

**Impianto Trattamento Rifiuti**  
**Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico**

---

Codice    DN DN 00282    Fase del progetto    Preliminare    Data    25/02/2016    Pag. 1

---



|  |   |
|--|---|
| <b>Relazione Tecnica</b><br><br><b>Impianto Trattamento Rifiuti</b><br><b>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</b> | <b>ELABORATO</b><br><b>DN DN 00282</b><br><br><b>REVISIONE</b><br><b>00</b> |
|--|---|



## INDICE

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | ACRONIMI.....  | 3  |
| 2   | PREMESSA.....  | 4  |
| 3   | SCOPO .....  | 5  |
| 4   | BREVE DESCRIZIONE DELL'ITR.....  | 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 DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI ITR.....    | 15 |
| 6.1 | SISTEMA DI MONITORAGGIO AMBIENTALE .....                                 | 15 |
| 6.2 | SISTEMA DI MONITORAGGIO A/B-F DELL'ARIA.....                             | 17 |
| 6.3 | SISTEMA DI MONITORAGGIO ALL'USCITA DELLA ZONA CONTROLLATA.....           | 23 |
| 6.4 | SISTEMA DI TRASMISSIONE DEI DATI RILEVATI E DEI SEGNALI DI PROCESSO..... | 24 |
| 7   | DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....                                | 25 |

|  |  |
|--|--|
| <p>Relazione Tecnica</p> <p>Impianto Trattamento Rifiuti</p> <p>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</p> | <p>ELABORATO<br/>DN DN 00282</p> <p>REVISIONE<br/>00</p> |
|--|--|



## 1 ACRONIMI

- **CSA**            Complesso Stoccaggio Alta attività
- **DNPT**        Deposito Nazionale e Parco Tecnologico
- **EQ**            Esperto Qualificato
- **HVAC**        Heating, Ventilating and Air Conditioning
- **ICM**         Impianto Confezionamento Moduli
- **ICQ**         Impianto Controllo Qualità
- **ITR**         Impianto Trattamento Rifiuti
- **SAS**         Sistema di Accesso Sicuro
- **USM**        Unità Smaltimento Moduli
- **UTA**        Unità di Trattamento Aria

|  |   |
|--|---|
| <b>Relazione Tecnica</b><br><br><b>Impianto Trattamento Rifiuti</b><br><b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b><br><b>radiologico</b> | <b>ELABORATO</b><br><b>DN DN 00282</b><br><br><b>REVISIONE</b><br><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. 14] – attività molto bassa e a bassa attività [Rif. 1] - VLLW e LLW secondo [Rif. 2]) 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. 14] – media attività e alta attività [Rif. 1] - ILW e HLW secondo [Rif. 2])

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).

Nell'ambito della progettazione preliminare del DNPT, l'Impianto Trattamento Rifiuti (ITR) è l'installazione dedicata al trattamento e condizionamento dei rifiuti radioattivi solidi prodotti durante l'esercizio del deposito internamente all'area (rifiuti endogeni), mediante riduzione di volume e inglobamento in matrice cementizia. Non è invece prevista la ricezione ed il trattamento di rifiuti prodotti esternamente al sito, né il trattamento di alcun rifiuto liquido.

|  |   |
|--|---|
| <b>Relazione Tecnica</b><br><br><b>Impianto Trattamento Rifiuti</b><br><b>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</b> | <b>ELABORATO</b><br><b>DN DN 00282</b><br><br><b>REVISIONE</b><br><b>00</b> |
|--|---|



### 3 SCOPO

La presente relazione contiene la descrizione generale del sistema di monitoraggio radiologico interno all'Impianto Trattamento Rifiuti (ITR) 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 attività previste nell'impianto di trattamento rifiuti ITR comportano principalmente movimentazioni di contenitori di rifiuti, riduzione di volume tramite smontaggi, tagli o supercompattazione e successiva immobilizzazione dei rifiuti all'interno di manufatti. Le attività verranno eseguite all'interno di ambienti confinati.

I rifiuti solidi che saranno prodotti all'interno del DNPT e che quindi dovranno essere trattati e condizionati nell'ITR sono essenzialmente i rifiuti solidi compattabili e non compattabili provenienti dalle zone controllate delle installazioni del DNPT.

I manufatti realizzati nell'ITR vengono trasportati all'Impianto Confezionamento Moduli (ICM) dove vengono caricati all'interno dei moduli per poi essere messi a dimora all'interno delle Celle di Deposito che costituiscono l'Unità Smaltimento Moduli (USM).

|  |   |
|--|---|
| <b>Relazione Tecnica</b><br><br><b>Impianto Trattamento Rifiuti</b><br><b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b><br><b>radiologico</b> | <b>ELABORATO</b><br><b>DN DN 00282</b><br><br><b>REVISIONE</b><br><b>00</b> |
|--|---|



#### **4 BREVE DESCRIZIONE DELL'ITR**

Per una descrizione più completa del ITR si veda il documento [Rif. 9]. La disposizione in pianta è riportata sui documenti [Rif. 10] e [Rif. 11].

L'impianto di trattamento riceve esclusivamente i rifiuti radioattivi solidi prodotti durante l'esercizio del DNPT con caratteristiche tali da potere essere smaltiti nella USM (ex II categoria secondo Guida Tecnica n.26).

Il processo principale prevede il trattamento tramite supercompattazione dei rifiuti radioattivi solidi che arrivano in fusti 220 litri. I fusti in attesa di essere trattati sono temporaneamente depositati in uno stoccaggio buffer.

I fusti compattati ("pizze") sono introdotti, per mezzo di dispositivi di presa remotizzati ed automatizzati, nei fusti CC-440 da 440 l (overpack) e successivamente immobilizzati con malta di cemento preparata secondo una ricetta preventivamente qualificata. La cementazione prevista è di tipo eterogeneo, ovvero funzionale all'immobilizzazione di materiali solidi di dimensioni significative all'interno.

Gli overpack confezionati sono controllati in automatico in termini di peso lordo, dose a contatto sulla superficie esterna e contaminazione superficiale e, in seguito ad una fase di stazionamento per indurimento della matrice (maturazione), avviati all'uscita dell'impianto.

I liquidi radioattivi prodotti nell'ITR (supercompattazione, scarichi dubbi docce zona controllata) vengono raccolti in appositi serbatoi per essere poi allontanati per essere trattati in idoneo impianto esterno al DNPT.

Nel caso sia necessario trattare componenti contaminati di dimensioni tali da non poter essere direttamente alloggiati in uno dei contenitori standard, questi vengono portati in un locale (Officina calda - A25) attrezzato per le operazioni di taglio ed inseriti all'interno di contenitori prismatici CP-5.2.

La postazione di lavoro è costituita principalmente da un banco dove l'operatore effettua le operazioni di taglio sotto una cappa di aspirazione mobile locale.

Una volta riempito, il CP-5.2 viene portato nella postazione di cementazione interna all'officina calda per l'immobilizzazione del rifiuto solido radioattivo con malta qualificata (cementazione eterogenea).

|  |  |
|--|--|
| <p>Relazione Tecnica</p> <p>Impianto Trattamento Rifiuti</p> <p>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</p> | <p>ELABORATO<br/>DN DN 00282</p> <p>REVISIONE<br/>00</p> |
|--|--|



## **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 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 negli allegati [Rif. 12] e [Rif. 13] con la sigla **[MF]**.

#### 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 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 [Rif. 12] e [Rif. 13] con le sigle **[ME]**, **[MP]**, **[MK]**.

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Relazione Tecnica</b></p> <p><b>Impianto Trattamento Rifiuti</b><br/> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</b></p> | <p><b>ELABORATO</b><br/> <b>DN DN 00282</b></p> <p><b>REVISIONE</b><br/> <b>00</b></p> |
|---|--|



### 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 dell'Impianto ITR.

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 consentano 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 nell'Allegato [Rif. 9] 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 CRITERIDI PROGETTO

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

- 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



|   |  |
|---|--|
| <p><b>Relazione Tecnica</b></p> <p><b>Impianto Trattamento Rifiuti</b><br/> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</b></p> | <p><b>ELABORATO</b><br/> <b>DN DN 00282</b></p> <p><b>REVISIONE</b><br/> <b>00</b></p> |
|---|--|



- 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 dell'Impianto ITR
- 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  $\gamma$  nelle aree dell'Impianto ITR
- monitorare l'attività  $\alpha$  e  $\beta$ - $\gamma$  del particolato che può essere potenzialmente rilasciata in alcuni locali dell'Impianto ITR
- acquisire, salvare e trasmettere le grandezze monitorate

Le apparecchiature di misura sono dotate di:

- 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 è in servizio,

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Relazione Tecnica</b></p> <p><b>Impianto Trattamento Rifiuti</b><br/> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</b></p> | <p><b>ELABORATO</b><br/> <b>DN DN 00282</b></p> <p><b>REVISIONE</b><br/> <b>00</b></p> |
|---|--|



ad esempio esso manifesta una condizione di allarme in assenza di conteggi su un predefinito intervallo temporale

- 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)
- 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

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.

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 ITR, munite di sonde di rivelazione. Ogni unità di misura dovrà essere costituita da:

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Relazione Tecnica</b><br><br><b>Impianto Trattamento Rifiuti</b><br><b>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</b> | <b>ELABORATO</b><br><b>DN DN 00282</b><br><br><b>REVISIONE</b><br><b>00</b> |  |
|--|---|---|

- 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

I monitor di area 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 fissi che carrellate, come verrà descritto successivamente, e per i carrellati saranno identificati, in alcune zone, opportuni attacchi.

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

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

- dell'aria nei locali dell'Impianto ITR 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 carrellati
- sottosistema di monitoraggio a monte filtri su dorsale di estrazione che raccoglie l'aria proveniente dai 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

|  |   |
|--|---|
| <b>Relazione Tecnica</b><br><br><b>Impianto Trattamento Rifiuti</b><br><b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b><br><b>radiologico</b> | <b>ELABORATO</b><br><b>DN DN 00282</b><br><br><b>REVISIONE</b><br><b>00</b> |
|--|---|



- 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 estrattore, etc.;
- 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.

#### **5.4.2.1 Sottosistema di monitoraggio in continuo dei locali**

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.

#### **5.4.2.2 Sottosistema di monitoraggio con campionatori continui carrellati**

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.


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

Il sistema di monitoraggio sulla dorsale 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 agevolare l'individuazione dell'origine di una eventuale contaminazione in aria.

Ciascuna stazione di misura dovrà essere dotata di due collegamenti idraulici al collettore da monitorare (uno per il prelievo ed uno per il rinvio della portata prelevata).

#### **5.4.2.4 Sottosistema di monitoraggio al “punto di scarico”**

Per il monitoraggio dell'aria espulsa sarà prevista l'installazione di una sonda isocinetica sulla linea relativa al “punto di scarico”. La suddetta sonda verrà

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Relazione Tecnica</b><br><br><b>Impianto Trattamento Rifiuti</b><br><b>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</b> | <b>ELABORATO</b><br><b>DN DN 00282</b><br><br><b>REVISIONE</b><br><b>00</b> |  |
|--|---|---|

connessa ad una stazione di misura in continuo che provvederà a registrare le relative informazioni raccolte in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa vigente ([Rif. 4]).

### **5.4.3 Sistema di monitoraggio del personale**

La funzione del sistema di monitoraggio del personale è quella di controllare le dosi assorbite dai lavoratori che opereranno nell’Impianto ITR. 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.

I portali di monitoraggio radiologico hanno 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.

### **5.4.4 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 nell’Impianto ITR, 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,

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Relazione Tecnica</b><br><br><b>Impianto Trattamento Rifiuti</b><br><b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b><br><b>radiologico</b> | <b>ELABORATO</b><br><b>DN DN 00282</b><br><br><b>REVISIONE</b><br><b>00</b> |  |
|--|---|---|

- 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 (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.

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p>Relazione Tecnica</p> <p>Impianto Trattamento Rifiuti</p> <p>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</p> | <p>ELABORATO<br/>DN DN 00282</p> <p>REVISIONE<br/>00</p> |  |
|--|--|---|

## **6 SISTEMA DI MONITORAGGIO DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI ITR**

In base a quanto descritto nel capitolo precedente, per l'Impianto ITR si definisce una rete di monitoraggio radiologico composta da un:

- sistema di monitoraggio d'area
- 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 AMBIENTALE

Nell'Impianto ITR, sono previste n°19 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. Per fare in modo che il valore misurato sia significativo dei livelli di dose medi presenti in ogni locale, tali monitori vanno 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°2 monitori ambientali da collocare uno su ciascuno dei carriponte posizionati rispettivamente nella officina calda (locale A25) e nel locale antistante (locale A24).

La posizione delle apparecchiature è indicata qualitativamente nell'allegato in [Rif. 12].

A quota 6.5 m (piano primo) è previsto solamente un monitor ambientale nel locale filtri, poiché ambiente ispezionabile da personale. (vedi [Rif. 13]).

|  |   |
|--|---|
| <b>Relazione Tecnica</b><br><br><b>Impianto Trattamento Rifiuti</b><br><b>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</b> | <b>ELABORATO</b><br><b>DN DN 00282</b><br><br><b>REVISIONE</b><br><b>00</b> |
|--|---|



| ITEM | SIGLA  | FUNZIONE   | POSIZIONE   |
|------|--------|--|---|
| 1    | MF 001 | Misura irraggiamento gamma-fisso con display esterno | Loc.A39 con display interno al locale controllo ed accettazione |
| 2    | MF 002 | Misura irraggiamento gamma-fisso                     | Loc.A38   |
| 3    | MF 003 | Misura irraggiamento gamma-fisso                     | Loc.A36   |
| 4    | MF 004 | Misura irraggiamento gamma-fisso                     | Loc.A37   |
| 5    | MF 005 | Misura irraggiamento gamma-fisso                     | Loc.A29   |
| 6    | MF 006 | Misura irraggiamento gamma-fisso con display esterno | Loc.A30 con display interno<br>Locale Sala Controllo Pressa     |
| 7    | MF 007 | Misura irraggiamento gamma-fisso con display esterno | Loc.A30 con display interno<br>Locale Sala Controllo Pressa     |
| 8    | MF 008 | Misura irraggiamento gamma-fisso                     | Loc.A34   |
| 9    | MF 009 | Misura irraggiamento gamma-fisso                     | Loc.A33   |
| 10   | MF 010 | Misura irraggiamento gamma-fisso                     | Loc.A28   |
| 11   | MF 011 | Misura irraggiamento gamma-fisso                     | Loc.A28   |
| 12   | MF 012 | Misura irraggiamento gamma-fisso                     | Loc.A24   |
| 13   | MF 013 | Misura irraggiamento gamma-fisso                     | Loc.A24   |
| 14   | MF 014 | Misura irraggiamento gamma-fisso                     | Loc.A25 con display interno<br>Loc.A24                          |
| 15   | MF 015 | Misura irraggiamento gamma-fisso                     | Loc.A21   |
| 16   | MF 016 | Misura irraggiamento gamma-fisso                     | Loc.A14   |
| 17   | MF 017 | Misura irraggiamento gamma-fisso                     | Locale Filtri (quota superiore)<br>A45                          |
| 18   | MF 018 | Misura irraggiamento gamma-fisso                     | Da posizionare sul carroponete                                  |



|  |   |
|--|---|
| <b>Relazione Tecnica</b><br><br><b>Impianto Trattamento Rifiuti</b><br><b>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</b> | <b>ELABORATO</b><br><b>DN DN 00282</b><br><br><b>REVISIONE</b><br><b>00</b> |
|--|---|



| ITEM | SIGLA     | FUNZIONE                         | POSIZIONE                      |
|------|-----------|----------------------------------|--------------------------------|
| 19   | MF<br>019 | Misura irraggiamento gamma-fisso | Da posizionare sul carroponete |

**Tabella 1-Stazioni di monitoraggio ambientale**

## 6.2 SISTEMA DI MONITORAGGIO A/B-Γ DELL'ARIA

Per l'Impianto ITR sono previste:

- N°5 stazioni per la misura in continuo della contaminazione  $\alpha/\beta-\gamma$  eventualmente presente nell'aria estratta dai locali dell'Impianto di Trattamento
- N°1 campionatore fisso nel locale filtri alla quota superiore
- N°2 stazioni dedicate alla misura in continuo della contaminazione alfa/beta-gamma sulla dorsale di estrazione prima dei banchi di filtraggio
- N°1 stazione di monitoraggio al "punto di scarico"
- N°2 campionatori per la misura della contaminazione  $\alpha/\beta-\gamma$  versione carrellata a disposizione di tutti i locali dell'Impianto di Trattamento

Nei paragrafi seguenti viene riportata la descrizione dei sistemi suddetti.

### 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 dovranno essere dimensionati in modo tale da garantire l'affidabilità della misura da parte dei monitori installati.

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

Tali stazioni di misura dovranno:

- prelevare una frazione significativa della portata gassosa da monitorare
- rilevare l'eventuale contenuto di contaminazione alfa/beta-gamma nella portata prelevata
- fornire l'indicazione della misura, sia localmente che al sistema di controllo
- fornire eventuali segnalazioni di guasto dello strumento, sia localmente che al sistema di controllo

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Relazione Tecnica</b></p> <p><b>Impianto Trattamento Rifiuti</b><br/> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</b></p> | <p><b>ELABORATO</b><br/> <b>DN DN 00282</b></p> <p><b>REVISIONE</b><br/> <b>00</b></p> |
|---|--|



- fornire eventuali segnalazioni di guasto dello strumento, sia localmente che al sistema di controllo
- rinviare la portata prelevata nelle canalizzazioni, a valle del punto di prelievo

Come anticipato in 5.4.2, le stazioni di misura dovranno disporre 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 sarà inviato al relativo monitor di area, ed inviato alla relativa workstation del sistema di controllo.

Il superamento dei valori di allarme sarà 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 e la invierà su un filtro, con conseguente deposito di attività su quest'ultimo. Il filtro dovrà essere di tipo rimuovibile per consentire la sua periodica rimozione ai fini della misura di attività depositatasi e la conseguente sostituzione con nuovo filtro.

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

|  |   |
|--|---|
| <b>Relazione Tecnica</b><br><br><b>Impianto Trattamento Rifiuti</b><br><b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b><br><b>radiologico</b> | <b>ELABORATO</b><br><b>DN DN 00282</b><br><br><b>REVISIONE</b><br><b>00</b> |
|--|---|



### **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 dai locali potenzialmente contaminati prima dell'ingresso al sistema di banchi di filtraggio.

Le stazioni di misura devono:

- prelevare una frazione significativa della portata gassosa da monitorare
- rilevare l'eventuale contenuto di contaminazione alfa/beta-gamma nella portata prelevata
- fornire l'indicazione della misura, sia localmente che al sistema di controllo
- rinviare 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 dovrà essere 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. Una volta filtrata l'aria viene successivamente monitorata da un ulteriore misuratore al fine di verificare l'efficacia del sistema di filtraggio.

### **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 sulle canalizzazioni dimensionati in modo tale da garantire l'isocinetività del prelievo stesso, anche in condizioni di variazione di portata rispetto alla portata nominale, in accordo con ANSI N13.1 [Rif. 6]. Pertanto la sonda certificata di prelievo è del tipo "shrouded" o equivalente (vedi Figura 1).

La stazione di misura comprende:

- 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

|  |   |
|--|---|
| <b>Relazione Tecnica</b><br><br><b>Impianto Trattamento Rifiuti</b><br><b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b><br><b>radiologico</b> | <b>ELABORATO</b><br><b>DN DN 00282</b><br><br><b>REVISIONE</b><br><b>00</b> |
|--|---|



- 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. 4]).

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:

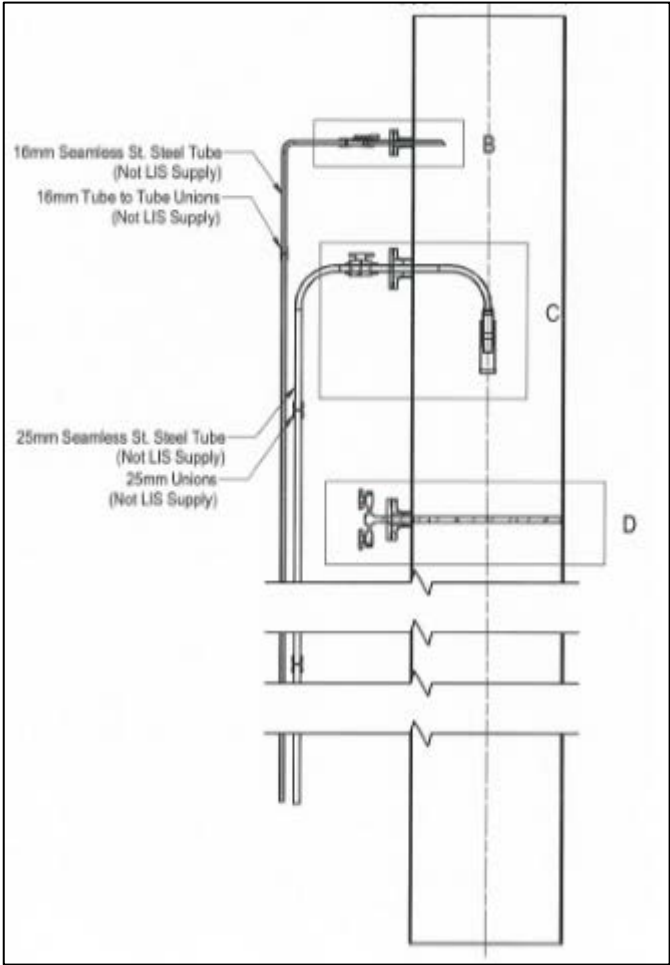
Il segnale generato dalle stazioni di misura al "punto di scarico" è inviato al relativo monitor di area ed alla relativa workstation del sistema di controllo.

La stazione per la misura in continuo al "punto di scarico" dell'aria proveniente dall'Impianto ITR deve:

- prelevare una frazione significativa della portata gassosa da monitorare
- rilevare l'eventuale contenuto di contaminazione alfa/beta-gamma nella portata prelevata
- fornire l'indicazione della misura, sia localmente che al sistema di controllo;
- segnalare l'eventuale superamento di soglie prefissate, sia localmente che al sistema di controllo
- fornire eventuali segnalazioni di guasto dello strumento, sia localmente che al sistema di controllo
- rinviare 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.

|  |   |
|--|---|
| <b>Relazione Tecnica</b><br><br><b>Impianto Trattamento Rifiuti</b><br><b>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</b> | <b>ELABORATO</b><br><b>DN DN 00282</b><br><br><b>REVISIONE</b><br><b>00</b> |
|--|---|



**Figura 1-Sonda Isocinetica al “punto di scarico”**


| ITEM | SIGLA  | FUNZIONE   | POSIZIONE |
|------|--------|--|-----------|
| 1    | ME 001 | Misura in continuo della contaminazione Alfa/Beta-gamma dell'aria (su condotto estrazione da locale) | Loc.A36   |
| 2    | ME 002 | Misura in continuo della contaminazione Alfa/Beta-gamma dell'aria (su condotto estrazione da locale) | Loc.A30   |
| 3    | ME 003 | Misura in continuo della contaminazione Alfa/Beta-gamma dell'aria (su condotto estrazione da locale) | Loc.A28   |

|  |   |
|--|---|
| <b>Relazione Tecnica</b><br><br><b>Impianto Trattamento Rifiuti</b><br><b>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</b> | <b>ELABORATO</b><br><b>DN DN 00282</b><br><br><b>REVISIONE</b><br><b>00</b> |
|--|---|



|    |           |  |  |
|----|-----------|--|--|
| 4  | ME<br>004 | Misura in continuo della contaminazione Alfa/Beta-gamma dell'aria (su condotto estrazione da locale)                         | Loc.A24  |
| 5  | ME<br>005 | Misura in continuo della contaminazione Alfa/Beta-gamma dell'aria (su condotto estrazione da locale)                         | Loc.A25  |
| 6  | ME<br>006 | Misura in continuo della contaminazione Alfa/Beta-gamma dell'aria  | Locale Filtri (quota superiore)                              |
| 7  | MP<br>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 Loc.A44 |
| 8  | MP<br>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 Loc.A44 |
| 9  | MC<br>001 | Misura in continuo della contaminazione Alfa/Beta-gamma dell'aria di tipo carrellato   | A disposizione dei vari locali                               |
| 10 | MC<br>002 | Misura in continuo della contaminazione Alfa/Beta-gamma dell'aria di tipo carrellato   | A disposizione dei vari locali                               |
| 11 | MK<br>001 | Misura della contaminazione Alfa/Beta-gamma dell'aria (sonda isocinetica)  | Al "punto di scarico"  |

**Tabella 2-Stazioni di monitoraggio alfa/beta in aria**

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Relazione Tecnica</b><br><br><b>Impianto Trattamento Rifiuti</b><br><b>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</b> | <b>ELABORATO</b><br><b>DN DN 00282</b><br><br><b>REVISIONE</b><br><b>00</b> |  |
|--|---|---|

### 6.3 SISTEMA DI MONITORAGGIO ALL'USCITA DELLA ZONA CONTROLLATA


Il sistema è costituito da 2 portali di monitoraggio della contaminazione beta-gamma su corpo intero, da installare all'uscita della Zona Controllata dell'impianto (vedi [Rif. 12]).

Ciascun portale di monitoraggio ha le seguenti caratteristiche:

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

|  |   |   |
|--|---|---|
| <b>Relazione Tecnica</b><br><br><b>Impianto Trattamento Rifiuti</b><br><b>Relazione generale sistema di monitoraggio</b><br><b>radiologico</b> | <b>ELABORATO</b><br><b>DN DN 00282</b><br><br><b>REVISIONE</b><br><b>00</b> |  |
|--|---|---|

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

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



|   |  |
|---|--|
| <p><b>Relazione Tecnica</b></p> <p><b>Impianto Trattamento Rifiuti</b><br/> <b>Relazione generale sistema di monitoraggio radiologico</b></p> | <p><b>ELABORATO</b><br/> <b>DN DN 00282</b></p> <p><b>REVISIONE</b><br/> <b>00</b></p> |
|---|--|



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

- [Rif. 1] Decreto Ministeriale 7 Agosto 2015 “Classificazione dei rifiuti radioattivi ai sensi dell’articolo 5 del decreto legislativo 4 Marzo 2014, n. 45”
- [Rif. 2] IAEA Safety Standards - General Safety Guide No. GSG-1 Classification of Radioactive Waste, 2009
- [Rif. 3] 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. 4] D.Lgs 230/95 Principi generali di protezione dalle radiazioni ionizzanti
- [Rif. 5] IAEA Safety Reports Series N°35-Surveillance and Monitoring of Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste, Vienna 2004
- [Rif. 6] ANSI N13.1-2011 Sampling and Monitoring Releases of Airborne Radioactive Substances From the Stacks and Ducts of Nuclear Facilities
- [Rif. 7] Norma UNI 11279-3 Deposito ingegneristico per manufatti di rifiuti radioattivi di Categoria 2-Criteri base di sorveglianza e monitoraggio
- [Rif. 8] UNI 11195 Manufatti di rifiuti radioattivi condizionati. Sistema informative per la gestione di un deposito di tipo superficiale per manufatti appartenenti alla Categoria 2
- [Rif. 9] DN DN 00240 – Impianto Trattamento Rifiuti – Relazione descrittiva generale trattamento solidi.
- [Rif. 10] DN DN 00247 – Impianto Trattamento Rifiuti – Layout pianta quota 0.00
- [Rif. 11] DN DN 00248 – Impianto Trattamento Rifiuti – Layout pianta quota 6.50
- [Rif. 12] DN DN 00278 – Impianto Trattamento Rifiuti – Layout sistema di monitoraggio piano terra
- [Rif. 13] DN DN 00279 – Impianto Trattamento Rifiuti – Layout sistema di monitoraggio piano primo
- [Rif. 14] ENEA-DISP – Guida Tecnica N. 26. “Gestione dei rifiuti radioattivi”, 1987