

<i>Elaborato</i>	<i>Livello</i>	<i>Tipo</i>	<i>Sistema / Edificio / Argomento</i>	<i>Rev. 00</i>
PU RL 00010 ETQ-00051351	P	RT - Relazioni	RFR - Rifiuti radioattivi	Data 13/10/2015
<b>Centrale / Impianto:</b>	PLUTONIO - Casaccia - TRATTAMENTO RIFIUTI LIQUIDI			
<b>Titolo Elaborato:</b>	Relazione Tecnica di Processo			
Prima emissione				
<i>Timbri e firme per responsabilità di legge</i>				
Autorizzato				
.....				
DWMD/ING Guerra M.	DWMD/SMS Pennacchio M.	DWMD/ING Pancotti F.	DWMD/CAS Marciani L. DWMD/ING Pancotti F.	DWMD/ING Del Lucchese M.
<b>Incaricato</b>	<b>Collaborazioni</b>	<b>Verifica</b>	<b>Approvazione / Benestare</b>	<b>Autorizzazione all'uso</b>

PROPRIETA'

STATO

LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE

Del Lucchese M.

Aziendale

**Livello di Classificazione:** Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata  
 Il presente elaborato è di proprietà di Sogin S.p.A. È fatto divieto a chiunque di procedere, in qualsiasi modo e sotto qualsiasi forma, alla sua riproduzione, anche parziale, ovvero di divulgare a terzi qualsiasi informazione in merito, senza autorizzazione rilasciata per scritto da Sogin S.p.A.

<b>Relazione Tecnica di Processo</b>	<b>ELABORATO PU RL 00010</b>
Trattamento e condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia	<b>REVISIONE 00</b>



## INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. OGGETTO E SCOPO DEL DOCUMENTO.....	4
3. RIFERIMENTI.....	4
4. OBIETTIVI DEL PROGETTO, CRITERIE DATI DI INPUT.....	5
<b>4.1 Obiettivi del progetto.....</b>	<b>5</b>
<b>4.2 Dati di input.....</b>	<b>5</b>
<b>4.3 Criteri generali di progetto.....</b>	<b>5</b>
5. DESCRIZIONE DEL PROCESSO.....	6
<b>5.1 Generalità.....</b>	<b>6</b>
<b>5.2 Trattamento e condizionamento.....</b>	<b>6</b>
5.2.1 Alcalinizzazione delle soluzioni acide.....	7
5.2.2 Cementazione omogenea.....	8
6. DESCRIZIONE FUNZIONALE DELLA SAG.....	9
<b>6.1 Generalità.....</b>	<b>9</b>
<b>6.2 Componenti.....</b>	<b>11</b>
<b>6.3 Funzionamento.....</b>	<b>13</b>

<b>Relazione Tecnica di Processo</b>	<b>ELABORATO PU RL 00010</b>
Trattamento e condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia	<b>REVISIONE 00</b>



## 1. PREMESSA

Presso l'Impianto Plutonio (IPU) del C.R. Casaccia sono stoccati circa 300 litri di rifiuti liquidi acquosi alfa-contaminati, sia di natura basica che acida, classificabili come "Rifiuti radioattivi di media attività" secondo il Decreto 7 agosto 2015 [R4].

Essi provengono, principalmente, dai processi TESEO (Trattamento degli Effluenti di Scarico mediante Estrazione con solventi Organici) e PUREX (Plutonium and Uranium Recovery by EXtraction), utilizzati nel corso del progetto REBA (recupero e trattamento dei REsidui liquidi a Bassa Attività) messo in opera nell'impianto Plutonio (IPU) nel periodo 1995-2001.

Le possibili opzioni di trattamento e condizionamento di tali rifiuti sono state analizzate al fine di individuare la migliore strategia di gestione finalizzata alla produzione di una forma di rifiuto (waste form) idonea alle operazioni di movimentazione, stoccaggio provvisorio, trasporto e stoccaggio definitivo.

La soluzione individuata, già sperimentata con successo, prevede la cementazione diretta di soluzioni acquose neutre o debolmente alcaline. A tale scopo in IPU sarà realizzata una Scatola a Guanti (SaG) provvista dei relativi sistemi, strumenti ed apparecchiature necessari per la cementazione in forma omogenea di batch di rifiuti liquidi all'interno di fusti metallici.

<b>Relazione Tecnica di Processo</b>	<b>ELABORATO PU RL 00010</b>
Trattamento e condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia	<b>REVISIONE 00</b>



## 2. OGGETTO E SCOPO DEL DOCUMENTO

Oggetto della progettazione è una SaG all'interno della quale sarà implementato il processo di condizionamento, mediante cementazione, dei rifiuti liquidi acquosi stoccati presso IPU:

Scopo del presente documento è descrivere i componenti e le funzioni dell'impianto e il processo di condizionamento dei rifiuti al fine di progettare, realizzare, collaudare in fabbrica ed in sito una SaG all'interno della quale sarà implementato il processo di condizionamento, mediante cementazione, dei rifiuti liquidi acquosi stoccati presso IPU.

## 3. RIFERIMENTI

Di seguito sono elencati i documenti tecnici e la principale normativa di riferimento richiamata nel presente documento.

Per quanto riguarda la normativa di cui si dovrà tener conto nello sviluppo della progettazione e per la realizzazione di quanto oggetto del presente documento si rimanda alla Guida di Progetto PU RL 00006 [R1].

Per "normativa" si intende l'insieme delle leggi, delle guide, degli standard industriali e delle raccomandazioni, da seguire nell'ambito della progettazione e della realizzazione.

- [R1]. PU R 00006 "Guida di Progetto"
- [R2]. PU RL 00007 "Process Flow Diagram"
- [R3]. PU RL 00009 "Bilanci di materia e caratteristiche del fusto cementato"
- [R4]. Decreto 7 agosto 2015 – "Classificazione dei rifiuti radioattivi ai sensi dell'articolo 5 del decreto legislativo 4 marzo 2014, n. 45"
- [R5]. GE R 00121 "Qualificazione dei Processi di Condizionamento dei rifiuti di Terza categoria in matrice cementizia".
- [R6]. ENEA-DISP – "Guida Tecnica N° 26 – La gestione dei rifiuti radioattivi".
- [R7]. UNI 10621:2011 "Manufatti di rifiuti radioattivi condizionati – Caratterizzazione".
- [R8]. IAEA Safety Standards Series No. SSR-6 "Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material" 2012 Edition.

<b>Relazione Tecnica di Processo</b>	<b>ELABORATO PU RL 00010</b>
Trattamento e condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia	<b>REVISIONE 00</b>



## 4. OBIETTIVI DEL PROGETTO, CRITERI E DATI DI INPUT

### 4.1 Obiettivi del progetto

Obiettivo del progetto è il condizionamento di circa 300 litri di rifiuti liquidi acquosi alfa-contaminati, sia di natura basica che acida, classificabili come “Rifiuti radioattivi di media attività” secondo il Decreto 7 agosto 2015 [R4]. Il condizionamento avviene tramite cementazione del rifiuto in una nuova SaG da installare all’interno del laboratorio 41 di IPU.

Il processo di condizionamento consiste nella contemporanea adduzione di quantità predefinite di rifiuto liquido e cemento all’interno del fusto, al fine di immobilizzare i radionuclidi in una matrice cementizia avente caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche tali da garantirne la stabilità e durabilità nelle fasi di movimentazione e trasporto, stoccaggio temporaneo e smaltimento definitivo.

L’impasto avviene direttamente in un contenitore cilindrico (CC) dotato di girante a perdere (“in drum mixing and cementation”). Il volume interno utile del CC previsto è di circa 20 litri (volume geometrico pari a circa 30 litri).

Il manufatto prodotto dovrà rispettare i requisiti previsti ([R5], [R6] e [R7]) per il condizionamento di “Rifiuti radioattivi di media attività” e per tale scopo sarà condotto uno specifico programma di qualificazione.

### 4.2 Dati di input

I dati di input sono riportati nel documento PU RL 00006 - Guida di Progetto [R1].

### 4.3 Criteri generali di progetto

I criteri generali adottati per lo sviluppo della progettazione ed i criteri specifici per i singoli SSC sono riportati nel documento PU RL 00006 - Guida di Progetto [R1].

<b>Relazione Tecnica di Processo</b>	<b>ELABORATO PU RL 00010</b>
Trattamento e condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia	<b>REVISIONE 00</b>



## 5. DESCRIZIONE DEL PROCESSO

### 5.1 Generalità

La SaG per il trattamento e condizionamento dei rifiuti liquidi acquosi dell'Impianto Plutonio sarà realizzata all'interno del Locale 41 dell'Impianto Plutonio e sarà collegata ai sistemi di sicurezza ed ausiliari esistenti provvedendo, ove necessario, alle opportune modifiche e adattamenti al fine di garantirne il corretto funzionamento in condizioni di sicurezza.

Lo scopo del processo di trattamento e condizionamento è quello di immobilizzare il rifiuto all'interno di una matrice solida avente caratteristiche di durabilità e resistenza tali da renderla idonea alle operazioni di movimentazione, stoccaggio provvisorio, trasporto e smaltimento definitivo.

Ai fini della individuazione delle corrette modalità di pre-trattamento e cementazione dei liquidi in oggetto, è prevista l'esecuzione di una campagna di qualificazione volta alla verifica dei criteri previsti per il condizionamento di "Rifiuti radioattivi di media attività" ([R5], [R6] e [R7]).

### 5.2 Trattamento e condizionamento

I rifiuti liquidi acquosi stoccati in IPU possono essere suddivisi in due correnti principali:

- Corrente acquosa alcalina: essenzialmente costituita da soluzioni di carbonati ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  e  $\text{Na}_4[\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3]$ ) ed è caratterizzata dalla presenza di Plutonio (concentrazione massima ~ 0.6 g/l) ed Uranio (concentrazione massima ~ 10 g/l).
- Corrente acquosa acida: essenzialmente costituita da soluzioni di nitrati ( $\text{HNO}_3$  e  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ ) ed è caratterizzata dalla presenza di Plutonio (concentrazione massima ~ 0.20 g/l) ed Uranio (concentrazione massima ~ 340 g/l).

Le ipotesi alla base dello sviluppo del progetto (rif. [R3]) prevedono la cementazione diretta della corrente alcalina e un pre-trattamento di alcalinizzazione della soluzione acida.

Per la definizione del processo di trattamento (alcalinizzazione della soluzione acida) e condizionamento (cementazione) per ciascuna delle correnti di rifiuto considerate (acida e alcalina), sono state analizzate le problematiche specifiche legate alla diversità chimico-fisica di ciascuna corrente.

In particolare le caratteristiche specifiche che risultano avere effetti sul processo di trattamento/condizionamento sono:

<b>Relazione Tecnica di Processo</b>	<b>ELABORATO PU RL 00010</b>
Trattamento e condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia	<b>REVISIONE 00</b>



- acidità;
- elementi disciolti in soluzione.

L'acidità è un parametro importante per diversi fattori:

- influenza il bilancio di materia nel processo di neutralizzazione;
- determina la variazione della temperatura durante il processo di alcalinizzazione (la reazione di neutralizzazione di soluzioni acide per acido nitrico è un processo fortemente esotermico);
- guida la scelta dei materiali dei componenti dell'impianto che entrano in contatto con le soluzioni acide in temperatura.

Gli elementi disciolti in soluzione, quali nitrati e uranio, partecipano direttamente alla reazione di alcalinizzazione e sono quindi computati nei bilanci di materia per la valutazione della quantità di soluzione da impiegare per neutralizzare il liquido da cementare. Inoltre, la presenza di tali elementi è da considerare nella formulazione della ricetta di cementazione al fine di garantire il rispetto dei requisiti proposti per il prodotto finale condizionato ("waste form").

Per quanto riguarda le soluzioni alcaline, si ipotizza di poterle cementare direttamente, senza necessità di prevedere trattamenti preliminari, mentre per le soluzioni acide si ipotizza un pre-trattamento finalizzato all'alcalinizzazione delle stesse.

Al fine di individuare le più idonee modalità di pre-trattamento e cementazione delle soluzioni in esame, è prevista l'esecuzione di una campagna di pre-qualificazione e successiva qualificazione del processo di condizionamento in cui saranno indicate le prove ed i requisiti richiesti alla waste form.

Il programma sperimentale sarà eseguito su un rifiuto liquido simulante il rifiuto reale nei suoi macrocomponenti, quelli cioè che possono avere influenza nel processo di cementazione e che saranno individuati sulla base dei risultati della caratterizzazione chimico-fisica in programma.

### 5.2.1 Alcalinizzazione delle soluzioni acide

Come noto, le soluzioni acide, per poter essere cementate, debbono essere neutralizzate.

Al tal fine è stato ipotizzato come reagente l'idrossido di sodio. La concentrazione della soluzione sarà definita a valle delle prove di pre-qualifica e qualifica del processo. Allo stato attuale (vedi rif. [R3]) sono state ipotizzate due soluzioni possibili (NaOH concentrato circa al 50% (19 M) e NaOH diluito (4M)).

La reazione di alcalinizzazione avviene secondo il seguente schema che contempla le

<b>Relazione Tecnica di Processo</b>	<b>ELABORATO PU RL 00010</b>
Trattamento e condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia	<b>REVISIONE 00</b>



principali reazioni considerate, che potranno essere confermate o integrate a valle dei risultati della caratterizzazione chimico-fisica prevista:

- 1)  $\text{HNO}_3 + \text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $2 \text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 + 6 \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7 + 3 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{NaNO}_3$

La molarità della soda e le modalità di alcalinizzazione (definite a valle delle prove preliminari in fase di pre-qualifica del processo) saranno stabilite con l'obiettivo di minimizzare il volume della soluzione da cementare e quindi il numero finale di manufatti prodotti, e di contenere l'esotermicità della reazione a valori tali da non necessitare di soluzioni impiantistiche che richiedano particolari specifiche (es. sistema di refrigerazione).

L'alcalinizzazione risulta essere un'operazione particolarmente delicata a causa della presenza di elevate concentrazioni di uranio, che, in ambiente neutro o debolmente alcalino, forma composti insolubili.

Sulla base di precedenti esperienze condotte nell'ambito della qualifica del processo Cemex, con riferimento al rifiuto CANDU caratterizzato dalla presenza di elevate concentrazioni di nitrato di uranile (circa 63 g/l come U), si è scartata a priori la possibilità di utilizzare, per l'alcalinizzazione della soluzione, carbonato di sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), che forma tricarbonato di uranile, solubile, secondo la reazione:



principalmente per i seguenti motivi:

- non si ottiene una soddisfacente solubilizzazione dell'uranio e si necessitano forti volumi di soluzione di carbonato sodico;
- la reazione tra carbonato e acido nitrico causa (per effetto dello sviluppo di  $\text{CO}_2$ ) la formazione di schiume.

Si è pertanto preferito ipotizzare come alcalinizzante l'idrossido di sodio.

In questo caso l'uranio precipita totalmente come diuranato sodico ( $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$ ), ma la consistenza di tale precipitato (di forma polverulenta, facilmente mantenibile in sospensione mediante agitazione) è tale da non porre alcun problema di trasferimento o movimentazione (fatto ben noto in quanto la precipitazione dell'uranio come diuranato è uno dei metodi più usati nella produzione industriale dell'uranio dal minerale di origine). D'altra parte, la cementazione di sospensioni acquose è anch'essa largamente sperimentata in campo nucleare.

### 5.2.2 Cementazione omogenea

La cementazione omogenea è il processo di condizionamento scelto per le soluzioni

<b>Relazione Tecnica di Processo</b>	<b>ELABORATO PU RL 00010</b>
Trattamento e condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia	<b>REVISIONE 00</b>



acquose dell'Impianto Plutonio e sarà eseguita in fusti di opportuno volume con girante a perdere (tipo MOWA).

La matrice prodotta dal processo di condizionamento avrà caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche tali da garantirne la stabilità e la durabilità nelle fasi di movimentazione e trasporto, stoccaggio temporaneo e smaltimento definitivo.

Le ricette di cementazione delle soluzioni saranno messe a punto nell'ambito della prevista attività di pre-qualifica e qualifica del processo di condizionamento.

Al fine di semplificare il processo e operarlo su piccola scala, si ipotizza di condizionare soluzioni costituite da batch di rifiuto liquido di volume tale da poter essere facilmente gestito all'interno della SaG (batch da circa 10 litri). I batch saranno definiti con l'obiettivo di contenere la variabilità di composizione chimica e radiologica all'interno di un range di tolleranza per la ricetta di cementazione, stabilito nell'ambito delle prove di qualifica.

In prima ipotesi (da confermare a valle delle attività di caratterizzazione) le due correnti di rifiuto (acida e alcalina) saranno considerate distintamente e per ciascuna verrà individuata la migliore ricetta di cementazione.

Nel documento di cui al Rif. [R3] sono ipotizzate delle ricette di cementazione ed è di conseguenza stimato il numero di manufatti finali prodotti.

## 6. DESCRIZIONE FUNZIONALE DELLA SaG

### 6.1 Generalità

La SaG, fisicamente ubicata all'interno del Laboratorio 41 dell'Impianto Plutonio, è progettata per il trattamento e condizionamento, mediante cementazione omogenea, delle soluzioni acquose attualmente stoccate all'interno dell'Impianto stesso.

All'interno della SaG saranno presenti un serbatoio strumentato per la raccolta del batch di rifiuto che, eventualmente, dovrà essere pretrattato (neutralizzazione) prima di essere cementato, un serbatoio strumentato per la raccolta del batch di rifiuto liquido da cementare, pompe per le operazioni di trasferimento del rifiuto liquido e tutte le attrezzature ed ausiliari di funzionamento e controllo necessari per le operazioni di trattamento, condizionamento, controllo e movimentazione.

La SaG è caratterizzata da due distinte aree di confinamento:

- confinamento primario nella zona superiore della SaG (area di cementazione);

<b>Relazione Tecnica di Processo</b>	<b>ELABORATO PU RL 00010</b>
Trattamento e condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia	<b>REVISIONE 00</b>



- confinamento secondario nella zona inferiore della SaG (area di movimentazione). Tale zona è normalmente non contaminata.

La SaG sarà collegata all'ambiente esterno tramite un sistema di doppie porte (SAS) che, aprendosi alternativamente, consentono il mantenimento dei previsti livelli di depressione imposti mediante il sistema di ventilazione.

L'area di cementazione (realizzata nella parte superiore della Scatola a Guanti) sarà costituita principalmente dai seguenti componenti:

- una struttura scatolare costituita da un telaio metallico e pannelli trasparenti posta su un'intelaiatura metallica di sostegno;
- serbatoi, pompe e strumenti come descritti al successivo § 6.2;
- una serie di passaggi quantati;
- penetrazioni per rendere disponibili all'interno le utenze (ad esempio l'alimentazione elettrica) utili alle varie attività;
- un'apertura (bag-port) di adeguate dimensioni per l'introduzione, con la tecnica del "sacco saldato", dei contenitori di rifiuti liquidi (volume circa 10 litri) e delle attrezzature eventualmente necessarie;
- un'apertura (bag-port) di adeguate dimensioni per l'estrazione dei rifiuti solidi prodotti dal processo;
- un'apertura per l'attacco del fusto alla SaG mediante sistema di accoppiamento a tenuta alfa;
- una penetrazione dotata di doppia valvola (sia all'interno che all'esterno) per il passaggio del tubo di adduzione del cemento.

Le aperture sopra menzionate potranno essere utilizzate anche per le eventuali fasi di manutenzione ordinaria e/o straordinaria su componenti interni che prevedano l'estrazione di quest'ultimi e/o di parti di essi (serbatoi esclusi).

L'area di movimentazione (parte inferiore della Scatola a Guanti) sarà costituita principalmente dai seguenti componenti:

- un SAS per l'accesso del fusto all'interno del confinamento secondario;
- una serie di passaggi quantati, di cui uno utilizzabile come apertura (bag-port) per l'introduzione/estrazione, con la tecnica del "sacco saldato", dei componenti interni al confinamento secondario e degli strumenti e/o attrezzature eventualmente necessarie nel corso delle attività previste (es. strumenti

<b>Relazione Tecnica di Processo</b>	<b>ELABORATO PU RL 00010</b>
Trattamento e condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia	<b>REVISIONE 00</b>



necessari all'esecuzione di smear test) o per eventuali fasi di manutenzione ordinaria e/o straordinaria che prevedano l'estrazione di componenti, e/o di parte di essi dall'interno dell'area di movimentazione;

- penetrazioni per rendere disponibili all'interno le utenze (ad esempio l'alimentazione elettrica) utili alle varie attività;
- una serie di rulliere di movimentazione;
- un sistema di sollevamento del fusto.

## 6.2 Componenti

Con riferimento allo schema di cui al Rif. [R2] i principali componenti previsti all'interno della SaG sono quelli qui di seguito elencati e sommariamente descritti.

- Serbatoio di omogeneizzazione BL001: cilindrico ad asse verticale e fondo bombato, di capacità utile pari a circa 20 lt, realizzato in acciaio inox, provvisto di *agitatore meccanico MX021*, *sistema di campionamento S001*, misuratore di livello e sonda di pH. All'interno di tale serbatoio viene travasato il rifiuto liquido introdotto manualmente all'interno della SaG attraverso *l'apertura a doppio sacco BG001* (in contenitori in PE dal volume pari a circa 10 lt).  
In tale serbatoio viene previsto anche il travaso di rifiuto acido opportunamente neutralizzato all'interno del serbatoio di neutralizzazione descritto al punto successivo.
- Serbatoio di neutralizzazione BL002: cilindrico ad asse verticale e fondo bombato, di capacità utile pari a circa 20 lt, realizzato in acciaio inox, provvisto di *agitatore meccanico MX022*, di misuratore di livello, di sonda di pH e di sonda di temperatura, introdotte queste ultime per monitorare in continuo il processo di alcalinizzazione  
In tale serbatoio infatti viene eseguita la neutralizzazione dei rifiuti liquidi acidi. A tale scopo è trasferita, mediante la *Pompa dosatrice P003*, una soluzione di soda (introdotta manualmente all'interno della SaG in un contenitore di opportuno volume).

Entrambi i serbatoi sopra menzionati saranno equipaggiati con opportuno sistema di pesatura.

- Pompa P001: avente le seguenti funzioni:
  - Trasferimento del rifiuto liquido dai contenitori introdotti manualmente nella

<b>Relazione Tecnica di Processo</b>	<b>ELABORATO PU RL 00010</b>
Trattamento e condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia	<b>REVISIONE 00</b>



SaG al serbatoio BL001 per l'omogeneizzazione o al serbatoio BL002 per la neutralizzazione.

- Rilancio del liquido eventualmente sversato e raccolto nel pozzetto della vasca di drenaggio al serbatoio BL001 o BL002.
- Pompe P002.A/B: aventi le seguenti funzioni:
  - Ricircolo del rifiuto liquido all'interno del serbatoio BL001
  - Ricircolo del rifiuto neutralizzato all'interno del serbatoio BL002
  - Trasferimento del rifiuto liquido dal serbatoio BL002 al BL001 e viceversa
  - Alimentazione del rifiuto omogeneizzato dal serbatoio BL001 al fusto
  - Lavaggio della linea di adduzione del rifiuto al fusto mediante acqua, inserita manualmente nella SaG all'interno di un contenitore di opportuno volume.
- Testa di cementazione X002 in acciaio inox: essa consente l'accoppiamento con il fusto, l'ingresso del rifiuto liquido e del cemento nel fusto, il mescolamento mediante la girante a perdere ed il collegamento al sistema di ventilazione della SaG.
- Cappa di aspirazione K001 in acciaio inox: viene azionata durante la fase di maturazione dell'impasto, prevenendo la dispersione di eventuali aerosol contaminati.
- Filtro a maniche F001: per la filtrazione dell'aria aspirata dal fusto durante la fase di miscelazione tra cemento e rifiuto liquido. Per esso si prevede un sistema di pulizia per iniezione pulsata di aria compressa in retroflusso.
- Sistema di caricamento e dosaggio del cemento in polvere: costituito da un sistema di caricamento manuale del cemento BL004, una tramoggia di dosaggio BL003 equipaggiata con opportuno sistema di pesatura WI003 e coclea di trasferimento MX014.
- Apertura a doppio sacco BG001: utilizzata per l'introduzione dei contenitori contenenti i rifiuti liquidi da trattare e condizionare, dell'acqua per i lavaggi e della soda per la neutralizzazione. La suddetta apertura è provvista di doppia porta (sistema SAS).
- Apertura a doppio sacco BG003: utilizzata per l'introduzione/estrazione dei materiali necessari all'esecuzione di smear test e di componenti e attrezzature utili allo svolgimento delle attività previste.
- Apertura a doppio sacco BG004: utilizzata per l'estrazione dei rifiuti solidi dalla SaG. Tale apertura dotata di porta interna sarà direttamente collegata ad un fusto da 200 lt tramite tubazione corrugata flessibile.

<b>Relazione Tecnica di Processo</b>	<b>ELABORATO PU RL 00010</b>
Trattamento e condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia	<b>REVISIONE 00</b>



- Apertura a tenuta alfa BG002: apertura per l'attacco del fusto alla SaG mediante sistema di accoppiamento a tenuta alfa.
- Liner di contenimento delle perdite in acciaio inox: posizionato al di sotto di tutti i serbatoi e pompe sopra menzionati, con pozzetto di raccolta allarmato e pompa P001 di rilancio ai serbatoi BL001 o BL002.
- Vassoio X001 in acciaio inox: con il compito di agevolare il posizionamento e la movimentazione del fusto e di permetterne il centraggio e quindi il corretto accoppiamento con l'apertura a tenuta alfa e con la testa di cementazione.
- Sistema di rulliere motorizzate in acciaio inox per la movimentazione del sistema fusto-vassoio, comprendente:
  - rulliera RL001, posizionata nel SAS di ingresso/uscita dalla SaG, sulla quale verrà posizionato (con idoneo sistema di movimentazione es. transpallet) l'assieme fusto-vassoio da cui verranno estratti i manufatti dopo maturazione e a valle dei controlli di contaminazione;
  - rulliera RL002, per il transito dell'assieme fusto-vassoio all'interno della zona di confinamento secondario;
  - rulliera RL003, equipaggiata con il *sollevatore a martinetto X003*, per il centraggio del fusto sotto la testa di cementazione;
  - rulliera RL004: svolge la funzione di stazione di pesatura e postazione di controllo radiologico (prima dell'uscita dall'area operativa) del manufatto.

### 6.3 Funzionamento

Le operazioni principali che verranno svolte nella SaG sono descritte di seguito:

1. Introduzione all'interno della SaG dei contenitori dei rifiuti liquidi da condizionare (dal volume pari a circa 10 litri);
2. Travaso del rifiuto liquido all'interno di uno dei due serbatoi (BL001 o BL002);
3. Eventuale alcalinizzazione dei rifiuti liquidi acidi;
4. Introduzione dell'insieme fusto-vassoio nella zona inferiore della SaG attraverso il SAS;
5. Movimentazione del vassoio in corrispondenza dell'apertura a tenuta alfa (BG002), sollevamento dello stesso a mezzo del sistema a martinetti e accoppiamento del fusto con la stessa;
6. Accoppiamento della testa di cementazione al fusto;
7. Trasferimento contemporaneo del rifiuto liquido e del cemento e cementazione

<b>Relazione Tecnica di Processo</b>	<b>ELABORATO PU RL 00010</b>
Trattamento e condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia	<b>REVISIONE 00</b>



omogenea all'interno del fusto con girante a perdere;

8. Stagionatura del fusto cementato;
9. Disaccoppiamento del fusto dalla SaG e suo trasferimento in corrispondenza della postazione di pesatura e controllo di eventuale contaminazione superficiale asportabile;
10. Decontaminazione del collo eventualmente contaminato;
11. Movimentazione del fusto cementato mediante il sistema di rulliere fino alla fuoriuscita dalla SaG, attraverso il SAS, e chiusura del coperchio esterno.

I manufatti prodotti saranno opportunamente stoccati in sito in attesa del conferimento a Deposito Nazionale.

Si riporta, di seguito, una breve descrizione delle fasi appena elencate.

#### Introduzione rifiuti liquidi:

L'operazione viene eseguita manualmente dall'operatore che provvede all'inserimento dei contenitori contenenti il liquido da trattare all'interno della SaG, attraverso l'apertura a doppio sacco BG001.

Una volta introdotto, il contenitore viene posizionato in prossimità dell'apertura stessa.

#### Travasamento del rifiuto:

Tale operazione comporta:

- L'apertura manuale del contenitore di rifiuto liquido e centraggio del pescante sul contenitore. Inserimento del pescante nel contenitore stesso ed apertura della valvola di intercettazione;
- La predisposizione del circuito (apertura/chiusura delle opportune valvole) per il travaso in uno dei serbatoi BL001 (per i liquidi da inviare direttamente alla cementazione) o BL002 (per i liquidi che richiedono un pre-trattamento di alcalinizzazione prima della cementazione);
- L'avviamento della pompa P001 e dell'agitatore MX021 oppure MX022 (in funzione del serbatoio in fase di riempimento);
- Al termine del trasferimento (contenitore vuoto), la chiusura della valvola di intercettazione del pescante e rimozione del pescante dal contenitore.

Sulla base di quanto assunto per lo sviluppo dei bilanci di materia [R3], il batch di rifiuto da trattare per singola cementazione è costituito da un volume di circa 10 litri corrispondente allo svuotamento di un contenitore di liquido.

<b>Relazione Tecnica di Processo</b>	<b>ELABORATO PU RL 00010</b>
Trattamento e condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia	<b>REVISIONE 00</b>



### Gestione dei contenitori svuotati:

Il contenitore di rifiuto liquido, una volta svuotato, viene lavato manualmente dall'operatore con il minimo di acqua necessaria.

La soluzione di lavaggio viene collezionata in un contenitore di raccolta waste liquidi di opportuno volume, posizionato all'interno della SaG. Una volta raggiunto il volume minimo necessario per la costituzione di un batch di trattamento (circa 10 litri) anche questa soluzione viene travasata nel serbatoio BL001 o BL002 per la cementazione.

Il contenitore vuoto viene tagliato manualmente dall'operatore e i pezzi vengono collezionati in una vaschetta di raccolta waste solidi posizionata all'interno della SaG.

Periodicamente i rifiuti solidi prodotti vengono estratti dalla SaG mediante l'apertura BG004 e collezionati all'interno del fusto esterno di raccolta rifiuti solidi e gestiti nell'ambito delle normali operazioni di Sito.

### Alcalinizzazione delle soluzioni acide:

Nell'eventualità in cui il rifiuto in ingresso alla SaG necessita di un pre-trattamento di alcalinizzazione si prevedono le seguenti operazioni:

- Predisposizione del batch da alcalinizzare nel serbatoio BL002 secondo la sequenza di travaso precedentemente descritta;
- Introduzione manuale della soluzione di NaOH (in un contenitore di opportuno volume e a molarità definita) all'interno della SaG attraverso il passaggio a doppio sacco BG001. Inserimento del pescante nel contenitore stesso ed apertura della valvola di intercettazione
- predisposizione del circuito (apertura/chiusura delle opportune valvole) per il travaso nel serbatoio BL002;
- impostazione della quantità di NaOH da dosare;
- avviamento della pompa P003.

L'andamento della reazione di alcalinizzazione è monitorato tramite la sonda di pH prevista nel serbatoio BL002.

L'aumento di temperatura, associato alla reazione esotermica di alcalinizzazione, è controllato mediante una sonda di temperatura che arresta la pompa P003 al superamento di un valore di soglia pre-impostato.

### Introduzione e accoppiamento fusto:

Dopo l'apertura manuale del portello esterno del SAS di ingresso/uscita fusti, il fusto

<b>Relazione Tecnica di Processo</b>	<b>ELABORATO PU RL 00010</b>
Trattamento e condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia	<b>REVISIONE 00</b>



alloggiato sul vassoio, sprovvisto del coperchio esterno<sup>1</sup>, è posizionato sulla rulliera motorizzata RL001.

Dopo il transito sulla rulliera RL002, il fusto (adagiato e centrato nel suddetto vassoio) passa sulla rulliera RL003 dove, tramite il sollevatore a martinetto X003, viene elevato fino a portare la flangia del fusto a contatto dell'apertura a tenuta alfa. A questo punto l'operatore provvede a bloccare il fusto tramite rotazione della flangia del sistema di accoppiamento.

La porta BG002 aggancia il coperchio interno del fusto (primo coperchio) e lo solleva. Il primo coperchio del fusto resta quindi agganciato alla porta del sistema a tenuta alfa e mostra solo la faccia inferiore verso l'area di cementazione della SaG, mentre la faccia superiore è protetta da eventuale contaminazione. A questo punto l'operatore comanderà l'abbassamento della testa di cementazione X002 che realizzerà l'accoppiamento delle connessioni del rifiuto liquido, della polvere di cemento, della testa della girante e dell'estrazione dell'aria (vent).

### Cementazione:

Per avviare la sequenza di cementazione devono essere verificate le seguenti condizioni:

- nel serbatoio di omogeneizzazione BL001 deve essere presente il quantitativo di rifiuto liquido previsto dalla "ricetta" di cementazione che sarà messa a punto in fase di qualifica;
- nella tramoggia deve essere presente un quantitativo di polvere di cemento pari a quello previsto in base alla ricetta di cementazione;
- nella SaG deve essere presente l'acqua di lavaggio necessaria per la pulizia della pompa e della linea di adduzione del rifiuto liquido;
- il fusto deve essere agganciato sotto la testa di cementazione X002.

Verificate le condizioni di cui al punto precedente, si può procedere con le seguenti operazioni:

- avvio del motore elettrico della testa di cementazione e della rotazione della girante;
- azionamento della pompa P002A o P002B e trasferimento del rifiuto dal serbatoio BL001 all'interno del fusto;
- azionamento del motovibratore della tramoggia, del sistema rompigrumi e della coclea di trasferimento del cemento.

Completato il trasferimento del rifiuto liquido e del cemento, si procede al lavaggio del

<sup>1</sup> Il fusto è dotato di due coperchi: uno intero che si collega con l'apertura a tenuta alfa e uno esterno che viene posizionato al termine delle attività di cementazione dall'operatore.

<b>Relazione Tecnica di Processo</b>	<b>ELABORATO PU RL 00010</b>
Trattamento e condizionamento dei Rifiuti Liquidi Acquosi stoccati presso l'Impianto Plutonio (IPU) della Casaccia	<b>REVISIONE 00</b>



tratto terminale della tubazione di trasferimento liquido con acqua contenuta in un contenitore precedentemente inserito nella SaG attraverso il passaggio a doppio sacco. L'acqua viene trasferita mediante la stessa pompa P002A o P002B precedentemente utilizzata per le operazioni di trasferimento del liquido al fusto, così da effettuare anche il lavaggio della pompa stessa. Il quantitativo di acqua da trasferire è determinato pre-impostando le soglie di livello minimo e massimo sul misuratore alloggiato nel contenitore.

Anche la linea di adduzione del cemento viene lavata con flussaggio di aria compressa.

#### Stagionatura fusto cementato:

La maturazione della matrice cementizia (circa 24 ore) avviene con il fusto accoppiato all'area di cementazione della SaG e prevede che, completata l'omogeneizzazione dell'impasto all'interno del fusto, si proceda al sollevamento della testa di cementazione e al posizionamento della cappa di aspirazione K001 sopra il fusto al fine di limitare la dispersione degli aerosol prodotti all'interno della SaG.

#### Controlli finali:

Terminate le 24 ore di maturazione, il fusto viene disaccoppiato dalla porta a tenuta alfa e movimentato sulla rulliera RL004 per le misure di peso e di eventuale contaminazione superficiale asportabile.

L'operatore provvede manualmente (tramite i passaggi guantati e l'apertura a doppio sacco BG003) ad eseguire lo smear test sulla superficie del fusto.

Nell'eventualità in cui lo stesso dovesse risultare superficialmente contaminato, nella stessa posizione si procederà alla decontaminazione manuale del collo mediante utilizzo di tamponi imbevuti di soluzione decontaminante.

Al termine dei controlli il fusto viene fatto uscire tramite lo stesso portello SAS di ingresso e l'operatore provvede alla chiusura manuale del fusto imbullonando il coperchio esterno prima del suo trasferimento alla zona di stoccaggio in sito.