotato anche di apparecchi di estinzione portatili.

### 6.2. SISTEMA DI CONTENIMENTO STATICO

Il rischio di dispersione della contaminazione verso l'esterno è tanto più basso, quanto maggiore è il numero delle barriere fisiche interposte fra le sostanze radioattive e l'ambiente esterno. Il confinamento del materiale radioattivo avviene di

regola con il concorso di due sistemi: il **confinamento statico** ed il **confinamento dinamico**.

**La prima barriera fisica** è costituita dal contenitore della sorgente.

**La seconda barriera fisica** è costituita dal locale dove i materiali radioattivi vengono manipolati. Questa seconda barriera, per la presenza di porte ed attraversamenti della ventilazione, non rappresenta un contenimento stagno come il precedente.

Siccome entrambe le suddette barriere fisiche, indicate comunemente con il termine di **confinamento statico**, pur riducendo notevolmente il rischio di un'eventuale dispersione di contaminazione nell'ambiente, ne conservano tuttavia un rischio residuo, il contenimento del materiale radioattivo viene ancor più incrementato mediante l'attivazione del **confinamento dinamico**.

### 6.3. SISTEMA DI CONTENIMENTO DINAMICO: VENTILAZIONE E CONDIZIONAMENTO

Il **confinamento dinamico** deve essere ottenuto mediante l'impiego di un sistema di ventilazione che determina un gradiente di depressione, che si riduce a partire dal primo confinamento statico fino all'ambiente esterno. Tale gradiente di depressione fa sì che il flusso di aria sia sempre diretto dall'ambiente a minor pericolosità verso quello a maggior pericolosità, ovvero dalle zone esterne non classificate verso i locali in Zona Controllata.

I principali requisiti funzionali del sistema di ventilazione e di condizionamento dei locali del laboratorio sono:

- Mantenere all'interno delle aree di lavoro condizioni termoigrometriche di benessere per il personale, a mezzo di un conveniente numero di ricambi dell'atmosfera e l'immissione di aria a temperatura ed umidità controllata.
- Limitare l'esposizione del personale ad eventuali aerosol di materiali radioattivi sviluppati nel corso delle lavorazioni, realizzando flussi di aria dalle zone a minor rischio verso quelle a maggior rischi di contaminazione.
- Garantire il contenimento dinamico dell'atmosfera delle aree di operazione, potenzialmente contaminate, mantenendole in depressione rispetto all'esterno, in modo da impedire fuoriuscite incontrollate di contaminazione nell'ambiente.
- Limitare i rilasci ambientali di materiale radioattivo a mezzo di un opportuno trattamento di filtrazione dell'aria in uscita dall'edificio.
- Disperdere nell'ambiente, in condizioni controllate, l'aria effluente dall'edificio.
- Raccogliere, filtrare e convogliare al camino gli sfiati provenienti dalle apparecchiature di processo e di servizio.
- Garantire un funzionamento continuo ed automatico, provvedendo alla segnalazione di eventuali anomalie.

La ventilazione delle aree operative deve essere realizzata totalmente con aria esterna, evitando ricircoli che, in caso di malfunzionamenti, possono provocare il rischio di immissioni di aerosol o polveri radioattive nelle aree di operazione. Al fine di assicurare una più accurata distribuzione dei flussi di aria di ventilazione nei locali deve essere evitato l'uso di "fan coils" o termoconvettori; tutto il carico termico necessario per il condizionamento dei locali deve essere sostenuto dall'aria di

ventilazione. In caso di mancanza di corrente di rete, deve essere previsto un allacciamento alla rete di emergenza che garantisca l'immediata ripresa dei ventilatori di mandata e di aspirazione. Devono essere previsti due ventilatori di aspirazione, uno di riserva all'altro e completamente automatizzati la cui regolazione varia a seconda del livello di depressione dell'ambiente interno.

Valori tipici dei ricambi orari e delle depressioni nei locali di laboratori adibiti alla caratterizzazione di rifiuti radioattivi sono riportati nella seguente tabella.

ZONA	RICAMBI ARIA LOCALI (Vol/h)	DEPRESSIONE LOCALI (Pa)
<b>Fredda</b>	1 – 4	0 – 50
<b>Sorvegliata</b>	4 – 8	50 – 100
<b>Controllata</b>	8 – 12	100 – 150

I valori dei ricambi d'aria e delle depressioni effettivi del laboratorio in questione dovranno essere calcolati nella fase di progettazione definitiva dipendentemente dalle caratteristiche costruttive e dai parametri di progetto.

Il ventilatore di mandata deve essere dotato di una serie di canalizzazioni relative ai singoli ambienti che consentono una regolazione dei parametri specifica per ogni locale (temperatura, depressione, umidità, ecc.). In particolare il Laboratorio Preparazione Provini (locale 16 e 17), il Laboratorio Camere Climatiche (locale 22) e il Laboratorio Prove (locale 18) dovranno mantenere valori costanti di Temperatura e Umidità al fine consentire una corretta lavorazione dei manufatti. Ogni singola canalizzazione deve essere dotata di serrande taglia fuoco, le quali permettono un'immediata interruzione del flusso d'aria verso l'interno nel caso in cui la depressione interna superi un preciso valore di soglia e nel caso in cui vi sia un incendio interno.

Deve essere presente un sistema che garantisca la climatizzazione interna dei diversi locali del Laboratorio.

#### 6.4. SISTEMA ELETTRICO E STRUMENTALE

Il sistema deve essere configurato in modo da svolgere i seguenti compiti:

- alimentazione elettrica dei sistemi di processo, dei sistemi di sicurezza e dei sistemi ausiliari del laboratorio;
- illuminazione artificiale del laboratorio;
- azionamento delle apparecchiature elettriche.

L'impianto elettrico deve essere realizzato nel rispetto della normativa vigente, che impone criteri progettuali e realizzativi atti a conferire all'impianto stesso un elevato standard di sicurezza.

Al fine di garantire il più possibile la continuità di funzionamento delle utenze all'interno del laboratorio, il quadro generale del laboratorio deve essere costituito da due sezioni indipendenti:

- Sezione "**normale**";

- Sezione di “**emergenza**”.

La sezione **normale** del quadro elettrico è alimentata con l’energia elettrica prelevata dalla rete pubblica, trasformata e distribuita alle sottostazioni di utilizzo alla tensione di 400V trifase + neutro + terra.

La sezione **emergenza** del quadro elettrico è alimentata mediante gruppi generatori diesel ad avviamento automatico.

Il quadro generale del laboratorio, attraverso le due sezioni **normale** e **emergenza**, deve alimentare le seguenti utenze:

- prese FM del laboratorio;
- illuminazione locali;
- impianto di ventilazione;
- impianto di monitoraggio;
- impianto antincendio;
- gruppi di continuità.

Oltre ai corpi illuminanti collegati all’emergenza, devono essere disposti altri corpi illuminanti dotati di propria batteria per assicurare percorsi sicuri di evacuazione in caso di indisponibilità oltre che della corrente normale, anche di quella di emergenza. Infine alcune apparecchiature, per le quali deve essere assicurata una maggiore continuità di funzionamento, devono essere collegate oltre che alla rete di emergenza anche a unità di continuità UPS (Uninterrupted Power System).

Le unità UPS devono entrare in funzione nel momento in cui viene a mancare l’alimentazione elettrica di rete. In quel momento l’UPS, grazie alle batterie di cui è dotato, erogherà l’energia elettrica necessaria per il corretto funzionamento delle apparecchiature collegate, fino al ritorno della tensione di rete. In caso di mancanza prolungata, un sistema di allarme avvertirà della fine prossima dell’autonomia, consentendo così di terminare il lavoro o prendere opportuni provvedimenti per la sicurezza.

Il sistema di alimentazione di emergenza deve entrare in funzione entro 5-10 secondi dalla caduta di alimentazione principale. Verranno garantite nell’ordine le seguenti priorità:

- impianto di ventilazione
- sistemi di monitoraggio radiazioni
- sistemi di rilevazione incendio
- illuminazione di emergenza dell’ambiente.

L’edificio del Laboratorio deve essere, naturalmente, provvisto di impianto di messa a terra.

## 6.5. SISTEMA DI MONITORAGGIO RADIOMETRICO

I sistemi di monitoraggio radiometrico hanno lo scopo di monitorare costantemente lo stato dell’atmosfera all’interno ed all’esterno dei locali. Gli strumenti in dotazione e le procedure di misura attuate servono, da una parte per il controllo della contaminazione  $\alpha$  e dall’altra per il controllo del livello della radioattività  $\beta/\gamma$ .

I sistemi di controllo radiometrico sono raggruppati nelle seguenti categorie:

- Sistemi di monitoraggio personali;
- Sistemi di monitoraggio gamma;
- Sistemi di monitoraggio neutronici;

- Sistemi di monitoraggio dell'aria;
- Sistemi di monitoraggio delle superfici solide.

### **Sistemi di monitoraggio personali.**

Il controllo della contaminazione sulle persone deve essere effettuato mediante:

- Strumenti semi-fissi installati in prossimità dei posti di lavoro;
- Strumenti fissi per il controllo di mani-piedi-vesti. Tale misura viene effettuata in maniera obbligatoria ad ogni persona che lascia la Zona Controllata.

L'uso di questi sistemi consente di individuare ed eliminare tempestivamente dannose contaminazioni, di impedire la loro diffusione in zone non controllate, di ricavare utili informazioni sullo stato radiometrico dell'area di lavoro.

Per il controllo dell'irraggiamento esterno il personale addetto a lavorare in zona controllata deve essere dotato di un proprio film badge da indossare ogni qualvolta si entra in Zona Controllata.

### **Sistemi di monitoraggio gamma.**

La funzione del sistema di monitoraggio gamma è quella di misurare e registrare l'intensità di esposizione nelle aree operative e di intervento del laboratorio, e di dare un allarme se l'esposizione supera un determinato livello.

I rivelatori sono normalmente delle camere di ionizzazione sospese a 2 metri sopra il pavimento dell'area di lavoro. Ogni rilevatore è munito di indicatore e allarme (ottico ed acustico) posto vicino al rilevatore. Gli allarmi devono essere duplicati all'ingresso del Laboratorio (Sala Controllo) e nel locale della RPO; devono essere previsti regolari verifiche funzionali e tarature secondarie.

Ogni sensore è costituito da un'unità autonoma in grado di svolgere le routines richieste per questo tipo di misura (taratura, ecc.). A tale scopo devono essere previste a bordo di ogni sensore le segnalazioni e i comandi necessari per visualizzare i valori misurati e per la gestione della misura.

Tutti i sensori devono essere connessi ad un'unità di supervisione installata nel locale RPO. Detta unità di supervisione deve consentire:

- la gestione remota dei sensori (visualizzazione delle misure e gestione del sensore).
- l'interfacciamento con altri sistemi di monitoraggio (eventualmente anche esterni all'installazione).
- l'acquisizione dei dati di monitoraggio.
- l'interfacciamento con il sistema di controllo.
- l'invio di segnali a postazioni continuamente presidiate.
- la costruzione di un archivio dati hardware.
- la resa dei dati in un formato adatto per l'elaborazione fuori linea su altri mezzi informatici.

### **Sistemi di monitoraggio neutronici.**

Per questi sistemi si può ricorrere all'utilizzo di rivelatori neutronici, quali contatori proporzionali a  $^3\text{He}$  o  $\text{BF}^3$ .

### **Sistemi di monitoraggio dell'aria.**

Nelle aree operative a rischio di contaminazione deve essere previsto un sistema discontinuo di monitoraggio costituito da un circuito che aspira l'aria. L'aria aspirata è quindi filtrata, ed il filtro è giornalmente sostituito e successivamente analizzato, nei tempi tecnici necessari, per la radioattività eventualmente presente (dopo circa 8 giorni per il decadimento della radioattività naturale).

In aggiunta a questi sistemi posizionati all'interno del fabbricato si deve prevedere un sistema di campionamento al camino realizzato in condizioni di isocinetismo, in cui il campione sia analizzato in tempo reale per rilevare eventuali rilasci all'atmosfera e sia raccolto su filtri, da sostituire con periodicità da definire, per i successivi esami di laboratorio.

Il sistema di monitoraggio in continuo al camino deve essere interfacciato con il sistema di supervisione installato nel locale RPO per tutto ciò che concerne misure e sistemi di autodiagnosi.

### **Sistemi di monitoraggio delle superfici solide.**

Il controllo della contaminazione delle superfici di lavoro deve essere effettuato mediante misure dirette e indirette. Le prime sono eseguite con monitori e intensimetri portatili, mentre le seconde sono basate sul metodo del prelievo per strofinamento e misura del campione (smear tests).

## ***6.6. SISTEMA DI CONTROLLO DEGLI ACCESSI***

Al fine di identificare chi accede alla Zona Controllata si deve prevedere un sistema di controllo degli accessi, che nelle sue linee essenziali è costituito da una serie di una o più unità autonome dotate dei mezzi necessari per il riconoscimento di chi accede alle aree e/o per impedirne l'accesso in caso di mancato riconoscimento o di abilitazione.

Le porte di accesso al Laboratorio devono essere allarmate al fine di non compromettere il livello di depressione all'interno dei locali di lavoro.

## ***6.7. SISTEMA DI CONTROLLO E/O ALLARME***

Nel laboratorio deve essere previsto un sistema di controllo e/o allarme alimentato in corrente continua, fornita da batteria, tale da potere sempre funzionare anche in caso di mancanza di tensione. Tutti gli allarmi sono del tipo luminoso-acustico e saranno dislocati in un quadro generale nel locale RPO e riportati nella Sala Controllo, riuniti in gruppo.

Devono essere previsti:

- sirena per allarmi nucleari;
- sirena per allarme incendio;
- sirena per allarme radiazioni;
- allarme di livello dei serbatoi degli scarichi acquosi sospetti.

### **Allarmi per rischi nucleari**

Questo tipo di allarme (pre-allarme ed allarme) sarà di tipo manuale ed automatico; il suo azionamento, nella versione manuale, sarà affidato ad una persona responsabile del Laboratorio e comporterà sia l'evacuazione del personale dai locali, sia la

dichiarazione di Emergenza di Centro, nel caso i rischi siano estesi al di fuori del laboratorio stesso. L'allarme sarà del tipo a sirena a suoni intermittenti o continui.

### **Allarme presenza radiazioni**

In particolare l'allarme presenza radiazioni deriva dal monitoraggio gamma dei locali (per i prodotti di fissione) e degli effluenti al camino (per il particolato).

## **6.8. SISTEMA DI TRASPORTO DELL'AZOTO LIQUIDO**

Nel locale del Laboratorio si prevede l'ingresso e il passaggio della linea dedicata al trasporto dell'azoto liquido e relative diramazioni convergenti ai criostati presenti nel locale. Il sistema ha la funzione di automatizzare completamente il riempimento con azoto liquido dei criostati accoppiati ai rivelatori al Ge per spettrometria  $\gamma$ , che per poter funzionare correttamente necessitano di essere mantenuti ad una temperatura di  $-196$  °C. Esso è costituito essenzialmente da tubazioni in acciaio inox isolate sottovuoto, corredate di tutte le elettrovalvole e le valvole di sicurezza necessarie al corretto funzionamento del sistema. Ogni criostato è inoltre monitorato elettronicamente (mediante cavi criogenici, sensori e centralina di gestione dotata di allarmi visivi e sonori), affinché la procedura di riempimento sia avviata al momento opportuno e si concluda nei tempi e secondo le modalità predefinite.

## **6.9. ALTRI SISTEMI**

In sede di progettazione verranno descritti con adeguato grado di dettaglio:

- il sistema di comunicazione telefono, interfono, rete informatica locale (LAN) con adeguato numero di punti di connessione;
- distribuzione dell'acqua di tipo potabile a pressione di distribuzione stabilizzata (5 Bar +/- 10%), filtrata attraverso filtro primario a campana con materiale filtrante vetro o plastica e filtro secondario allo stacco di alimentazione puntuale in materiale sinterizzato (75  $\mu$ m), misuratore di portata con regolazione e indicazione della stessa come alimento per i sistemi di produzione di acqua deionizzata e/o distillata;
- distribuzione dei fluidi (aria compressa, argon, argon-metano, ecc.), comprensivo di valvole di sicurezza, filtri, indicatori, riduttori, regolatori di pressione, manometri di precisione con appropriato campo di misura, ecc.,;
- raccolta e gestione dell'acqua reflua (scarichi dubbi);
- rete di alimentazione elettrica trifase e monofase;
- alimentazione elettrica di emergenza e sotto inverter.

## **7. GESTIONE, RACCOLTA, DEPOSITO E/O TRATTAMENTO, ALLONTANAMENTO DEI RIFIUTI RADIOATTIVI**

La gestione dei rifiuti radioattivi prodotti dall'impianto sarà operata in funzione:

- delle loro caratteristiche (periodo di decadimento dei radionuclidi presenti, attività totale e specifica, radiotossicità e irraggiamento);
- delle loro caratteristiche fisiche (stato fisico, volume, peso);



- delle loro caratteristiche chimiche (volatilità, chemitossicità);
- delle modalità e del luogo di produzione e/o provenienza (decontaminazione di vetreria, operazioni di varia natura);
- delle modalità previste per la raccolta (continua o discontinua), per il trattamento e/o deposito (riduzione di volume o di condizionamento);
- delle modalità previste per l'allontanamento dei rifiuti dall'impianto (trasmissione ad altro soggetto, immissione nell'ambiente esterno).

La modalità di raccolta ed allontanamento dei rifiuti, per un laboratorio come quello in esame, non può che essere discontinua.

Saranno istituiti degli appositi registri nei quali saranno annotati, con un'appropriata procedura di identificazione univoca, i rifiuti liquidi, solidi e gassosi prodotti, le loro movimentazioni, i risultati delle loro analisi (se necessarie) e l'attività ad essi associata.

I rifiuti radioattivi solidi e liquidi, comunque prodotti, devono essere "classificati" cioè suddivisi in gruppi, tipi e classi (stato fisico, caratteristiche chimiche e fisiche, radiotossicità, tipo A, tipo B, ecc.).

### *7.1. MODALITÀ DI RACCOLTA ED ALLONTANAMENTO DEI RIFIUTI LIQUIDI*

#### **Scarichi dubbi**

Il laboratorio deve essere dotato di un sistema di scarico contenuto per l'evacuazione di liquidi acquosi potenzialmente contaminati (lavandini, doccia di decontaminazione, drenaggi, ecc.). Il sistema deve essere formato da una rete di tubi in acciaio inox, situati sotto il piano del pavimento, per convogliare i liquidi in due serbatoi in acciaio inox da 20 m<sup>3</sup> ciascuno, interrati, accessibili per le ispezioni e collegati in modo da permettere il funzionamento in alternativa e il travaso di uno nell'altro.

I serbatoi devono essere a loro volta contenuti in vasconi di calcestruzzo dotati di liner di acciaio inox, di volume pari a quello dei serbatoi e con pozzetti di raccolta muniti di sonda di livello per la rivalazione di eventuali perdite.

I serbatoi devono essere dotati di allarme di alto livello e di altissimo livello, di sistema omogeneizzazione, di sistema di campionamento e ne deve essere possibile lo svuotamento tramite pompa, sia in autocisterna che nella rete di scarichi del Centro, a seconda del risultato delle analisi dei liquidi in essi contenuti.

#### **Rifiuti Liquidi.**

Si tratta soprattutto di rifiuti acquosi provenienti da lavaggio e decontaminazione, dalle prove di estrazione con solventi, dalla dissociazione di prodotti di fissione, dalla decontaminazione di apparecchiature, ecc. La produzione di questi rifiuti può essere stimata in circa 500 litri/anno.

Si produrranno anche rifiuti liquidi organici da raccogliere separatamente: soluzioni di estraenti in idrocarburi provenienti da esperienze di estrazioni con solventi.

Per la raccolta dei rifiuti liquidi si utilizzeranno contenitori di vario tipo a seconda della natura e radioattività del rifiuto:

- bottiglie di plastica da 2 litri con doppio sacco saldato;
- bottiglie in acciaio inox da 2 litri con doppio sacco saldato;
- bottiglioni di plastica da 25 litri con doppio sacco saldato;
- bottiglioni di plastica da 50 litri.

In caso di dose elevata le bottiglie possono essere introdotte in idonei contenitori schermati.

Sul doppio sacco saldato e/o sul contenitore esterno deve essere posto il codice di classificazione che specifica lo stato fisico e le caratteristiche chimico-fisiche, il gruppo di radiotossicità, il contenuto di radioattività, il tipo di radiazione emessa, il tempo di dimezzamento della radioattività, il tipo, il processo, la classe e la data.

I rifiuti liquidi prodotti saranno evacuati periodicamente, dopo analisi per la valutazione della radioattività ad essi associata in apposita area di deposito, in attesa di essere conferiti alla ditta autorizzata al loro smaltimento.

## *7.2. MODALITÀ DI RACCOLTA ED ALLONTANAMENTO DEI RIFIUTI SOLIDI*

Per i rifiuti solidi radioattivi o dubbi si hanno essenzialmente rifiuti solidi combustibili (filtri, guanti, materiale plastico) e non combustibili (vetreria, metalliche varie), la cui quantità annua non può al momento essere stimata.

I rifiuti solidi prodotti devono essere stoccati in sacchi di PVC inseriti a loro volta in un fusto di tipo petrolifero da 200 litri. Al riempimento del sacco, questo viene saldato ed il fusto viene chiuso.

## **8. DESCRIZIONE DELLE MANIPOLAZIONI CHE SI PREVEDE DI COMPIERE SUL MATERIALE RADIOATTIVO**

### *8.1 PREPARAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DI MATERIALI CONTENENTI RADIOISOTOPI*

Il Laboratorio sarà attrezzato per l'esecuzione di prove di qualificazione, resistenza e durabilità, atte a valutare l'efficacia di condizionamento di rifiuti radioattivi in matrice cementizia. Le principali prove, eseguite secondo procedure normative organizzate ed elaborate in conformità agli standard nazionali ed internazionali inerenti i laboratori di ricerca e di prova, saranno le seguenti:

- resistenza ad immersione
- resistenza a compressione
- resistenza a cicli termici
- resistenza alla fiamma
- resistenza all'irraggiamento
- resistenza alla biodegradazione

In aggiunta alle suddette prove prescritte dalla G.T. n.26, per la elaborazione di una dettagliata campagna di caratterizzazione si dovranno altresì effettuare prove per la determinazione di alcune proprietà strutturali, fisiche chimiche e meccaniche di particolare interesse:

- determinazione del calore di idratazione del cemento
- tempo di presa
- resistenza agli ambienti aggressivi

- permeabilità all'acqua sotto pressione
- finezza e porosità di Blaine
- test di lisciviazione

L'insieme delle prove appena elencate, verrà effettuato su un determinato numero di provini, ossia di prodotti in scala dei manufatti reali, differenti in geometria, dimensioni e formulazioni d'impasto cementizio (differenti rapporti acqua/cemento ed additivi/cemento).

I provini destinati alle prove elencate, dovranno inglobare quantità opportune di radionuclidi prelevati dalle sorgenti non sigillate in modo da simulare in termini di qualità e quantità i radionuclidi presenti nel rifiuto da condizionare. In seguito, una volta che la formulazione giusta sarà definita dal programma di prove sul rifiuto simulato, si effettueranno prove di qualificazione su provini inglobanti il rifiuto reale.

La preparazione dei provini e la successiva maturazione (stagionatura) in camera climatica, secondo le modalità normate dal documento di riferimento ufficiale UNI EN 12390-1/2, prevede le seguenti principali fasi:

- impasto dei componenti in mixer (5 o 10 l)
- colata in casseforme di acciaio di differenti forme e dimensioni
- agitazione su pedane vibranti
- attesa del tempo di presa
- maturazione in camera climatica a 20 °C ed umidità relativa superiore a 95%

I provini stagionati verranno destinati alle varie prove elencate.

L'insieme di tutte le attività verrà svolto nei locali attrezzati allo scopo.

In particolare modo la formulazione e la preparazione dei provini, nonché la colata in casseforme e la vibrazione su tavole a scosse, verranno eseguiti nel Laboratorio Preparazione Provini.

La stagionatura, i cicli termici, la prova di compressione e quella di permeabilità all'acqua sotto pressione saranno effettuati presso il Laboratorio Camere Climatiche.

Nel Laboratorio Prove verranno eseguite tutte le restanti prove, tra cui la Prova di Resistenza alla Fiamma che deve essere svolta sotto cappa aspirante per ovvie ragioni di sicurezza.

L'analisi chimica dei campioni di soluzioni acquose derivanti dalla Prova di Lisciviazione verrà completata mediante l'ausilio di strumentazione analitica presente nel Laboratorio Analisi Strumentale, mentre la determinazione del contenuto radionuclidico dei medesimi campioni verrà effettuata mediante la strumentazione presente nella Sala Conteggi.

Infine, nel Laboratorio Microbiologico i provini saranno sottoposti alla Prova di Degradazione Biologica da parte di Ceppi Batterici ATCC e Muffe. Tali provini, dopo essere stati esposti a tali microrganismi per un periodo di tempo necessario al loro sviluppo, dovranno essere sottoposti alla Prova di Resistenza alla Compressione per evidenziare eventuali variazioni nella resistenza del manufatto cementizio.

## 8.2 ATTIVITÀ DI R & S IN CAMPO NUCLEARE

Si propone di realizzare una infrastruttura attrezzata per lo sviluppo di tecnologie e per la qualificazione di processi di trattamento e condizionamento di rifiuti radioattivi, in particolare per quelle tipologie di rifiuti provenienti essenzialmente da operazioni di decommissioning e dalla ricerca scientifica, per i quali non ci sono tecniche standardizzate a livello internazionale.

Come esempi non esaustivi si possono indicare: soluzioni acquose di decontaminazione (contenenti ad es. complessanti organici), soluzioni acquose contenenti sospensioni organiche (olio, etc.), soluzioni acquose di transuranici, fanghi contaminati, resine organiche e inorganiche, etc.

La qualificazione dei processi di condizionamento è intesa come un complesso di attività volte a dimostrare che il manufatto risultante dal processo di condizionamento rispetti i requisiti minimi per il deposito temporaneo, il trasporto e lo smaltimento.

L'infrastruttura sarà inizialmente focalizzata sullo sviluppo di processi di cementazione e di qualificazione delle relative matrici.

Il compito consiste nell'individuare il processo di condizionamento più appropriato per la tipologia di rifiuto di volta in volta in esame, e nello sviluppare un programma di caratterizzazione volto a mostrare la rispondenza dei manufatti ai criteri di accettabilità/stabilità approvati dall'autorità di controllo. Vengono valutate le prestazioni delle matrici cementizie, in termini di resistenza alla compressione, ai cicli termici, all'immersione, alla lisciviazione, all'irraggiamento, alla biodegradazione, ai liquidi liberi e alla fiamma, in conformità a specifici standard, verificando il rispetto dei requisiti prescrittivi vigenti in ambito nazionale (Guida Tecnica n. 26) ed internazionale.

L'infrastruttura dovrà prevedere un area attrezzata con **Scatole a Guanti** e **Celle Schermate** per lo studio e lo sviluppo in scala laboratorio dei processi di trattamento e condizionamento delle varie tipologie di rifiuti radioattivi individuate.

L'attività di ricerca e sviluppo si focalizzerà anche sulla messa a punto di metodiche sperimentali per la qualificazione dei materiali impiegati in ambito nucleare, inerenti principalmente i seguenti aspetti:

- comportamento alla corrosione dei materiali;
- fenomeni di radiolisi in materiali cementizi;
- porosità e permeabilità dei materiali cementizi;
- resistenza a trazione e modulo elastico dei materiali a base cementizia.

## 9. ANALISI DI SICUREZZA

### 9.1. GENERALITÀ

La verifica del mantenimento degli obiettivi di progetto in condizioni normali e incidentali deve essere effettuata per mezzo di un'analisi di sicurezza.

Questa avrà lo scopo di verificare il mantenimento degli obiettivi di progetto in termini di congruenza fra le frequenze stimate dell'evento (categoria di evento) e gravità delle conseguenze (dosi al personale ed alla popolazione).

L'analisi di sicurezza è basata su di una "analisi delle risposte d'impianto" ovvero in una valutazione sistematica dei modi in cui strutture, sistemi e componenti possono guastarsi e delle conseguenze di tali guasti.

I malfunzionamenti analizzati dovranno comprendere l'intero spettro degli eventi e delle situazioni incidentali che abbiano una ragionevole probabilità di accadimento.

Tecniche di analisi tipo FMEA sono le più idonee per tale identificazione sistematica degli eventi iniziatori. La tecnica FMEA individua i possibili guasti per risalire alle cause, stabilirne le conseguenze ed individuare le misure di prevenzione o di protezione da adottare.

Per le situazioni di guasto saranno prese in esame:

- le modalità di guasto, in termini di perdita della funzione esaminata;
- le possibili cause;
- le conseguenze prevedibili;
- le misure di protezione, adottate in sede di progettazione e fabbricazione al fine di mitigare le conseguenze del guasto.

### *9.2. VALUTAZIONI DI DOSE AI LAVORATORI E ALLA POPOLAZIONE IN CONDIZIONI NORMALI*

In sede di progettazione sarà effettuata una valutazione della dose ai lavoratori e alla popolazione in condizioni di funzionamento normale. Le dosi ammesse in condizioni di normale funzionamento sono stabilite sulla base dell'esperienza operativa di laboratori simili e da un'analisi costi benefici. Esse devono essere comunque conformi alle disposizioni di cui al D. Lgs 230/95 e s.m.i.. Dovrà essere inoltre fatto ogni ragionevole sforzo per assicurare che i rischi creati dalla presenza di materiale radioattivo siano per quanto possibile ridotti, secondo il principio ALARA.

### *9.3. ANALISI INCIDENTALE E VALUTAZIONI DI DOSE AI LAVORATORI E ALLA POPOLAZIONE IN CONDIZIONI INCIDENTALI*

Con l'analisi incidentale sarà individuato l'incidente massimo credibile al quale sarà associato il massimo rilascio all'ambiente in condizioni incidentale. Sulla base di tale rilascio sarà effettuata la valutazione di dose ai lavoratori e alla popolazione per verificare il rispetto degli obiettivi di sicurezza che, pur nel rispetto dei limiti di legge, saranno commisurati alla gravità e alla frequenza stimata dell'incidente.

Gli incidenti che possono essere assunti credibili nel Laboratorio di Caratterizzazione Chimico Fisica delle Matrici di Condizionamento dei Rifiuti Radioattivi sono:

- incendio nei locali del Laboratorio.

## **10. ORGANIZZAZIONE E CLASSIFICAZIONE DEL PERSONALE**

L'organizzazione del Laboratorio è naturalmente suggerita dalle principali finalità che con l'esercizio del Laboratorio si vuole raggiungere. Esse sono:

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	NNFISS-LP4-003	0	L	36	39

- formulazione, qualificazione e preparazione di matrici di condizionamento contenenti rifiuti radioattivi.

Per tale scopo il Laboratorio si dota di una struttura organizzativa finalizzata al più efficiente impiego delle professionalità disponibili, essenzialmente personale specializzato nella pianificazione e nella conduzione di attività di R&ST, in analisi chimiche e tecniche strumentali di vario tipo.

Nella sua essenzialità, lo schema organizzativo prevede:

- a) un Direttore del Laboratorio,
- b) due Responsabili di gestione del Laboratorio,
- c) due gruppi di tecnici inseriti rispettivamente nei gruppi di lavoro relativi alla formulazione e preparazione provini cementizi e alla analisi qualitativa e quantitativa mediante tecniche analitiche convenzionali.

Di volta in volta, gruppi di attività "ad hoc" possono essere costituiti (sotto la guida di un responsabile di attività di R&ST), per periodi di tempo determinato, a seconda delle necessità programmatiche e delle esigenze evidenziate dal Laboratorio per lo svolgimento dei propri lavori di ricerca.

La sorveglianza fisica della radioprotezione sarà effettuata ai sensi dell'art. 75 del DLgs. 230/95 e s.m.i. e sarà affidata ad un Esperto Qualificato con le modalità indicate nei pertinenti articoli del Capo VIII dello stesso decreto. Il Laboratorio sarà dotato di un servizio di radioprotezione operativa con personale scelto d'intesa con l'esperto qualificato e che opererà secondo le direttive e sotto la responsabilità dell'esperto qualificato stesso (un responsabile con 2/3 operatori).

La sorveglianza medica della radioprotezione sarà effettuata ai sensi dell'art. 83 del DLgs. 230/95 e s.m.i. e sarà affidata ad un Medico Competente o Autorizzato con le modalità indicate nei pertinenti articoli del Capo VIII dello stesso decreto.

I criteri per classificazione del personale addetto al laboratorio, sia che si tratti di personale dipendente che di personale ospite, sono in accordo con quanto indicato nel paragrafo 3 dell'allegato III al D.L.gs. 230/95 e s.m.i.

La classificazione dei lavoratori deve essere aggiornata con continuità.

## **11. BUDGET NECESSARIO E TEMPISTICA PREVISTA**

Nella fase attuale non è possibile definire con sufficiente accuratezza il budget e i tempi necessari per la realizzazione ex-novo di un Laboratorio di Caratterizzazione Chimico Fisica delle Matrici di Condizionamento di Rifiuti Radioattivi, in quanto materia soggetta ad iter autorizzativo. Una valutazione di massima, tra opere civili, sistemi di sicurezza, sistemi ausiliari e dotazioni strumentali, prevede una spesa di circa 3 milioni Euro ed una tempistica di 4-5 anni, da verificare più puntualmente in fase progettuale.

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	NNFISS-LP4-003	0	L	37	39

## 12. ITER AUTORIZZATIVO

Allo stato della legislazione vigente, il Laboratorio descritto è soggetto a nulla osta preventivo, in ottemperanza all'articolo 28 del Decreto Legislativo 230/1995 modificato dal 187/2000 e dal 241/2000, da parte del Ministero dello Sviluppo Economico di concerto con i Ministeri dell'Ambiente, dell'Interno, del Lavoro e della Previdenza Sociale, della Sanità sentite l'ISPRA e le regioni territorialmente competenti, le quali formuleranno osservazioni, in vista dell'autorizzazione della esecuzione delle operazioni connesse, rilasciata dal sopracitato Ministero dello Sviluppo Economico. Tali osservazioni devono essere trasmesse all'ISPRA, entro 60 giorni dal ricevimento dell'istanza, nel quadro di un procedimento complesso in cui la P.A. locale interagisce in fase istruttoria con l'Autorità di Sicurezza Nucleare.

La domanda di nulla osta deve essere inoltrata al MiSE, e in copia alle altre amministrazioni e organismi tecnici sopra indicati, corredata della documentazione tecnica descritta nell'Allegato IX del DLgs 230/1995 così come modificato dal 241/2000.

N.B.: Quanto sopra potrebbe non essere completamente applicabile nel caso in cui il laboratorio descritto venga realizzato come facente parte del "Parco Tecnologico" comprendente il deposito nazionale di stoccaggio definitivo dei rifiuti radioattivi a bassa e media attività e stoccaggio temporaneo dei rifiuti ad alta attività, per il quale è prevista una "autorizzazione unica".

## RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia, per gli utili suggerimenti e contributi, i colleghi della LP4 – Task B.

 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	Sigla di identificazione	Rev.	Distrib.	Pag.	di
	NNFISS-LP4-003	0	L	38	39

## BIBLIOGRAFIA

1. Decreto Legislativo del Governo n. 230/1995 modificato dal 187/200 e dal 241/200 “Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti”.
2. Guida Tecnica 26 ENEA – DISP.
3. FPN-LP4-003 “Attività relative alla Caratterizzazione dei Rifiuti Radioattivi da Conferire al Sito di Smaltimento e di Deposito” ENEA, 2008.
4. UNI CEI EN ISO IEC 17025, “Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura”, Settembre 2005
5. M. Cumo: “Impianti Nucleari”, UTET, 1986.
6. L. Sani: “Centrali Elettronucleari”, Sistema, 1985



 <b>Ricerca Sistema Elettrico</b>	<b>Sigla di identificazione</b>	<b>Rev.</b>	<b>Distrib.</b>	<b>Pag.</b>	<b>di</b>
	NNFISS-LP4-003	0	L	39	39

## ALLEGATO 1

**ENEA**

Ricerca di Sistema  
C.R. Casaccia

Progetto preliminare del laboratorio  
matrici.

NNFISS-LP4-003

**TAVOLA UNICA**

Planimetria generale  
Sezioni  
Prospetti

DATA - AGGIORNAMENTO  
27/01/2010

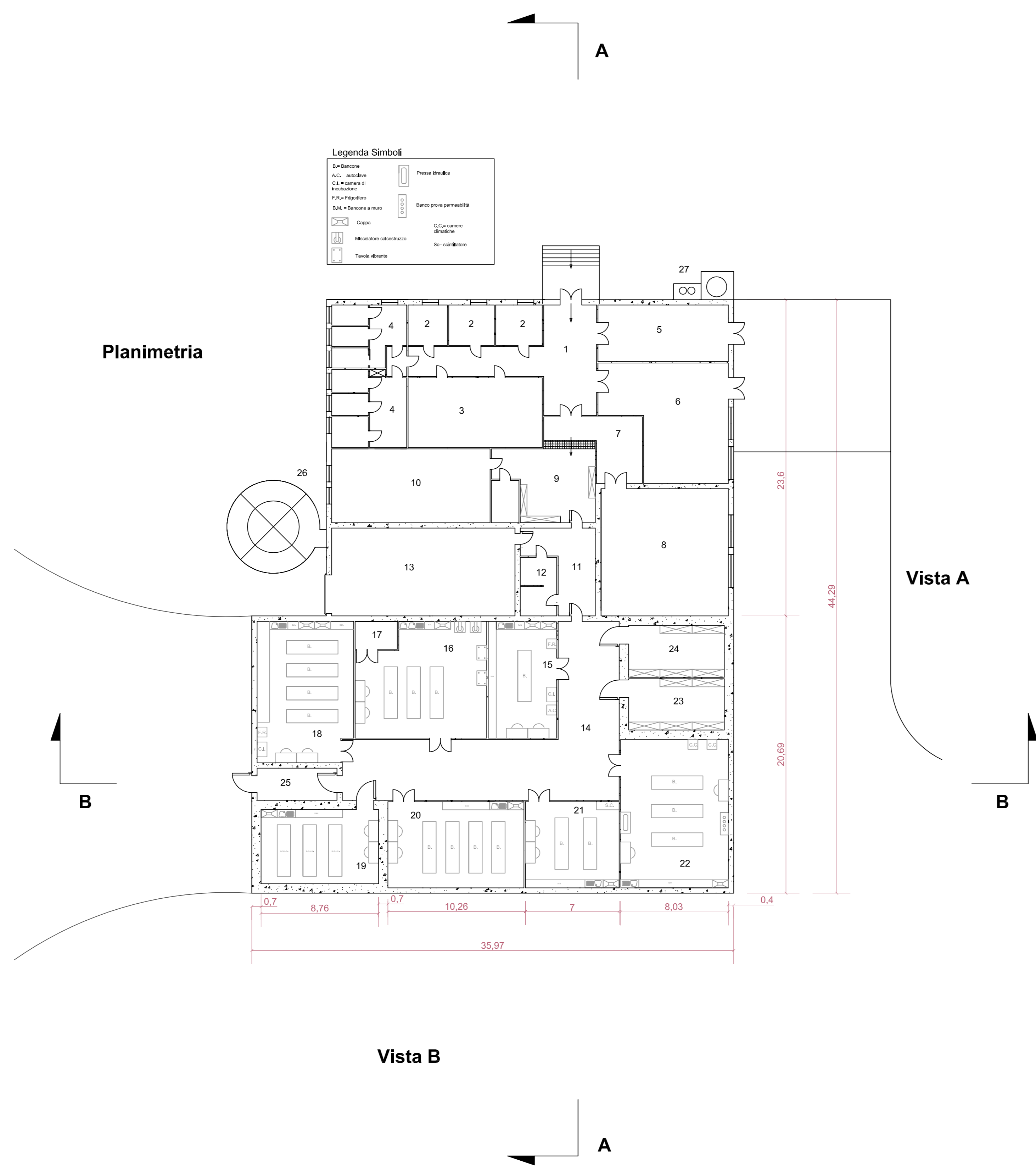
Scala: 1:200

Dott. Mauro Capone  
Ing. Nadia Cherubini  
Ing. Alessandro Dodaro  
Ing. Luca Silvi

**LEGENDA**

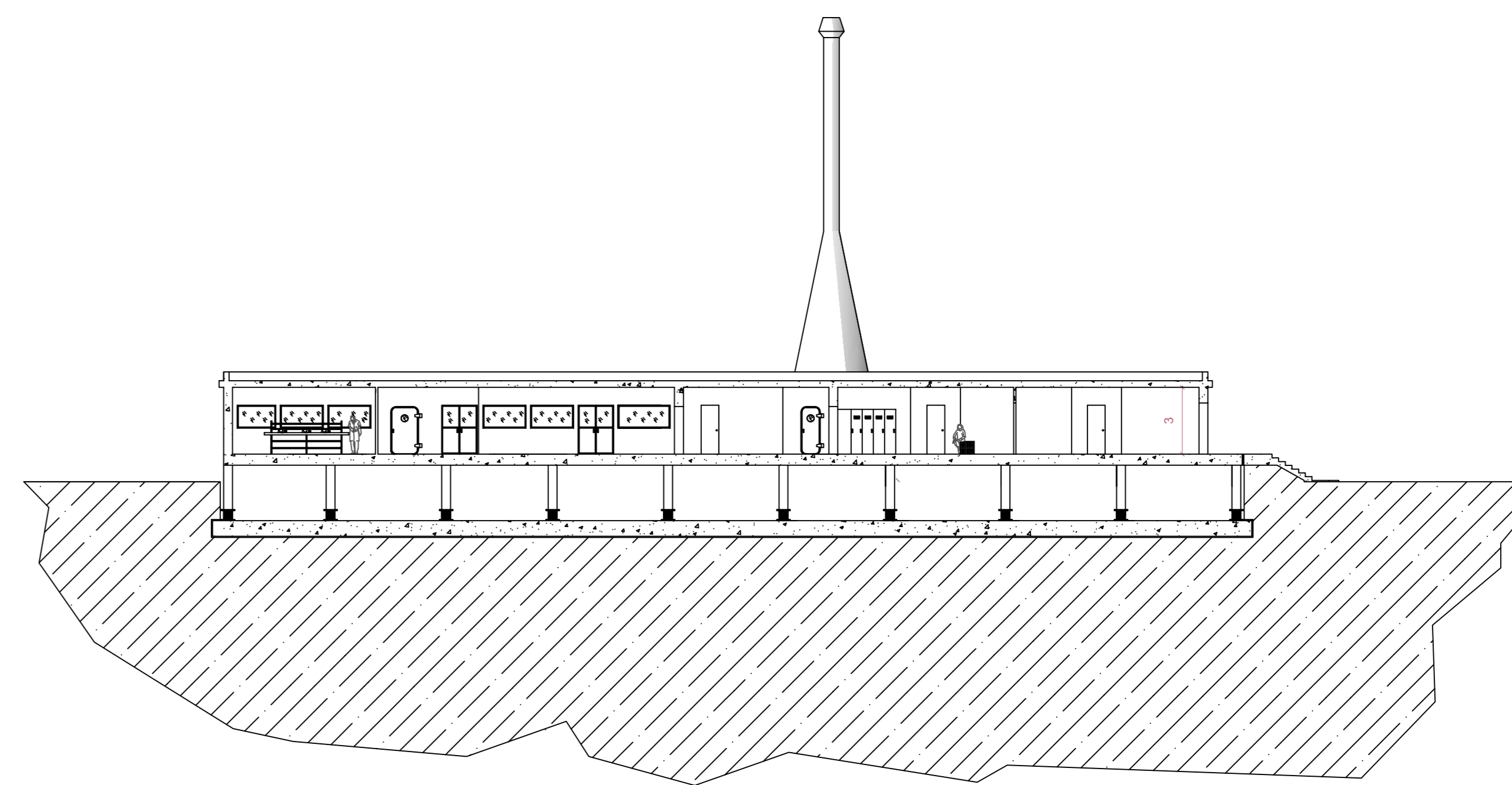
1. Sala Ingresso
2. Uffici
3. Sala Accoglienza
4. Servizi, Docce e Spogliatoio Freddo
5. Magazzino Freddo
6. Officina
7. Ingresso Zona Sorvegliata
8. Sala Controllo
9. Spogliatoio Caldo
10. Laboratorio Radioprotezione Operativo
11. Corridoio Caldo
12. Doccia di Emergenza
13. Sala Macchine e Filtri
14. Corridoio Collegamento Laboratori
15. Laboratorio Microbiologico
16. Laboratorio Preparazione Proveni
17. Sala Bilance
18. Laboratorio Prove
19. Laboratorio Chimico Ricerca e Sviluppo
20. Laboratorio Analisi Strumentali
21. Sala Conteggi
22. Laboratorio Camere Climatiche
23. Magazzino Reagenti Chimici
24. Magazzino Sorgenti
25. Air-lock ingresso Materiali
26. Camino di espulsione aria
27. Serbatoi Azoto Liquido, Argon e altri gas

**Planimetria**

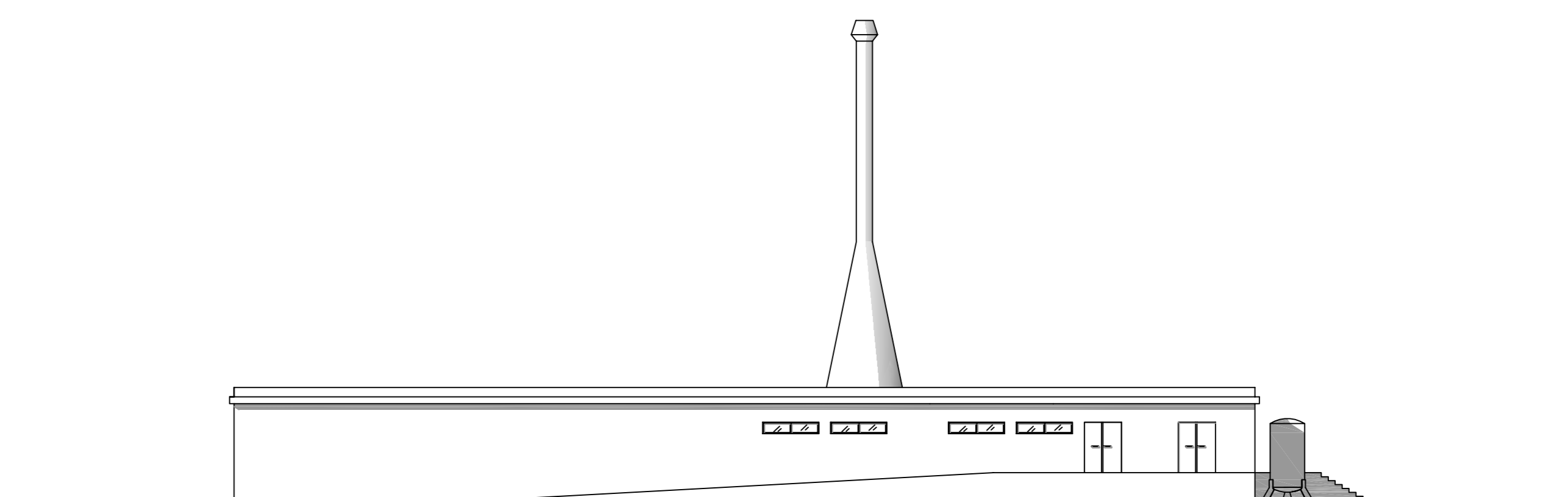


**Vista A**

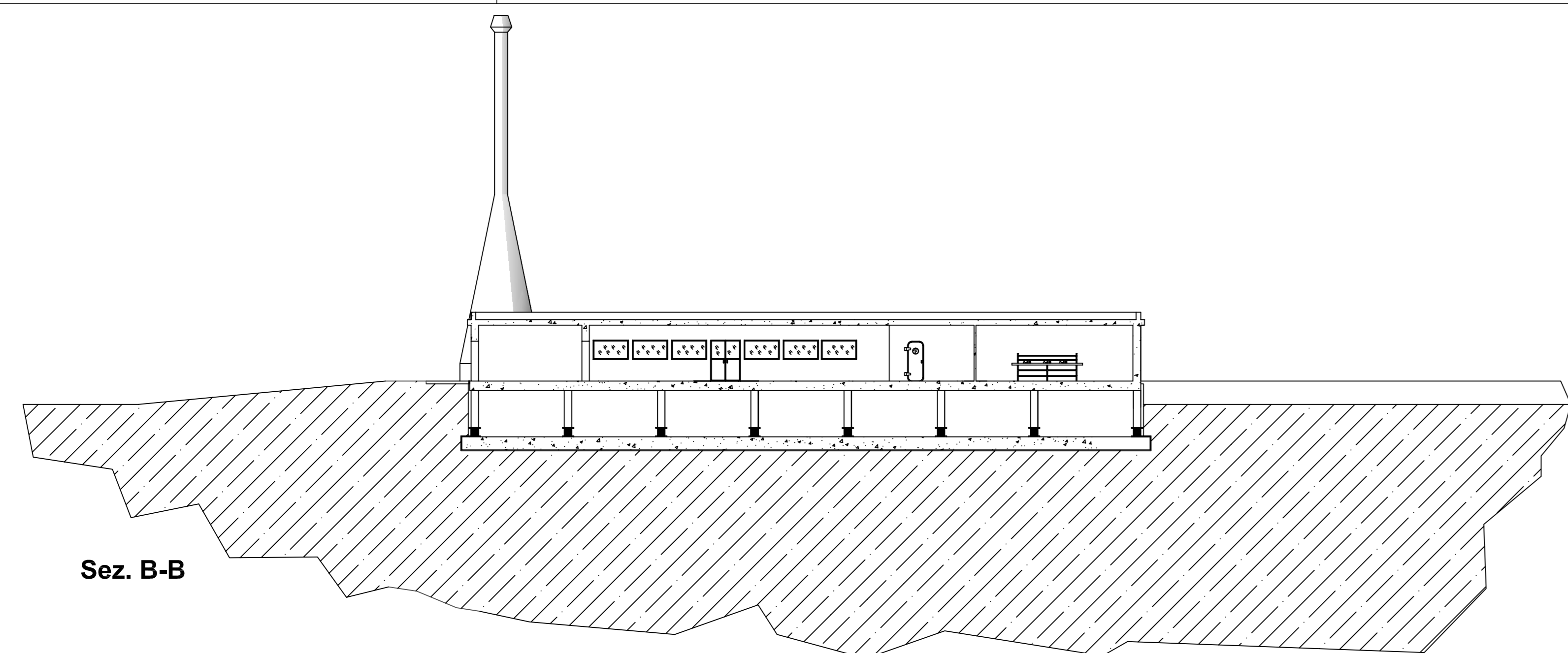
**Vista B**



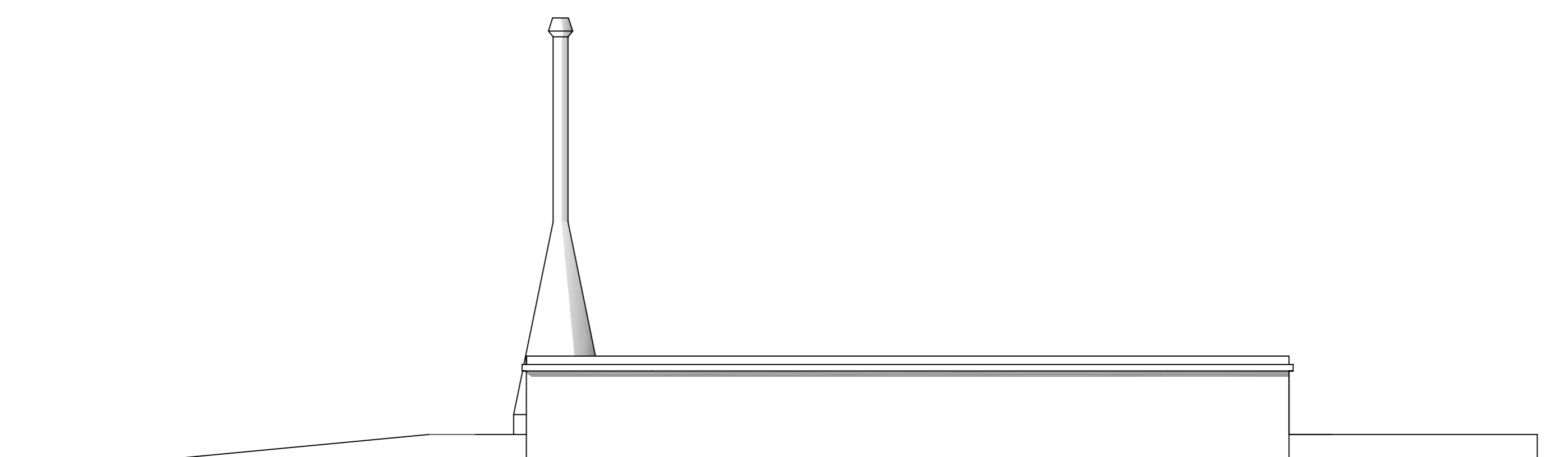
**Sez. A-A**



**Prospetto vista A**



**Sez. B-B**



**Prospetto vista B**