

Attuazione del piano di intervento prefettizio per le sorgenti orfane presso un impianto termovalorizzatore

Campi F., Porta A.

Dipartimento di Energia – sezione Nucleare

Politecnico di Milano, via La Masa 34, 20156 Milano

fabrizio.campi@polimi.it; alessandro.porta@polimi.it

Il Decreto Legislativo n. 52 del 2007, all'art.14 comma 1, prevede che il Prefetto predisponga schemi di piano d'intervento tipo per la messa in sicurezza in caso di rinvenimento o di sospetto di presenza di sorgenti orfane nel territorio della provincia, avvalendosi del Comando dei Vigili del Fuoco (VVF), dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), dell'Azienda Sanitaria Locale (ASL) e, se del caso, della Direzione Provinciale del Lavoro.

Di conseguenza nel 2008 il Prefetto di Milano, come quelli di altre province, ha emanato un proprio piano di intervento, nello spirito della legge citata.

Tale piano prevede che in caso di ritrovamento possano essere detentori di sorgenti orfane anche quegli impianti che, pur in assenza di uno specifico obbligo di legge, effettuano il controllo radiometrico del materiale in ingresso (ad esempio impianti di trattamento dei rifiuti urbani, termovalorizzatori, etc.) e che tali soggetti dovrebbero disporre di un esperto qualificato e di procedure di intervento per la gestione dei ritrovamenti.

Poiché l'attivazione del piano di intervento può essere provocata, tra le altre situazioni, anche da rinvenimento di sorgenti orfane durante un controllo radiometrico nei carichi in ingresso, le Aziende nelle quali sono operativi sistemi per la rilevazione della radioattività nei materiali dovranno dotarsi preventivamente di procedure di emergenza e di gestione degli allarmi diversificate in funzione del rischio. Infine il Prefetto dà come indicazione che tali protocolli siano concordati con VVF, ARPA e ASL, in quanto devono prevedere, nei casi in cui non si possa escludere un pericolo per la pubblica e privata incolumità, l'attivazione immediata dei citati Enti.

In questo contesto si è reso necessario applicare il Piano Prefettizio anche all'impianto Termovalorizzatore Silla 2 dell'azienda A2A sito in Milano, rientrante nell'elenco delle aziende che effettuano controlli radiometrici sui carichi in ingresso. Ciò ha comportato la redazione di opportune procedure, con ripercussioni anche sulle strutture del sito. Nel lavoro sono illustrate le procedure adottate e gli adeguamenti strutturali messi in atto nell'impianto.

INTRODUZIONE

Nell'area nord ovest di Milano è presente un impianto termovalorizzatore dell'azienda A2A S.p.A. denominato "Silla 2" che viene alimentato prevalentemente con rifiuti solidi urbani (RSU). Sin dal primo anno di esercizio dell'impianto (2004) è stato installato al suo ingresso un sistema radiometrico fisso (fig. 1, portale radiometrico ThermoFisher Scientific, mod. FHT 1388T) per il controllo dei carichi conferiti, come richiesto nell'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA). Sono state stilate delle procedure operative interne volte a descrivere le modalità di gestione di tutte le fasi relative al controllo radiometrico, in particolare quelle successive ad un allarme al portale, diversificate in funzione del grado di severità dell'evento.

Nel 2008 il Prefetto di Milano, in ottemperanza all'art. 14 comma 1 del Decreto Legislativo n. 52 del 2007 (Decreto Legislativo sulle sorgenti orfane), ha provveduto a emanare un proprio piano di intervento nel caso di ritrovamento di sorgente orfana. Tale piano prevede che le aziende che effettuano controlli radiometrici sui carichi in ingresso al proprio impianto si dotino di procedure di emergenza interne, condivise con gli Enti coinvolti, per far fronte alla fase iniziale successiva al ritrovamento della sorgente orfana. Qui di seguito verranno illustrate le procedure adottate e i conseguenti adeguamenti strutturali messi in opera presso l'impianto.

Figura 1 – Sistema radiometrico fisso in ingresso al Termovalorizzatore “Silla 2”



MATERIALI E METODI

LE PROCEDURE OPERATIVE DI GESTIONE EVENTI NORMALI

Le procedure interne descrivono quali sono le azioni da intraprendere a seguito di un allarme al portale radiometrico. Una volta confermato l'allarme tramite un secondo transito del veicolo dal portale, l'evento viene preso in gestione da un operatore chiamato Addetto Gestione Eventi (AGE). Questi dispone che l'autista posizioni il veicolo in un'area apposita ed effettua rilievi radiometrici esterni al carico al fine di localizzare su di esso le zone di anomalia radiometrica, di caratterizzarle in termini di intensità di dose (con misure a contatto, a 1 metro e a 2,5 metri) e, se possibile, di identificare i radionuclidi gamma emettitori presenti. In ogni fase l'intensità di dose ($\dot{H}^*(10)$) rilevata dall'AGE deve mantenersi al di sotto di un valore predefinito ($S1=2.3 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$); nel caso di superamento l'AGE dovrà interrompere la sua attività e informare tempestivamente l'Esperto Qualificato (EQ). Qualora l'intensità di dose superasse un valore predefinito ancora maggiore ($S3=50 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$), l'evento si configurerebbe come emergenza e si attiverebbe la relativa procedura (si veda il paragrafo “Le procedure operative di gestione degli eventi emergenziali”).

Nel caso in cui non si riscontrasse un superamento di $S1$ in alcun punto, l'AGE procederebbe allo scarico del veicolo, con lo scopo di ritrovare e isolare il materiale radioattivo contenuto. In ogni momento di questa fase di ricerca e caratterizzazione, l'intensità di dose dovrà sempre mantenersi inferiore ad un valore prefissato ($S2=20 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$), in caso contrario l'AGE interromperà l'attività informando tempestivamente l'EQ. Il materiale radioattivo isolato dal resto del carico sarà caratterizzato in termini di massa, intensità di dose a un metro di distanza e natura del radionuclide contenuto. Infine tale materiale verrà introdotto in un fusto di plastica con tappo a tenuta ermetica, sul quale verrà applicata una scheda riportante i dati rilevanti del ritrovamento.

LA GESTIONE DEI RITROVAMENTI

Nota la massa del materiale, il radionuclide contaminante e l'intensità di dose a un metro, è possibile stimare la data in cui la concentrazione di attività scenderà al di sotto di $1 \text{ Bq}\cdot\text{g}^{-1}$, condizione necessaria per poter smaltire come rifiuto convenzionale il materiale contaminato con radionuclidi aventi tempo di dimezzamento inferiore a 75 giorni (art. 154, comma 2 D.Lgs. 230/95 e s.m.i.). Per i radionuclidi che non rientrano in tale categoria, viene effettuata la dovuta comunicazione agli Enti competenti e si avviano le pratiche di smaltimento tramite operatori autorizzati del Servizio Integrato. Nell'attesa del loro destino, tutti i fusti (fig. 2) vengono temporaneamente conservati in un locale (denominato "locale stoccaggio ritrovamenti") appositamente realizzato (fig. 3), le cui caratteristiche principali sono:

- Buona capacità schermante della struttura verso campi di radiazione gamma;
- Assenza di passaggi diretti dall'interno verso l'esterno che possano costituire vie di fuga per la radiazione;
- Facilità di decontaminazione delle superfici interne di appoggio;
- Areazione forzata per evitare l'accumulo di gas molesti e/o nocivi;
- Contenitore schermante interno per sorgenti intense;
- Pozzetto di raccolta dei liquidi per sversamenti accidentali;
- Sistema rilevazione principio d'incendio.
- Dispositivi di presidio antincendio;
- Accessibilità garantita a carichi pesanti/ingombranti;
- Presenza in prossimità del locale di telefono di emergenza;
- Segregazione e regolamentazione area di accesso al locale.

In particolare, per poter garantire una migliore capacità schermante nel caso di isolamento di sorgenti gamma emittitrici intense, all'interno del locale è stato posizionato un pozzetto schermante (fig. 4) in calcestruzzo avente un volume utile di circa 100 litri.

Figura 2 – Fusti contenenti i materiali ritrovati conservati nel locale di stoccaggio

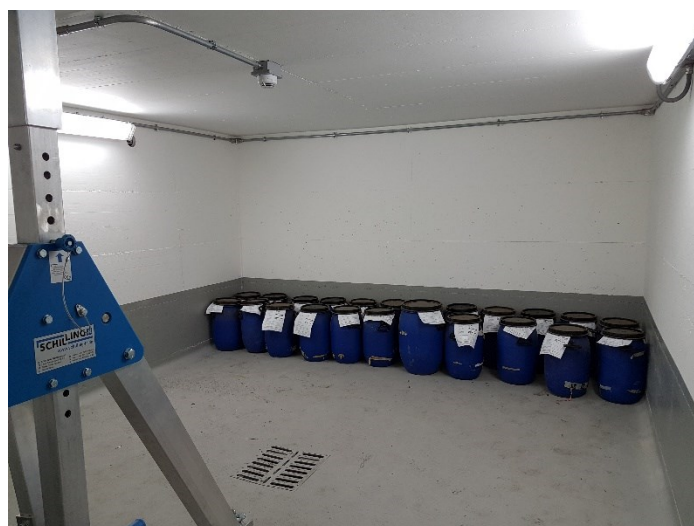


Figura 3 – Planimetria e costruito del locale stoccaggio ritrovamenti

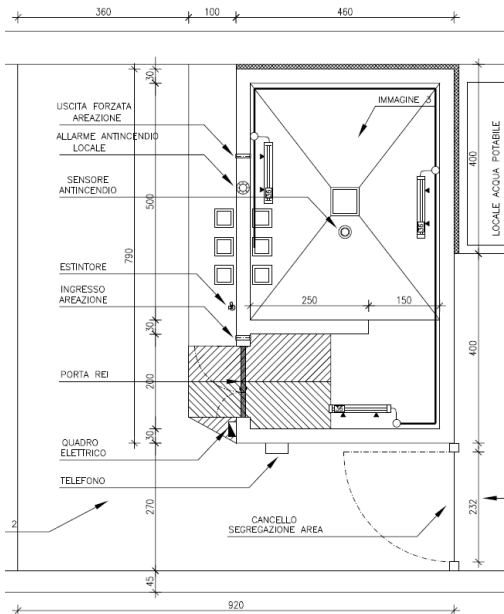


Figura 4 – Pozzetto schermante posizionato nel locale di stoccaggio ritrovamenti



LE PROCEDURE OPERATIVE DI GESTIONE DEGLI EVENTI EMERGENZIALI

Il valore di intensità di dose S3, superato il quale l'evento viene classificato emergenza, è stato fissato in procedura secondo il criterio qui di seguito illustrato. L'area in cui vengono parcheggiati i

veicoli che hanno dato luogo ad allarme al portale (fig. 5) si trova all'inizio del piazzale di scarico, caratterizzato da pavimentazione impermeabile e copertura sovrastante.

Posizionato il veicolo, la zona circostante viene delimitata in modo tale che al di fuori l'intensità di dose si mantenga inferiore a $0.5 \mu\text{Sv/h}$, cioè inferiore a 1 mSv/anno , assumendo per l'anno 2000 ore lavorative. Tuttavia la massima distanza a cui si può posizionare una transenna senza interferire con le attività lavorative del piazzale è di soli 10 m, quindi quando a tale distanza dal carico l'intensità di dose supera $0.5 \mu\text{Sv/h}$, il veicolo non può più essere stazionato su quest'area e deve essere attivata la procedura di emergenza. Pertanto si è reso necessario individuare una nuova zona di parcheggio per il veicolo che garantisse maggiori distanze dalle aree in cui si svolgono attività lavorative. All'interno del sito d'impianto non sono disponibili spazi liberi con tale caratteristica, quindi A2A ha individuato un'area (verde) di sua proprietà nelle immediate vicinanze dell'impianto, ma esterna al sito. Qui A2A ha realizzato una strada di accesso carrabile per veicoli pesanti di grosse dimensioni che termina con una platea di calcestruzzo dotata di un pozzetto centrale di raccolta liquidi connesso, tramite una valvola a tre vie, ad un serbatoio di raccolta interrato. In alternativa la valvola consente di convogliare i liquidi raccolti dal pozzetto direttamente alla rete fognaria (impostazione normale della valvola).

Figura 5 – Piazzale di scarico: i carichi che hanno dato l'allarme vengono scaricati di fronte alla porta 2

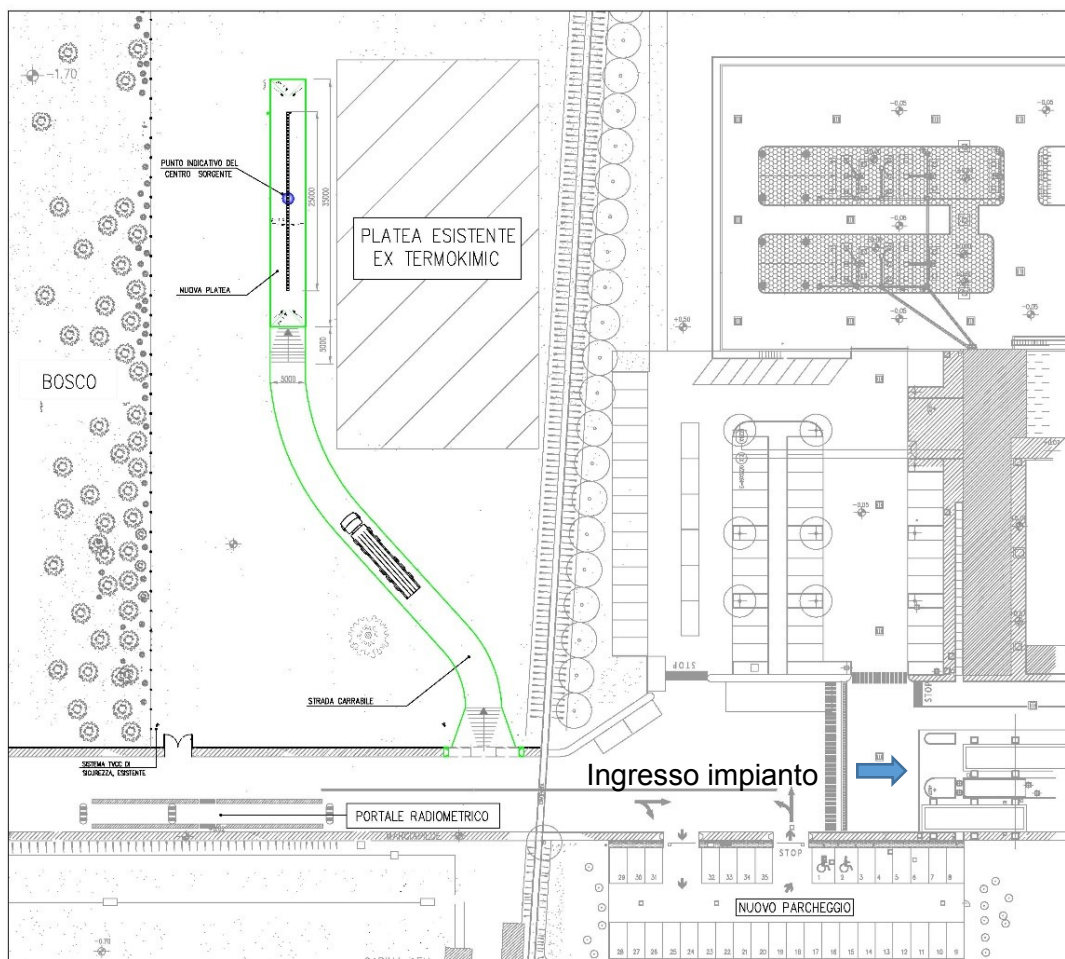


In figura 6 si riporta una mappa dell'intera area, la zona di sosta del veicolo per eventi emergenziali è indicata come "nuova platea". L'intera area di sosta è recintata, videosorvegliata e con accesso consentito da un cancello dotato di serratura.

La procedura interna per la gestione delle emergenze assume come parametro di riferimento l'intensità del campo di radiazione generato dal materiale presente nel carico. In funzione di tale

valore saranno diverse le azioni che dovranno essere attuate dal personale interno addetto prima che la gestione dell'evento passi nelle mani degli enti competenti (VVF, ARPA, ASL, ecc.).

Figura 6 – Mappa dell'area prospiciente l'impianto



In sintesi la logica seguita è quella di garantire che i lavoratori dell'impianto, quelli di altre ditte confinanti e in generale le persone del pubblico non possano accedere ad aree in cui l'intensità di equivalente di dose ambientale superi $0.5 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$. Affinché questo vincolo sia rispettato, all'aumentare dell'intensità del campo generato dal materiale radioattivo dovranno essere parimenti interdetti gli accessi ad aree progressivamente più lontane dal veicolo parcheggiato. Per semplificare lo studio sono state individuate 8 diverse distanze dal veicolo in cui si abbia il superamento citato e per cui i provvedimenti da attuare siano differenti. Si riportano in tabella (tab.1) queste distanze e in planimetria (fig. 7) sono tracciate le corrispondenti circonferenze concentriche centrate sull'area di sosta. Nella successiva tabella (tab. 2) sono sintetizzate le azioni corrispondenti che devono essere prontamente messe in atto nell'attesa che la gestione dell'emergenza passi nelle mani degli Enti preposti.

Figura 7 – Planimetria dell'area riportante le diverse distanze individuate nella procedura delle emergenze

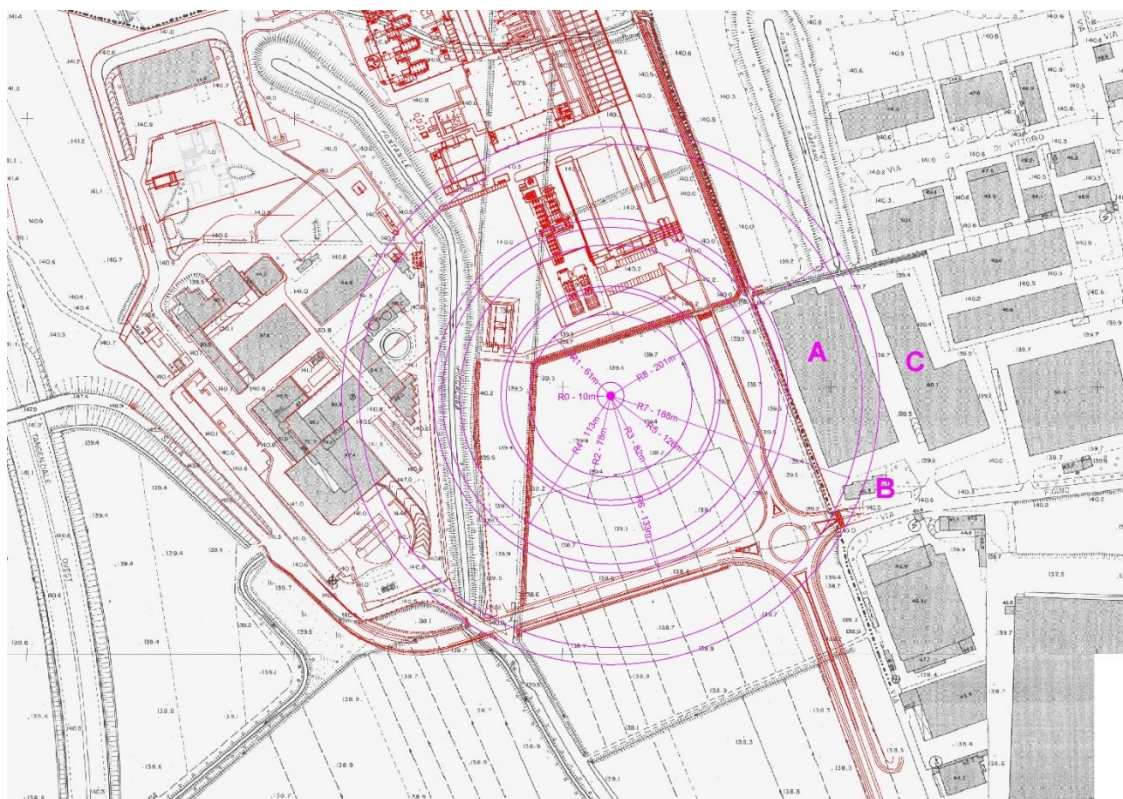


Tabella 1 – Diverse azioni da attuare in funzione delle distanze dal carico alle quali si può verificare il superamento di 0.5 $\mu\text{Sv/h}$.

Intensità di dose pari a 0.5 $\mu\text{Sv/h}$ alla distanza:	Corrispondente intensità a contatto del veicolo ($\mu\text{Sv/h}$)	Note
$R_0 = 10 \text{ m}$	50	Limite per il transennamento nella normale area di stazionamento
$R_1 = 61 \text{ m}$	1861	Limite coinvolgimento parcheggio esterno e area TERNA
$R_2 = 78 \text{ m}$	3042	Limite coinvolgimento stazione metano
$R_3 = 82 \text{ m}$	3362	Limite coinvolgimento strada di accesso all'impianto
$R_4 = 113 \text{ m}$	6385	Limite coinvolgimento edificio portineria ingresso impianto
$R_5 = 126 \text{ m}$	7938	Limite coinvolgimento edificio pesa e pista ciclabile
$R_6 = 133 \text{ m}$	8845	Limite coinvolgimento via L.C. Silla, area "Silla 1" ed edificio A
$R_7 = 188 \text{ m}$	17672	Limite coinvolgimento edificio B e completo coinvolgimento rotatoria
$R_8 = 201 \text{ m}$	20201	Limite coinvolgimento sala controllo e edificio C

Tabella 2 - Schema delle azioni da attuare in funzione dell'intensità di dose rilevata a contatto del mezzo.

Intensità di dose a contatto ¹ del veicolo ($\mu\text{Sv/h}$)	SCENARI E AZIONI PREVISTE	
<2.3	<ul style="list-style-type: none"> • Operatività normale nella gestione degli allarmi al portale 	A1
2.3 - 50	$\dot{H}^*(10) \leq 0.5 \mu\text{Sv/h}$ a $R_0=10$ metri dal veicolo <ul style="list-style-type: none"> • Mezzo stazionato in piattaforma e transennato, secondo procedure della operatività normale 	A2
50 - 1861	$\dot{H}^*(10) \leq 0.5 \mu\text{Sv/h}$ a $R_1= 61$ metri dal veicolo, in corrispondenza del parcheggio auto esterno all'impianto e dell'area occupata dalla società TERNA <ul style="list-style-type: none"> • Subentra procedura emergenze • Comunicazione agli enti competenti • Mezzo stazionato nell'area destinata alle emergenze • Controllo radiometrico all'esterno dell'area interdotta • Apposizione segnaletica • Interdizione area di sosta 	A3
1861 - 3042	$\dot{H}^*(10) \leq 0.5 \mu\text{Sv/h}$ a $R_2= 78$ metri dal veicolo, in corrispondenza dell'area occupata dalla stazione del gas metano <ul style="list-style-type: none"> • A3 • Coinvolgimento area TERNA → comunicazione ai responsabili • Evacuazione/interdizione parcheggio 	A4
3042 - 3362	$\dot{H}^*(10) \leq 0.5 \mu\text{Sv/h}$ a $R_3=82$ metri dal veicolo, in corrispondenza della strada di accesso al sito <ul style="list-style-type: none"> • A4 • Coinvolgimento stazione metano → comunicazione ai responsabili • Segnalazione agli enti possibile rischio strada accesso sito 	A5
3362 - 6385	$\dot{H}^*(10) \leq 0.5 \mu\text{Sv/h}$ a $R_4=113$ metri dal veicolo, in corrispondenza dell'edificio portineria all'ingresso dell'impianto <ul style="list-style-type: none"> • A5 • Evacuazione TERNA, parcheggio e stazione metano • Uso limitato strada di accesso e monitoraggio radiometrico locale portineria 	A6
6385 - 7938	$\dot{H}^*(10) \leq 0.5 \mu\text{Sv/h}$ a $R_5=126$ metri dal veicolo, in corrispondenza dell'edificio pesa e della pista ciclabile <ul style="list-style-type: none"> • A6 • Monitoraggio radiometrico locale pesa, evacuazione portineria • Coinvolgimento della pista ciclabile → segnalazione esplicita agli Enti 	A7
7838 - 8845	$\dot{H}^*(10) \leq 0.5 \mu\text{Sv/h}$ a $R_6=133$ metri dal veicolo, in corrispondenza di via L.C.	A8

¹ Per il calcolo dei ratei a diverse distanze è stato ipotizzato che la sorgente si trovi nel carico ad un metro dalla sponda del veicolo.

	<p>Silla, dell'area dell'impianto "Silla 1" e dell'edificio indicato in pianta con la lettera A</p> <ul style="list-style-type: none"> • A7 • Coinvolgimento via L.C. Silla → segnalazione esplicita agli Enti • Coinvolgimento Silla1 → comunicazione ai responsabili • Coinvolgimento edificio A → comunicazione ai responsabili • Interruzione del conferimento rifiuti all'impianto. • Evacuazione locali portineria e pesa 	
8845 - 17672	<p>$\dot{H}^*(10) \leq 0.5 \mu\text{Sv/h}$ a $R_7=188$ metri, in corrispondenza dell'edificio B e con coinvolgimento della rotatoria</p> <ul style="list-style-type: none"> • A8 • Coinvolgimento rotatoria → segnalazione esplicita agli Enti • Coinvolgimento edificio B → comunicazione ai responsabili 	A9
17672 - 20201	<p>$\dot{H}^*(10) \leq 0.5 \mu\text{Sv/h}$ a $R_8=201$ metri, in corrispondenza dell'edificio che ospita la sala controllo e nelle vicinanze dell'edificio C</p> <ul style="list-style-type: none"> • A9 • Coinvolgimento sala controllo → monitoraggio radiometrico e dosimetri agli operatori. • Coinvolgimento edificio C → comunicazione ai responsabili • Evacuazione parti impianto non necessarie • Autista sottoposto a controlli medici 	A10
20201 - $5 \cdot 10^6$	<p>$0.5 \mu\text{Sv/h} < \dot{H}^*(10) \leq 125 \mu\text{Sv/h}$ in sala controllo</p> <p>E' necessario un monitoraggio dell'intensità di dose in sala controllo: la permanenza della squadra di operatori in turno è concessa solo se è garantito il non superamento di 1 mSv sul turno di 8 ore</p> <ul style="list-style-type: none"> • A10 • Attività impianto ridotta al minimo indispensabile • Possibile necessità di arresto in sicurezza 	A11
$> 5 \cdot 10^6$	<p>$\dot{H}^*(10) > 125 \mu\text{Sv/h}$ in sala controllo, quindi non è garantito il rispetto del limite di 1 mSv agli operatori per l'intera durata del turno</p> <ul style="list-style-type: none"> • A11 • Evacuazione sito ad eccezione del solo personale tecnico strettamente necessario all'arresto in sicurezza dell'impianto 	A12

DISCUSSIONE

Nel 2005 è stato istituito il registro storico dei ritrovamenti occorsi a seguito di allarmi al portale. Analizzando gli oltre 1800 dati (il numero medio di ritrovamenti annuali è 172) registrati fino al 2015, si può constatare come questi siano nella quasi totalità materiali contaminati da radiofarmaci. Con una frequenza di 1-2 ritrovamenti l'anno sono state rinvenute piccole sorgenti, classicamente quadranti luminescenti o dispositivi industriali contenenti modeste attività di radio 226. Da quando è stata adottata la procedura per le emergenze ad oggi non si è mai verificato un evento tale da

richiederne l'applicazione; si ritiene quindi bassa, ma non nulla, la probabilità che all'impianto possa giungere un carico contenente una sorgente radioattiva particolarmente intensa e tale da classificare l'evento come emergenza radiologica.

Ciò non ostante, sorgenti di attività medie (per esempio attività dell'ordine di $3.7 \cdot 10^9$ Bq (0.1 Ci) di Ra-226 o $3.7 \cdot 10^{11}$ Bq (10 Ci) di Cs-137) che si trovassero nel carico potrebbero comportare nell'emergenza l'attivazione di azioni di tipo A4 o A5. Consultando la tabella 2 si può constatare che in tali casi potrebbero comunque esserci coinvolgimenti anche delle aree esterne a quelle di competenza dell'azienda A2A.

L'ipotesi verosimile che si può formulare è che sia stata smarrita una sorgente radioattiva del tipo per applicazioni industriali. In questa categoria si potrebbe ipotizzare una sorgente di Co-60 da $3.7 \cdot 10^{11}$ Bq (10 Ci). Se non schermata, tale sorgente darebbe luogo ad un'intensità di dose ad un metro di distanza pari a circa 123 mSv/h, ovvero 3 μ Sv/h in sala controllo, valore che consente la permanenza degli operatori per oltre 300 ore senza superare il limite di dose.

E' opportuno evidenziare che le considerazioni riportate nella procedura per semplificazione sono derivate da ipotesi fortemente conservative. In particolare non si è tenuto conto dell'effetto di attenuazione della radiazione prodotto dai materiali strutturali e soprattutto dall'aria stessa, la cui presenza su questa scala di distanze non sarebbe più trascurabile. A titolo di esempio, utilizzando un codice di calcolo (MicroShield®²) per ottenere l'intensità di dose a 201 metri di distanza da una sorgente di 10 Ci di Co-60 tenendo conto della presenza dell'aria, si otterrebbe circa 1.5 μ Sv/h, invece di 3 μ Sv/h come sopra stimato trascurando la presenza dell'aria.

La probabilità di accadimento di eventi più severi che richiederebbero azioni tipo A12 (cfr. tab. 2) è da considerare come estremamente bassa: significherebbe che nel carico si trova una sorgente da più di $1.4 \cdot 10^{13}$ Bq (380 Ci) di Co-60 o da più di $5.2 \cdot 10^{13}$ Bq (1400 Ci) di Cs-137. Sorgenti con tali attività sono poco diffuse e destinate più probabilmente a impieghi radioterapici o ad applicazioni di sterilizzazione industriale. Non è credibile che tali sorgenti vengano smarrite e che possano poi finire nel rifiuto conferito al forno; oltre a ciò, prima ancora che il carico giunga all'impianto, vi sarebbero chiari segnali della loro presenza, evidenziati dagli effetti immediati riscontrabili sugli individui che inconsapevolmente dovrebbero subire l'esposizione ravvicinata alle sorgenti, ad esempio l'autista del veicolo.

CONCLUSIONI

Nello studio della procedura di emergenza sono stati analizzati scenari espositivi a rischio crescente, ma è importante evidenziare come parimenti la loro probabilità di accadimento decresca drasticamente.

In conclusione, l'attivazione tempestiva delle procedure di emergenza descritte e le azioni conseguenti previste permetterebbero di evitare esposizioni indebite al personale dell'impianto e alle persone che venissero a trovarsi nelle vicinanze del sito e al contempo fornirebbero agli Enti competenti i primi dati radiometrici necessari per organizzare l'intervento di emergenza. Una corretta applicazione delle procedure e un contestuale adeguamento strutturale del sito permettono di gestire gli eventi di ritrovamento di materiale radioattivo in sicurezza sia per le persone sia per l'ambiente.

² MicroShield ver. 9.02 Grovesoftware Inc. www.radiationsoftware.com