

**Complesso Stoccaggio Alta attività - Relazione Generale Sistema di  
Monitoraggio Radiologico**

---

Codice      DN DI 00024      Fase del progetto      Preliminare      Data      25/02/2016      Pag. 1

---



<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b> <b>radiologico</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00024</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
--	---



## INDICE

1	ACRONIMI.....	3
2	PREMESSA.....	4
3	SCOPO .....	5
4	BREVE DESCRIZIONE DEL CSA.....	6
5	ELEMENTI PROGETTUALI DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO RADIOLOGICO .....	7
5.1	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO .....	7
5.2	CRITERI DI PROGETTO .....	8
5.3	FUNZIONI.....	9
5.4	ARCHITETTURA HARDWARE .....	10
6	SISTEMA DI MONITORAGGIO .....	16
6.1	SISTEMA DI MONITORAGGIO D'AREA .....	16
6.2	SISTEMA DI MONITORAGGIO CONTAMINAZIONE A/B-Γ IN ARIA.....	19
6.3	SISTEMA DI MONITORAGGIO ALL'USCITA DELLA ZONA CONTROLLATA.....	24
6.4	SISTEMA DI TRASMISSIONE DEI DATI RILEVATI E DEI SEGNALI DI PROCESSO.....	25
7	DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	27

PROPRIETA'	STATO	LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE	PAGINE
DNPT F. Chiaravalli	Documento Definitivo	Pubblico	2

Legenda

**Stato:** Bozza, In Approvazione, Documento Definitivo

**Livello di Classificazione:** Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale - riproduzione vietata, Uso Ristretto - riproduzione vietata

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b> <b>radiologico</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00024</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
--	---



## 1 ACRONIMI

- **CSA**      Complesso Stoccaggio Alta attività
- **DNPT**    Deposito Nazionale e Parco Tecnologico
- **EQ**       Esperto Qualificato di Radioprotezione (D.Lgs. 230/95 e ss.mm.ii.)

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00024</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
--	---



## 2 PREMESSA

Sogin S.p.A. è stata designata, attraverso il D.lgs. n.31 del 15 febbraio 2010 e successive modifiche e integrazioni, quale soggetto responsabile della localizzazione, realizzazione e dell'esercizio del Deposito Nazionale e Parco Tecnologico (DNPT) per lo 'smaltimento a titolo definitivo' dei rifiuti radioattivi di bassa e media attività (ex II categoria secondo [Rif. 1] – attività molto bassa e a bassa attività [Rif. 2] - VLLW e LLW secondo [Rif. 3]) e all'immagazzinamento, a 'titolo provvisorio di lunga durata', dei rifiuti radioattivi ad alta attività e del combustibile irraggiato provenienti dalla pregressa gestione di impianti nucleari (ex III Categoria secondo [Rif. 1] – media attività e alta attività [Rif. 2] - ILW e HLW secondo [Rif. 3])

Nell'ambito dell'incarico ricevuto, la Sogin dovrà:

- gestire le attività finalizzate alla localizzazione del sito per il Deposito Nazionale e Parco Tecnologico
- curare le attività connesse alla progettazione ed al procedimento autorizzativo relativo alla realizzazione ed esercizio del DNPT
- provvedere alla realizzazione e all'esercizio del DNPT

Il Deposito Nazionale sarà composto da due strutture principali di superficie, progettate sulla base delle migliori esperienze internazionali e secondo i più recenti standard IAEA (International Atomic Energy Agency): un deposito per lo 'smaltimento a titolo definitivo' dei rifiuti di bassa e media attività e un deposito per l'immagazzinamento a 'titolo provvisorio di lunga durata' dei rifiuti ad alta attività (denominato Complesso Stoccaggio Alta attività - CSA).

Le attività previste nel CSA comportano principalmente la movimentazione di contenitori o di manufatti. Sono inoltre previste operazioni di ispezione e di manutenzione sui contenitori.

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b> <b>radiologico</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00024</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>	
--	---	---

### 3 SCOPO

La presente relazione contiene la descrizione generale del sistema di monitoraggio radiologico interno Complesso di Stoccaggio Alta Attività (CSA) nell'ambito del progetto preliminare del Deposito Nazionale e Parco Tecnologico finalizzato alla pubblicazione e presentazione al Seminario Nazionale.

Uno sviluppo in maggior dettaglio dovrà essere eseguito nella fase di progettazione definitiva del DNPT.

Le operazioni previste nell'impianto CSA comportano principalmente operazioni di ricezione, scarico e trasferimento dei manufatti nelle navate di stoccaggio secondo i piani di caricamento previsti. Appositi ambienti confinati e schermati consentono tramite attrezzature remotizzate operazioni di controllo e manutenzione dei contenitori.

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b> <b>radiologico</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00024</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>	
--	---	---

#### **4 BREVE DESCRIZIONE DEL CSA**

Il Complesso si sviluppa su quattro edifici simili e fisicamente separati, ognuno organizzato in navate di stoccaggio, collegate tra loro da un corridoio di accesso per l'ingresso dei manufatti:

- 3 Edifici Tipo per lo stoccaggio di rifiuti Alta Attività 1 Edificio Tipo per lo stoccaggio di rifiuti Alta Attività con annessa navata Cask per lo stoccaggio di contenitori ("cask") di residui di riprocessamento ed il combustibile irraggiato

Gli edifici sono opportunamente distanziati in modo da ospitare la viabilità di tutto l'impianto, connessa con la viabilità di sito, ed in modo da consentire l'accesso indipendente a ciascun edificio.

Per una descrizione più dettagliata del complesso CSA si rimanda al documento [Rif. 10].

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b> <b>radiologico</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00024</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>	
--	---	---

## **5 ELEMENTI PROGETTUALI DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO RADIOLOGICO**

### 5.1 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO

Il sistema di monitoraggio radiologico comprende i seguenti sottosistemi:

- sistema di monitoraggio d'area
- sistema di monitoraggio neutroni
- sistema di monitoraggio alfa/beta-gamma dell'aria
- sistema di monitoraggio del personale
- sistema di trasmissione dei dati rivelati e dei segnali di processo

Il sistema di monitoraggio d'area:

è dedicato alle aree a cui comunemente ha accesso il personale ed è costituito da unità di misurazione (monitori) dell'intensità di dose da radiazione  $\gamma$  nelle aree operative e di intervento dell'impianto con indicazione del valore misurato e segnalazione (visiva e/o acustica) del superamento di predeterminati livelli prestabiliti in base a considerazioni e parametri di carattere radiologico stabiliti dall'EQ per l'area monitorata. Ogni monitore è costituito da un sensore di rivelazione collegato ad una unità locale di elaborazione dati/segnali (in comunicazione con l'unità centrale di acquisizione dati con funzione di supervisione) munita di indicatore e di allarme visivo e/o acustico.

Gli strumenti di questo sistema sono identificati nelle planimetrie, [Rif. 11], [Rif. 12] e [Rif. 13] con la sigla **[MF]**.

Il sistema di monitoraggio neutroni:

è dedicato alle aree a cui comunemente ha accesso il personale ed è costituito da misuratori di intensità di dose da neutroni nelle aree operative esclusive dell'Edificio Tipo con cask e della relativa cella di manutenzione degli stessi. Questo sistema è in grado di fornire indicazione del valore misurato e segnalazione (visiva e/o acustica) del superamento di predeterminati livelli in base a considerazioni e parametri di carattere radiologico stabiliti dall'EQ per l'area monitorata.

Gli strumenti di questo sistema sono identificati nelle planimetrie [Rif. 11], [Rif. 12] e [Rif. 13] con la sigla **[MN]**.

Il sistema di monitoraggio  $\alpha/\beta-\gamma$  dell'aria :

è costituito da unità fisse e mobili di analisi del particolato in locali potenzialmente soggetti a contaminazione. Il monitoraggio degli effluenti aeriformi potenzialmente

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b> <b>radiologico</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00024</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>	
--	---	---

contaminati sarà assicurato anche da unità fisse ridondate presenti sulla dorsale di estrazione dell'impianto di ventilazione che raccoglie l'aria dai locali potenzialmente contaminati e da altre unità ridondate poste sul "punto di scarico".

Gli strumenti di questo sistema sono identificati nei layout di cui ai [Rif. 11], [Rif. 12] e [Rif. 13] con le sigle [ME], [MP], [MK].

Monitoraggio del personale che opera in zona controllata:

Comprende il sistema da assegnazione dosimetri al personale operante in zona controllata, il lettore dosimetri e acquisizione dati nel locale di radioprotezione operativa ed i portali di monitoraggio da installare all'uscita della zona controllata del CSA.

I portali di monitoraggio radiologico hanno una strumentazione predisposta per rilevare la contaminazione superficiale  $\alpha$ ,  $\beta$ - $\gamma$  sull'intera persona. Inoltre sono dotati di sistemi di segnalazione che consentono l'effettuazione del normale controllo senza l'ausilio di un operatore, mantengono un archivio locale dettagliato delle misure effettuate con collegamento a rete LAN e possono conservare i dati impostati su apposita memoria in caso di mancanza di alimentazione di rete.

Inoltre, i suddetti portali di monitoraggio avranno:

- un dispositivo integrato del tipo a barra per impedire il transito del personale fino all'avvenuta esecuzione della corretta procedura di indagine
- le superfici delle parti sensibili con sufficiente resistenza agli urti e facilmente decontaminabili
- un adeguato numero di sensori che, stabilite le fasi operative della misura, rilevino la presenza della persona durante ciascuna fase e provvedano ad avviare le misure previste.

I portali sono identificati nelle planimetrie [Rif. 11], [Rif. 12] e [Rif. 13] con la sigla [MG].

Sistema di gestione dei dati rivelati e dei segnali di processo:

Le misure saranno trasmesse ad elaboratori elettronici (workstation del sistema di controllo) con software per l'acquisizione, visualizzazione, archiviazione e gestione dati, nonché per il controllo tramite password dei sistemi stessi.

## 5.2 CRITERI DI PROGETTO

Nel progetto del sistema di monitoraggio radiologico si tiene conto dei seguenti criteri generali:

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00024</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>	
--	---	---

- adozione di una architettura strumentale orientata al miglior uso di moderni processori
- possibilità di controllo automatico e manuale
- possibilità di espansioni future sia a livello periferico e di controllo locale, che a livello centrale; sia a livello operativo che a livello di trasmissione dati e remotizzazione dei segnali
- esteso livello di automazione anche per prove e manutenzione
- impiego di componentistica di avanzata tecnologia e nello stesso tempo provata ed affidabile
- rispetto della normativa e delle raccomandazioni applicabili
- concezione modulare “hardware e software” per garantire il migliore adattamento dei sistemi alle esigenze operative, sia a livello di progetto iniziale, che a posteriori, anche in funzione di mutate necessità durante l'esercizio

### 5.3 FUNZIONI

Il sistema di monitoraggio delle radiazioni è progettato per fornire al personale le informazioni necessarie concernenti:

- la protezione sanitaria dei lavoratori e della popolazione
- il livello di radioattività da irraggiamento nelle diverse aree del CSA
- il livello di radiazione in componenti concentratori di radioisotopi quali i filtri del sistema di ventilazione
- la segnalazione dell'insorgere di anomalie o del verificarsi di incidenti
- la trasmissione, registrazione e visualizzazione delle informazioni dello stato radiologico delle aree d'impianto e la trasmissione delle stesse nella sala controllo

Più specificatamente, le funzioni di base del sistema di monitoraggio radiologico sono:

- proteggere i lavoratori tramite un monitoraggio dei ratei di dose a cui sono sottoposti
- monitorare l'intensità di dose da radiazione  $\gamma$  e neutronica nelle aree dell'impianto CSA
- monitorare l'attività  $\alpha$  e  $\beta$ - $\gamma$  del particolato che può essere potenzialmente rilasciata in alcuni locali dell'impianto CSA
- acquisire, salvare e trasmettere le grandezze monitorate

Le apparecchiature di misura sono dotate di:

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b> <b>radiologico</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00024</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>	
--	---	---

- avvisi di allarme radiologico locale, che avvertono gli operatori se la grandezza misurata (intensità di dose  $\gamma$  ambientale, contaminazione ambientale, attività volumetrica in uscita dalla condotta di ventilazione) ha raggiunto i livelli di soglia con tre livelli di allarme:
  - o un valore di soglia LL (LL = low level [basso livello]), che può essere fissato dal costruttore per definire il fallimento del rivelatore sotto il valore più basso del range di misura. Lo scopo di questo valore di soglia LL è verificare in continuo che questo rivelatore sia in servizio, ad esempio esso manifesta una condizione di allarme in assenza di conteggi su un predefinito intervallo temporale
  - o un valore di soglia HL1 (HL1 = High Level1 [alto livello]), che di solito è fissato dall' esercente l' impianto, ad una piccola frazione del massimo valore autorizzato (per l' intensità di dose ambientale  $\gamma$  e/o per la contaminazione da particolato)
  - o un valore di soglia HL2 (HL2 = High Level 2 [altissimo livello]), che corrisponde al massimo valore autorizzato dei parametri radiologici per l' area monitorata. L' allerta di questo livello di soglia deve essere sia visiva che acustica
- allarme di malfunzionamento e del sopraggiunto momento del test di funzionamento
- i moduli necessari per la trasmissione e l' acquisizione dei dati
- i cavi di collegamento tra l' hardware
- il software base per la gestione hardware ed interfaccia operatore
- una o più stampanti

Tutti i sistemi sono corredati da un sistema di diagnostica, manutenzione, taratura e validazione delle misure (applicativo supervisore realizzato con il software di supervisione stesso o comunque con lo stesso compatibile) che effettuerà tali funzioni e comporrà l' esecuzione di attività obbligatorie con l' emissione di report firmati.

## 5.4 ARCHITETTURA HARDWARE

### 5.4.1 Sistema di monitoraggio d' area "Edificio Tipo"

Il sistema di monitoraggio d' area ha la funzione, come già detto, di misurare in continuo l' intensità di dose  $\gamma$  nelle aree che possono essere normalmente occupate senza restrizione di accesso e che potenzialmente possono presentare in condizioni accidentale campi di radiazione più elevati rispetto ai valori attesi in normale funzionamento.

<p><b>Relazione Tecnica</b></p> <p><b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b>  <b>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</b></p>	<p><b>ELABORATO</b>  <b>DN DI 00024</b></p> <p><b>REVISIONE</b>  <b>00</b></p>	
---	--	---

In caso di accesso in zone non soggette a monitoraggio d'area, per eccezionali operazioni di manutenzione non previste da progetto, il monitoraggio è effettuato, previa autorizzazione, mediante strumentazione portatile.

La rete di misuratori è costituita da stazioni di misura, opportunamente posizionate nelle aree dell'impianto CSA, munite di sonde di rivelazione. Ogni unità di misura comprende:

- un rivelatore di radiazione  $\gamma$ , a camera a ionizzazione (con range di energia di rivelazione stabilito in base al campo di radiazione previsto) ad alta pressione con riempimento in gas Argon-Azoto, comprensivo di elettronica di conteggio
- un monitor locale con display locale ed eventuale display remoto

I monitor di area (monitori **MF**) sono dotati di un display locale con indicazione del valore d'intensità di dose ed eventuale display remoto; led luminosi e cicalini per segnalazione locale, ottica e acustica, di malfunzionamento, preallarme e allarme, con soglie regolabili su tutto il campo; uscite per il trasferimento di informazioni e allarmi al sistema di controllo; sistema di autodiagnosi; sistema di calibrazione del rivelatore.

Sono previste sia unità fisse che carrellate, come verrà descritto successivamente, e per i carrellati saranno identificati, in alcune zone, opportune prese di alimentazione elettrica.

#### **5.4.2 Sistema di monitoraggio d'area "Edificio Tipo con navata cask"**

Anche in questo caso la rete di misuratori (monitori **MF**) è costituita da stazioni di misura, opportunamente posizionate nelle aree della navata cask del CSA, munite di sonde di rivelazione. Ogni unità di misura è costituita da:

- un rivelatore di radiazione  $\gamma$ , in particolare una camera a ionizzazione (con range di energia di rivelazione stabilito in base al campo di radiazione previsto) ad alta pressione con riempimento in gas Argon-Azoto, comprensivo di elettronica di conteggio
- un monitor locale con display locale ed eventuale display remoto

Il sistema è integrato da unità di misura (monitori **MN**) aventi la funzione di misurare in continuo l'intensità di dose dovuta ai neutroni nelle aree che possono essere occupate dagli operatori e soggette a campi di irradiazione neutronica (navata cask, aree di ispezione cask e area operativa cella di manutenzione cask).

Ogni unità di misura è costituita da:

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00024</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
--	---



- un rivelatore di neutroni (con range di energia di rivelazione tra 0,025 MeV e 3 MeV) comprensivo di elettronica di conteggio
- un monitor locale con display locale ed eventuale display remoto

Anche in questo caso i monitori sono dotati di un display locale con indicazione del valore d'intensità di dose ed eventuale display remoto; led luminosi e cicalini per segnalazione locale, ottica e acustica, di malfunzionamento, preallarme e allarme, con soglie regolabili su tutto il campo; uscite per il trasferimento di informazioni e allarmi al sistema di controllo; sistema di autodiagnosi; sistema di calibrazione del rivelatore.

#### **5.4.3 Sistema di monitoraggio $\alpha/\beta-\gamma$ dell'aria**

Tale sistema provvede al monitoraggio  $\alpha/\beta-\gamma$ :

- dell'aria nei locali del CSA a rischio di contaminazione
- dell'aria nei locali, a basso rischio di contaminazione diretta, ma comunque soggetti a potenziale contaminazione
- dell'aria espulsa al "punto di scarico"

Il sistema di monitoraggio  $\alpha/\beta-\gamma$  dell'aria è suddiviso nei seguenti sottosistemi:

- sottosistema di monitoraggio in continuo dei locali
- sottosistema di monitoraggio dei locali con campionatori continui carrellati
- sottosistema di monitoraggio a monte filtri su dorsale di estrazione che raccoglie l'aria proveniente da più locali
- sottosistema di monitoraggio al "punto di scarico"

I suddetti sottosistemi vengono descritti nei paragrafi successivi.

In generale, ciascuna stazione di misura in continuo include la pompa di estrazione per il prelievo dell'aria, il filtro per l'accumulo del particolato, il rivelatore ed il flussimetro. I misuratori continui sono del tipo a filtro scorrevole, con presa campione e analisi in tempo reale. Essi hanno inoltre le seguenti caratteristiche:

- display digitale locale, ad almeno quattro cifre, con indicazione del valore dell'attività
- possibilità di ripetizione dell'informazione al sistema di controllo
- led luminosi e cicalini per segnalazione locale, ottica e acustica, di stato di preallarme e di allarme, con soglie regolabili su tutto il campo e possibilità di ripetizione presso la consolle di controllo
- sistema di autodiagnosi con attivazione di allarme in caso di malfunzionamento per rottura o esaurimento filtro, guasto estraattore, etc.;

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b> <b>radiologico</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00024</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>	
--	---	---

- sistema di calibrazione del rivelatore

Il segnale generato dalle stazioni di misura sarà inviato al relativo monitor di area, ed inviato alla relativa Workstation del sistema di controllo.

#### **5.4.3.1 Sottosistema di monitoraggio in continuo dei locali (Monitori ME)**

Il sistema di monitoraggio  $\alpha/\beta-\gamma$  è costituito da unità fisse e da unità mobili per la misura in continuo dell'atmosfera nei locali. Nel caso che il campionamento sia eseguito sui condotti di estrazione il punto di prelievo è realizzato prima del congiungimento della linea di estrazione aria del locale in esame con altre linee, per evitare miscelamenti con aria estratta da più locali.

#### **5.4.3.2 Sottosistema di monitoraggio in continuo dorsali di estrazione (Monitori MP)**

Il sistema di monitoraggio sui collettori di estrazione dell'impianto di ventilazione è costituito da unità fisse per la misura in continuo dell'aria estratta dai locali potenzialmente contaminati prima dell'ingresso al sistema di banchi di filtraggio, finalizzate ad anticipare l'intervento delle azioni automatiche (inserimento filtri per alta radiazione sullo scarico) e ad agevolare l'individuazione dell'origine di una eventuale contaminazione.

#### **5.4.3.3 Sottosistema di monitoraggio con campionatori continui carrellati (Monitori MC)**

Nei locali soggetti anche solo a potenziale contaminazione alfa/beta (ad es. corridoi, spogliatoi caldi, ecc.) o in funzione delle attività lavorative previste sono disposti dei campionatori continui carrellati.

#### **5.4.3.4 Sottosistema di monitoraggio al "punto di estrazione" (Monitori MK)**

Per il monitoraggio dell'aria espulsa è prevista l'installazione di una sonda isocinetica sulla linea relativa al "punto di estrazione". La suddetta sonda è connessa ad una stazione di misura in continuo che provvede a registrare le relative informazioni raccolte in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa vigente ([Rif. 5]).

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b> <b>radiologico</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00024</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>	
--	---	---

#### **5.4.4 Sistema di monitoraggio del personale (Monitori MG)**

La funzione del sistema di monitoraggio del personale è quella di controllare le dosi assorbite dai lavoratori che opereranno nel CSA. Il sistema di monitoraggio del personale sarà gestito dalla sezione di Fisica Sanitaria dell'impianto, nell'ambito della più generale gestione dell'intero sistema di monitoraggio del Sito, sotto la responsabilità dell'Esperto Qualificato.

I lavoratori saranno soggetti alla sorveglianza medica e fisica, nel rispetto della legislazione vigente.

In uscita dalla zona controllata sono previsti dei portali di monitoraggio radiologico con le seguenti caratteristiche:

- strumentazione predisposta per rilevare la contaminazione superficiale alfa/beta/gamma sulle mani, sotto i piedi e sul corpo
- segnalazioni operative e di allarme che consentano l'effettuazione del normale controllo senza l'ausilio di un operatore
- capacità di mantenere un archivio locale delle misure effettuate
- possibilità di collegamento e trasferimento dati al sistema di controllo
- possibilità di conservare i dati impostati su apposita memoria, in caso di mancanza di alimentazione di rete

In caso di contaminazione, la misura effettuata rimarrà memorizzata fino a ripristino manuale e sarà inviata al sistema di controllo.

#### **5.4.5 Sottosistema di trasmissione dei dati rilevati e dei segnali di processo**

La rete del sistema di monitoraggio è indipendente dagli altri sistemi di controllo previsti nel CSA, e il sistema di trasmissione dati/segnali sarà coerente, ed è parte integrante, del sistema di controllo generale dell'installazione.

- il software di elaborazione dei dati trasmessi dall'unità locale di elaborazione dati alla *workstation del sistema di monitoraggio* si appoggia al sistema operativo della *workstation del sistema di automazione e controllo principale* (per omogeneità software con il sistema di automazione). La workstation svolge la funzione di presentazione allarmi, registrazione in continuo, trend, data logger, log storico. Il software di elaborazione dei dati deve consentire l'esportazione degli stessi in "real time" ad un data-base attraverso un opportuno server
- i valori di intensità di dose sono leggibili su un display LCD (o equivalente) direttamente sul pannello frontale dell'unità di elaborazione del segnale

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b> <b>radiologico</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00024</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>	
--	---	---

- (display locale), che per il sistema di monitoraggio ambientale è posto nello stesso locale in cui è posto il rivelatore
- per tutti e tre i tipi di sistema di misura previsti (contaminazione alfa, beta, gamma) tutti i segnali richiesti sono riportati, tramite una connessione seriale o Ethernet, all'unità di supervisione nel locale Fisica Sanitaria oltre che in Sala Controllo
  - la scheda di acquisizione dati avrà 4 porte di comunicazione e i segnali provenienti da ciascun sottosistema di monitoraggio (sistema di monitoraggio ambientale, sistema di monitoraggio della radioattività particellata, ecc.) convoglieranno su porte di comunicazione indipendenti sulla stessa scheda PCI

L'unità di supervisione fornisce all'operatore su un display in forma grafica e/o alfanumerica tramite un apposito software lo stato di funzionamento ("on" or "off" or "failed") di ogni componente del sistema di monitoraggio. Ogni evento (segnale) è registrato in tempo reale (cioè con ora e data). L'aggiornamento dei dati trasmessi sarà effettuato con una frequenza prefissata (ad esempio ogni 5 minuti in normale funzionamento) a seconda delle risorse computazionali richieste dal software e/o dalla riduzione dei disturbi.

I dati storici da ogni monitore sono memorizzati per un periodo almeno di 7 giorni di funzionamento nella workstation di supervisione e potranno essere stampati se necessario. La loro archiviazione nel lungo termine e la loro reperibilità è garantita sia dalla memorizzazione dei dati su due dischi fissi configurati in modalità "RAID mirror" del computer che costituisce l'unità di supervisione che dal loro back-up su CD o DVD.

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b> <b>radiologico</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00024</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>	
--	---	---

## **6 SISTEMA DI MONITORAGGIO**

In base a quanto descritto nel capitolo precedente, per il CSA si definisce una rete di monitoraggio radiologico composta da un:

- sistema di monitoraggio d'area ( $\gamma$  e neutroni)
- sistema di monitoraggio  $\alpha/\beta$ - $\gamma$  dell'aria
- portali di monitoraggio all'uscita della zona controllata
- sistema di trasmissione dei dati rilevati e dei segnali di processo

### 6.1 SISTEMA DI MONITORAGGIO D'AREA

#### 6.1.1 **Edificio Tipo**

Nel CSA sono previste 11 stazioni di monitoraggio d'area per la misura dell'irraggiamento  $\gamma$  installate all'interno di alcuni locali, come indicato in Tabella 1 in modo che il valore misurato sia significativo dei livelli di dose medi presenti nel singolo locale. Tali monitori sono posizionati non solo in base al lay-out dell'impianto e in prossimità degli accessi del personale ma anche in base al campo di radiazione previsto.

I display con la visualizzazione della misura sono posizionati in modo tale da risultare facilmente visibili all'operatore.

Inoltre, si prevedono anche n°3 monitori ambientali da collocare uno su ciascuno dei carroponete di stoccaggio delle Navate A, B e C.

La posizione delle apparecchiature è indicata qualitativamente nella planimetria di progetto [Rif. 11].

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00024</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
--	---



ITEM	SIGLA	FUNZIONE	POSIZIONE
1	MF01	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.003 con display interno al locale controllo ed accettazione
2	MF02	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.004
3	MF03	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.005
4	MF04	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.010 con display interno e display nel corridoio di accesso al SAS
5	MF05	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.012
6	MF06	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.102
7	MF07	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.118
8	MF08	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.204 – Banco filtri cella
9	MF09	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.204 – Banco filtri ambiente/1
10	MF10	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.204 – Banco filtri ambiente/2
11	MF11	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.204 – Banco filtri ambiente/3
12	MF12	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.006 – Sul carroponte Navata A
13	MF13	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.007 – Sul carroponte Navata B
14	MF14	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.008 – Sul carroponte Navata C

Tabella 1-Stazioni di monitoraggio d'area

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b> <b>radiologico</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00024</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
--	---



### 6.1.2 Navata Cask

Nella Navata Cask, sono previste 10 stazioni di monitoraggio d'area per la misura dell'irraggiamento  $\gamma$  installate all'interno di alcuni locali, come indicato in Tabella 1, in modo che il valore misurato dei livelli di dose medi presenti nel singolo locale sia significativo.

I display con la visualizzazione della misura sono posizionati in modo tale da risultare facilmente visibili all'operatore.

La posizione delle apparecchiature è indicata qualitativamente nelle planimetrie di progetto [Rif. 12] e [Rif. 13].

ITEM	SIGLA	FUNZIONE	POSIZIONE
1	MF01	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.C012 – Navata Cask
2	MF02	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.C012 – Navata Cask
3	MF03	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.C012 – Navata Cask
4	MF04	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.C012 – Navata Cask
5	MF05	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.C012 – Navata Cask
6	MF06	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.C012 – Navata Cask
7	MF07	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.C009
8	MF08	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.C009
9	MF09	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.C0007
10	MF10	Misura irraggiamento gamma-fisso	Loc.C0007

**Tabella 2- Edificio Tipo con Navata Cask: stazioni di monitoraggio d'area ( $\gamma$ )**

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b> <b>radiologico</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00024</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>	
--	---	---

Sono inoltre previste 3 stazioni fisse per la misura in continuo dei neutroni (**MN**) installate all'interno di alcuni locali, come indicato in Tabella 3.

ITEM	SIGLA	FUNZIONE	POSIZIONE
1	MN 01C	Misura in continuo neutroni	Loc. C009
2	MN 02C	Misura in continuo neutroni	Loc. C006
3	MN 03C	Misura in continuo neutroni	Loc. C007

**Tabella 3 - Edificio Tipo con Navata Cask: Stazioni di monitoraggio neutroni**

## 6.2 SISTEMA DI MONITORAGGIO CONTAMINAZIONE $\alpha/\beta-\gamma$ IN ARIA

Per l'Edificio Tipo, sono previste:

- N°1 stazioni per la misura in continuo della contaminazione  $\alpha/\beta-\gamma$  nel locale filtri alla quota superiore (**ME**)
- N°2 stazioni dedicate alla misura in continuo della contaminazione alfa/beta-gamma sul Collettore di estrazione prima dei banchi di filtraggio (**MP**)
- N°1 stazione di monitoraggio al "punto di scarico" con sonda isocinetica (**MK**)
- N°1 campionatore per la misura della contaminazione  $\alpha/\beta-\gamma$  versione carrellata a disposizione di tutti i locali del CSA (**MC**)

distribuite come indicato in Tabella 4.

ITEM	SIGLA	FUNZIONE	POSIZIONE
1	ME 001	Misura in continuo della contaminazione Alfa/Beta-gamma su condotta di estrazione	Loc.204 (locale Filtri)
2	MP 001	Misura in continuo della contaminazione Alfa/Beta-gamma dell'aria su collettore estrazione locali potenzialmente contaminati	Dorsale di estrazione prima dei banchi di filtraggio Cella Loc.204
3	MP 002	Misura in continuo della contaminazione Alfa/Beta-gamma dell'aria su collettore estrazione locali potenzialmente contaminati	Dorsale di estrazione prima dei banchi di filtraggio Ambiente Loc.204
4	MC 001	Campionatore in continuo della contaminazione Alfa/Beta-gamma di tipo	A disposizione dei vari locali

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00024</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>	
--	---	---

		carrellato	
5	MK 001	Misura della contaminazione Alfa/Beta-gamma dell'aria (sonda isocinetica)	Al punto di scarico

Tabella 4-Stazioni di monitoraggio alfa/beta in aria - Edificio Tipo

Per la Navata Cask, sono previste:

- N°2 stazioni per la misura in continuo della contaminazione  $\alpha/\beta-\gamma$  nei locali operativi di possibile accesso al personale (**ME**)
- N°1 campionatore per la misura della contaminazione  $\alpha/\beta-\gamma$  versione carrellata a disposizione di tutti i locali dell'Impianto di Trattamento (**MC**)

che dovranno essere installate all'interno di alcuni locali, come indicato in Tabella 5.

ITEM	SIGLA	FUNZIONE	POSIZIONE
1	ME 01C	Misura in continuo della contaminazione Alfa/Beta-gamma su condotta di estrazione	Locale C009
2	ME 02C	Misura in continuo della contaminazione Alfa/Beta-gamma su condotta di estrazione	Locale C007
3	MC 01C	Campionatore in continuo della contaminazione Alfa/Beta-gamma di tipo carrellato	A disposizione dei vari locali

Tabella 5-Stazioni di monitoraggio alfa/beta in aria - Navata Cask

### 6.2.1 Sottosistema di monitoraggio in continuo dei locali

Le stazioni di misura sono dotate di due collegamenti al canale dell'aria da monitorare: uno per il prelievo ed uno per il rinvio della portata misurata. Tali linee dovranno essere collegate ad opportuni stacchi, da prevedere sulle canalizzazioni. Gli stacchi e le modalità del prelievo saranno dimensionate in modo tale da garantire l'affidabilità della misura da parte dei monitori installati.

I misuratori continui sono del tipo a filtro scorrevole, con presa campione e analisi in tempo reale.

Tali stazioni di misura:

<p><b>Relazione Tecnica</b></p> <p><b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b>  <b>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</b></p>	<p><b>ELABORATO</b>  <b>DN DI 00024</b></p> <p><b>REVISIONE</b>  <b>00</b></p>
---	--



- prelevano una frazione significativa della portata gassosa da monitorare
- rilevano l'eventuale contenuto di contaminazione alfa/beta-gamma nella portata prelevata
- forniscono l'indicazione della misura, sia localmente che al sistema di controllo
- forniscono eventuali segnalazioni di guasto dello strumento, sia localmente che al sistema di controllo
- restituiscono la portata prelevata nelle canalizzazioni a valle del punto di prelievo

Come anticipato in 5.4.2, le stazioni di misura dispongono di:

- led luminoso e cicalini per segnalazione locale, ottica e acustica, di malfunzionamento, preallarme e allarme, con soglie regolabili su tutto il campo
- uscite ripetitive, per il trasferimento di informazioni e allarmi al sistema di controllo
- sistema di autodiagnosi
- sistema di calibrazione del rivelatore

Il segnale generato dalle stazioni di misura è inviato al relativo monitor di area ed ed alla relativa workstation del sistema di controllo.

Il superamento dei valori di allarme è trasmesso ad un PLC dedicato per la gestione degli allarmi.

### **6.2.2 Sottosistema di monitoraggio con campionatori continui**

Nei locali soggetti a potenziale contaminazione alfa/beta-gamma dove non è prevista la presenza di misuratori fissi, saranno disposti dei campionatori continui di aria fissi o in versione carrellata (in modo da essere collegati agli attacchi eventualmente previsti all'interno di alcuni locali), in grado di monitorare periodicamente la zona con frequenza stabilita in base alle prescrizioni dell'EQ.

In particolare, i campionatori di aria saranno costituiti da:

- un aspiratore di aria
- un filtro

L'aspiratore preleverà una portata di aria nel locale di installazione inviata su un filtro, con conseguente deposito di attività su quest'ultimo. Il filtro è di tipo rimovibile per consentire la misura di attività depositata e la conseguente sostituzione con nuovo filtro.

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b> <b>radiologico</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00024</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>	
--	---	---

La misura dell'attività depositatasi sui filtri avverrà secondo procedure e modalità stabilite dall'EQ.

### **6.2.3 Sottosistema di monitoraggio su dorsale di estrazione**

Sono previste stazioni dedicate alla misura in continuo della contaminazione alfa/beta-gamma sulla dorsale di estrazione nella quale confluiscono e si miscelano le portate di aria estratte da locali potenzialmente contaminati prima dell'ingresso al sistema di banchi filtranti.

Le stazioni di misura:

- prelevano una frazione significativa della portata gassosa da monitorare
- rilevano l'eventuale contenuto di contaminazione alfa/beta-gamma nella portata prelevata
- forniscono l'indicazione della misura, sia localmente che al sistema di controllo
- restituiscono la portata prelevata nelle canalizzazioni, a valle del punto di prelievo

Le stazioni di misura sono dotate di due collegamenti aeraulici al collettore da monitorare: uno per il prelievo ed uno per il rinvio della portata prelevata. Il segnale di misura della contaminazione è inviato ad un monitor locale, anch'esso parte integrante della stazione.

Qualora i misuratori per il monitoraggio dell'aria, posizionati sulla dorsale di estrazione che raccoglie l'aria proveniente da tutti i locali dell'impianto, rivelino anomalie, questi attivano la valvola di by-pass per il passaggio dell'aria ai banchi filtranti.

### **6.2.4 Sottosistema di monitoraggio al "punto di scarico"**

Per quanto riguarda l'aria da espellere al "punto di scarico", le linee di prelievo e di scarico dei misuratori sono collegate ad appositi stacchi posizionati e dimensionati in modo tale da garantire l'isocineticità del prelievo stesso, anche in condizioni di variazione di portata rispetto alla portata nominale, in accordo con ANSI N13.1 [Rif. 7]. Pertanto la sonda certificata di prelievo è del tipo "shrouded" o equivalente (vedi Figura 1).

La stazione di misura comprende:

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b> <b>radiologico</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00024</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
--	---



- un estrattore per il prelievo dell'aria "shrouded probe"
- una testa per l'immissione dell'aria dopo analisi
- pompa di aspirazione ridondata
- un filtro (di tipo scorrevole) per l'accumulo del particolato
- un pitot sensore di flusso
- un rivelatore per la misura dell'attività del particolato raccolto
- un flussimetro per la misura della portata di aria prelevata
- un trasmettitore per la misura della pressione differenziale

(le informazioni raccolte saranno registrate in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa vigente (D. Lgs. 230/95, [Rif. 5]).

I misuratori continui sono del tipo a filtro scorrevole, con presa campione e analisi in tempo reale. Essi hanno le stesse caratteristiche degli altri monitori in continua:

Il segnale generato dalle stazioni di misura al "punto di scarico" è inviato al relativo monitor di area ed alla relativa workstation del sistema di controllo.

La stazione per la misura in continuo al "punto di scarico" dell'aria proveniente da un edificio CSA:

- preleva una frazione significativa della portata gassosa da monitorare
- rileva l'eventuale contenuto di contaminazione alfa/beta-gamma nella portata prelevata
- fornisce l'indicazione della misura, sia localmente che al sistema di controllo
- segnala l'eventuale superamento di soglie prefissate, sia localmente che al sistema di controllo
- fornisce eventuali segnalazioni di guasto dello strumento, sia localmente che al sistema di controllo
- restituisce la portata prelevata nelle canalizzazioni, a valle del punto di prelievo

E' possibile la regolazione ed il settaggio della portata da campionare mediante apposita valvola di regolazione. La configurazione dei parametri delle stazioni di misura può essere eseguita sia localmente, mediante tastiera o touch screen posizionati sul fronte dello strumento, oppure in remoto, sia da stazione di automazione che da stazione di supervisione.

<p>Relazione Tecnica</p> <p>Complesso Stoccaggio Alta attività Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</p>	<p>ELABORATO DN DI 00024</p> <p>REVISIONE 00</p>
---	--

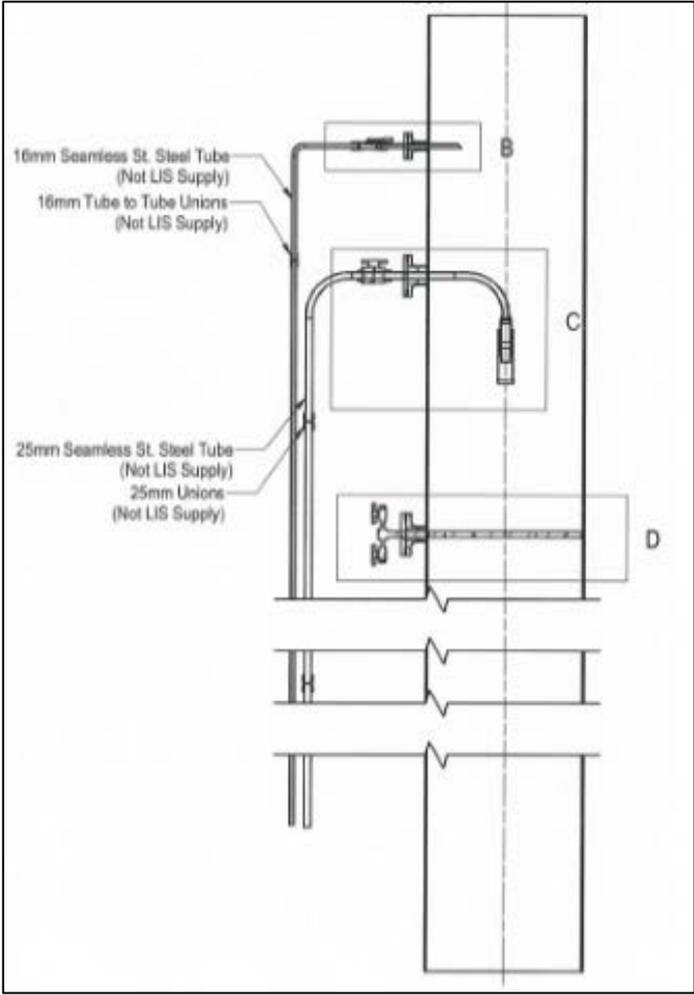


Figura 1-Sonda Isocinetica al “punto di scarico”

6.3 SISTEMA DI MONITORAGGIO ALL'USCITA DELLA ZONA CONTROLLATA

Sia per Edificio Tipo che per Edificio Tipo con navata cask il sistema è costituito da 1 portale di monitoraggio della contaminazione beta-gamma su corpo intero, da installare all'uscita della Zona Controllata dell'impianto. Nelle planimetria [Rif. 11] è indicata la posizione dei portali **MG** nell' Edificio Tipo. Per l'Edificio Tipo con Navata Cask la posizione è la stessa.

Ciascun portale di monitoraggio prevede:

- strumentazione predisposta per rilevare la contaminazione superficiale alfa/beta -gamma sull'intera persona

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b> <b>radiologico</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00024</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
--	---



- segnalazioni operative e di allarme che consentano l'effettuazione del normale controllo senza l'ausilio di un operatore
- rivelatori a flusso di gas (argon-metano) per la ionizzazione e con superficie totale di rilevazione del valore non inferiore a 1 m<sup>2</sup>, facilmente sostituibili e protetti con griglia di guardia
- capacità di mantenere un archivio locale dettagliato delle misure effettuate con collegamento alla rete
- possibilità di conservare i dati impostati su apposita memoria in caso di mancanza di alimentazione di rete
- dispositivo integrato del tipo a barra per impedire il transito del personale fino all'avvenuta esecuzione della corretta procedura di indagine
- superfici delle parti sensibili con sufficiente resistenza agli urti e facilmente decontaminabili
- adeguato numero di sensori che, stabilite le fasi operative della misura, rilevino la presenza della persona durante ciascuna fase e provvedano ad avviare le misure previste
- campo di misura esteso su almeno 4 decadi; in caso di contaminazione la misura deve rimanere memorizzata fino a ripristino manuale e poter essere inviata presso l'unità di raccolta dati.

L'apparecchiatura prevede un complesso di rivelatori che permetta la discriminazione della radioattività presente sulle superfici opposte di:

- testa
- busto
- mani
- gambe
- piedi (solo superficie inferiore)

#### 6.4 SISTEMA DI TRASMISSIONE DEI DATI RILEVATI E DEI SEGNALI DI PROCESSO

La rete del sistema di monitoraggio pur essendo totalmente indipendente da quella di controllo del processo, è integrata nel sistema di controllo del CSA.

Il sistema di trasmissione e supervisione dei dati è costituito da:

- i cablaggi dagli strumenti al sistema di alimentazione elettrica e al sistema di acquisizione dati
- una workstation (con sistema di archiviazione e correlato da software) con la funzione di:
  - o visualizzare le misure delle unità locali

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b> <b>radiologico</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00024</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
--	---



- monitorare continuamente e segnalare gli stati di buon funzionamento, preallarme ed allarme
- essere dotato di un software di gestione remota di facile utilizzo ed accesso rapido agli archivi
- acquisire ed archiviare su file giornaliero dei dati medi e massimi istantanei per ogni minuto
- elaborare report giornalieri con indicazione del minuto, ora, giorno, mese e anno in cui è avvenuta l'archiviazione
- elaborare i dati e memorizzare le analisi di tutta la strumentazione di monitoraggio radiologico
- archiviare le informazioni in aree di memoria predisposte
- visualizzare grafici storici e stampa degli stessi
- gestire i parametri operativi di ogni unità locale
- condividere gli archivi su rete
- accedere alle funzioni del software attraverso criteri di accesso di protezione con password

<p>Relazione Tecnica</p> <p>Complesso Stoccaggio Alta attività Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</p>	<p>ELABORATO DN DI 00024</p> <p>REVISIONE 00</p>
---	--



## **7 DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

- [Rif. 1] ENEA-DISP – Guida Tecnica N. 26. “Gestione dei rifiuti radioattivi”, 1987
- [Rif. 2] Decreto Ministeriale 7 Agosto 2015 “Classificazione dei rifiuti radioattivi ai sensi dell’articolo 5 del decreto legislativo 4 Marzo 2014, n. 45”
- [Rif. 3] IAEA Safety Standards - General Safety Guide No. GSG-1 “Classification of Radioactive Waste, 2009
- [Rif. 4] Decreto Legislativo 15 febbraio 2010, n. 31 e ss.mm.ii - "Disciplina della localizzazione, della realizzazione e dell'esercizio nel territorio nazionale di impianti di produzione di energia elettrica nucleare, di impianti di fabbricazione del combustibile nucleare, dei sistemi di stoccaggio del combustibile irraggiato e dei rifiuti radioattivi, nonché misure compensative e campagne informative al pubblico, a norma dell'articolo 25 della legge 23 luglio 2009, n. 99"
- [Rif. 5] D.Lgs 230/95 Principi generali di protezione dalle radiazioni ionizzanti
- [Rif. 6] IAEA Safety Reports Series N°35-Surveillance and Monitoring of Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste, Vienna 2004
- [Rif. 7] ANSI N13.1-2011 Sampling and Monitoring Releases of Airborne Radioactive Substances From the Stacks and Ducts of Nuclear Facilities
- [Rif. 8] Norma UNI 11279-3 Deposito ingegneristico per manufatti di rifiuti radioattivi di Categoria 2-Criteri base di sorveglianza e monitoraggio
- [Rif. 9] UNI 11195 Manufatti di rifiuti radioattivi condizionati. Sistema informativo per la gestione di un deposito di tipo superficiale per manufatti appartenenti alla Categoria 2
- [Rif. 10] DN DI 00018 – Complesso Stoccaggio Alta attività – Relazione Generale
- [Rif. 11] DN DI 00059 – Complesso Stoccaggio Alta attività – Layout sistema di monitoraggio radiologico edificio Tipo
- [Rif. 12] DN DI 00060 – Complesso Stoccaggio Alta attività – Layout sistema di monitoraggio radiologico edificio Tipo con Cask – Tav.1
- [Rif. 13] DN DI 00061 – Complesso Stoccaggio Alta attività – Layout sistema di monitoraggio radiologico edificio Tipo con Cask – Tav.2