



ARPAV

Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

Direzione Generale
Via Matteotti, 27
35137 Padova
(Italy)
Tel. 049 8239341
Fax 049 660966
e-mail: urp@arpa.veneto.it
www.arpa.veneto.it

ISBN 88-7504-100-8

ARPAV

RAPPORTO SU UN EPISODIO DI RADIOCONTAMINAZIONE DA CESIO 137 ACCADUTO PRESSO LA DITTA A.F.V. BELTRAME STABILIMENTO DI VICENZA



Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

Rapporto su un episodio di Radiocontaminazione da Cesio 137 accaduto presso la ditta A.F.V. Beltrame stabilimento di Vicenza





arpav

Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

Rapporto su un episodio
di Radiocontaminazione da Cesio 137
accaduto presso la ditta A.F.V. Beltrame
stabilimento di Vicenza

ARPAV

Direttore Generale

Paolo Cadrobbi

Direttore Area Tecnico Scientifica

Sandro Boato

Direttore Dipartimento ARPAV di Vicenza

Giorgio Poncato

Progetto e realizzazione

*Laura Belleri ¹, Giuseppe Bernardi ¹, Franco Guaiti ¹, Giorgio Poncato ¹,
Emanuela Bellotto ², Enrico Sgrilli ³, Pietro Bitonti ³, Lanfranco Matteocci ⁴,
Fabio Dattilo ⁵*

Hanno collaborato

*Mario Cecchetto ¹, Ezio Dainese ¹, Ugo Dalla Vecchia ¹, Daniele Mattiello ¹,
Sergio Milan ¹, Giuseppe Sartori ¹, Giulia Stocchero ¹, Francesca Predicatori ⁶,
Flavio Trotti ⁶, Pierantonio Zanon ², Andrea Formentini ⁵*

Coordinamento Editoriale

Maria Grazia Dal Prà ⁷

Stampa

Tipografia Rumor s.r.l. Via dell'Economia 127 36100 Vicenza

PREMESSA

La presente pubblicazione che descrive l'evento occorso nel gennaio 2004 presso l'acciaieria AFV Beltrame di Vicenza, ha l'unico scopo di divulgare la metodica seguita per affrontare, si ritiene con efficacia, le problematiche ambientali e non, conseguenti alla fusione accidentale di una sorgente radioattiva. L'esperienza acquisita viene pertanto messa a disposizione di chi potrebbe trovarsi a fronteggiare analoghe situazioni, pur nell'auspicio che ciò non debba accadere.

Il Direttore

Dipartimento ARPAV di Vicenza

Giorgio Poncato

1 ARPAV Dipartimento Provinciale di Vicenza

2 Dipartimento di Prevenzione ULSS 6 Vicenza

3 APAT Servizio Radioprotezione del Dipartimento Nucleare, Rischio Tecnologico ed Industriale - Roma

4 APAT Servizio Interdipartimentale per le Emergenze Ambientali - Roma

5 Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Vicenza

6 ARPAV Dipartimento Provinciale di Verona

7 ARPAV Servizio Comunicazione ed Educazione Ambientale

INDICE			
INTRODUZIONE	9		
L'INCIDENTE	10		
L'emergenza e le risposte organizzative	10		
La comunicazione nell'emergenza	12		
STIME DELL'ATTIVITA DELLA SORGENTE ENTRATA NEL FORNO FUSORIO E DI QUELLA RILASCIATA IN ATMOSFERA	14		
Calcolo dell'attività rilasciata in atmosfera	14		
RISULTATI DELLE MISURAZIONI IMMEDIATE	16		
Misurazioni effettuate nell'area di pertinenza dell'azienda Beltrame	16		
Misurazioni effettuate all'esterno dell'area di pertinenza dell'azienda Beltrame	18		
ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI E SORVEGLIANZA SANITARIA	20		
Risultati della sorveglianza sanitaria	20		
Conclusioni	21		
ISTITUZIONE DELLA COMMISSIONE TECNICA	22		
PIANO PRELIMINARE DI INTERVENTO	24		
Esecuzione della prima fase dell'intervento	25		
Mappatura preliminare	26		
PIANO DI BONIFICA	30		
Definizione dei valori discriminanti per l'effettuazione della bonifica	30		
Descrizione delle fasi principali del piano di bonifica	31		
Rimozione, confezionamento e stoccaggio dei materiali	32		
Conclusioni delle operazioni di rimozione della contaminazione a impianto spento	34		
MAPPATURA RADIOLOGICA PER IL RILASCIO INCONDIZIONATO DELLE AREE E RIMOZIONE DELL'ATTIVITA' RESIDUA CON IL RIAVVIO DELL'IMPIANTO (DECONTAMINAZIONE A CALDO)	36		
Necessità di effettuazione della "decontaminazione a caldo"	36		
Protocollo per la mappatura radiologica ai fini del rilascio incondizionato delle aree	37		
Protocollo per la decontaminazione a caldo dell'impianto	37		
Livelli di intervento durante il riavvio a caldo dell'impianto	38		
		Risultati della mappatura radiologica per il rilascio incondizionato delle aree	39
		RIAVVIO DELL'IMPIANTO	40
		Monitoraggio delle polveri in uscita dal camino	40
		Monitoraggio delle polveri prelevate nella sezione di filtrazione	41
		Monitoraggio dei pellets	41
		Allontanamento dei materiali provenienti dalle operazioni di decontaminazione	42
		Chiusura del cantiere Nucleco	43
		Sostituzione delle maniche filtranti	44
		Trasferimento dei contenitori intermedi nei contenitori "Casagrande"	46
		CHIUSURA DELLO STATO DI EMERGENZA CON EMANAZIONE ROVVEDIMENTO AUTORIZZATIVO (ex. Art. 29 DLgs 230/95)	46
		ULTERIORI MISURE ADOTTATE DALL'AZIENDA A SEGUITO DELL'INCIDENTE	48
		CONCLUSIONI	49
		RIFERIMENTI NORMATIVI	50
		Condizione di "emergenza"	50
		Condizioni di "Pratica"	50
		Bibliografia	51
		ALLEGATI	52
		ALLEGATO 1 Descrizione dell'impianto	52
		ALLEGATO 2 Stima dell'attività della sorgente di Cs137 entrata nel forno fusorio effettuata sulla base dei risultati di misurazioni iniziali	56
		ALLEGATO 3 Risultati delle misure di contaminazione radioattiva effettuate con spettrometria gamma su polveri aggregate di abbattimento fumi, provini di fusione, scorie e acque meteoriche	59
		ALLEGATO 4 Risultati delle misure immediate di intensità di dose gamma e di contaminazione superficiale effettuate con strumentazione portatile all'interno e all'esterno dell'azienda AFV Beltrame	60

ALLEGATO 5	Risultati delle misure immediate di concentrazione di Cs137 in aria effettuate tramite campionamento d'aria su filtro	62
ALLEGATO 6	Risultati delle misure immediate di concentrazione di Cs137 in campioni di terra superficiale di area 1 m2	63
ALLEGATO 7	Rappresentazione dell'area di pertinenza dell'acciaieria A.F.V. Beltrame e dei punti di campionamento relativi alle misure immediate effettuate	64
ALLEGATO 8	Previsione modellistica della ricaduta del Cs137	65
ALLEGATO 9	Esiti misure e stima delle dosi assorbite dai lavoratori più esposti	66
ALLEGATO 10	2° Livello di intervento (riavvio a caldo dell'impianto)	68
ALLEGATO 11	Risultati delle misurazioni effettuate a camino durante il riavvio a freddo e a caldo dell'impianto e valutazione della dose impegnata al gruppo critico della popolazione	70
ALLEGATO 12	Misura della attività trattenuta dal filtro assoluto	71
ALLEGATO 13	Stabilità pellets	73
ALLEGATO 14	Radiation Protection 122 "Practical Use of the concepts of Clearance and Exemption - Part I"	74

INTRODUZIONE

Il presente rapporto riferisce delle attività svolte a seguito dell'evento di radiocontaminazione verificatosi presso l'acciaieria AFV Beltrame di Vicenza a motivo della fusione accidentale di una sorgente di Cs-137.

Ai fini di una migliore comprensione della portata dell'incidente, della dislocazione e dei punti di accumulo della contaminazione da radio cesio, in Allegato 1 viene riportata una descrizione del ciclo produttivo e dell'impianto di abbattimento fumi.

L'INCIDENTE

L'emergenza e le risposte organizzative

L'evento si è reso manifesto martedì 13 gennaio 2004 alle ore 13.50, quando il Direttore dell'Azienda Acciaieria Beltrame contattava l'Unità Operativa Agenti Fisici dell'ARPAV di Vicenza, segnalando una "anomalia radiometrica sulle polveri in uscita", risultata ai controlli effettuati mediante i portali. In altre occasioni erano state reperite sorgenti radioattive tra i rottami ed erano stati evitati incidenti, ma in questa occasione le cose si presentavano diversamente.

"In attesa di un vostro urgente riscontro", diceva il fax dell'Azienda alle Autorità (Prefetto, Vigili del Fuoco, ARPAV, ULSS).

Dal primo segnale di anomalia rilevato il mattino alle 8.30, l'Azienda cercava di chiarire caratteristiche e cause dell'evento, anche con l'aiuto del suo Esperto Qualificato; l'azienda provvedeva a fare ultimare la fusione in corso, a bloccare ulteriori attività fusorie, a mettere in sicurezza la linea di fusione e ad inibire l'accesso ai dipendenti.

In serata il Prefetto di Vicenza convocava il Comitato di Crisi, così come definito dal Piano di Difesa Civile adottato il 05.05.2003 dalla

Prefettura stessa: Prefetto, Questore, Comandante Provinciale dei Carabinieri, Comandante dei Vigili del Fuoco, Direttore ARPAV, Direttore del Dipartimento di Prevenzione della ULSS 6 Vicenza, Sindaco del Capoluogo.

L'evento si era manifestato come riscontro di una misura di radioattività ben superiore al consueto nel portale di controllo, al passaggio del camion che allontanava dallo stabilimento le polveri pellettizzate dell'impianto di abbattimento fumi. L'anomalo livello di radioattività riscontrato su questi materiali faceva ipotizzare l'introduzione nel forno di una sorgente radioattiva, la conseguente fusione con emissione di sostanza radioattiva nei fumi, la contaminazione dell'impianto di abbattimento fumi e la dispersione di sostanze radioattive nell'ambiente. Il problema era l'entità dell'emissione radioattiva e il pericolo per la salute che ne potesse derivare.

L'analisi spettrometrica effettuata su un campione di pellets (polveri aggregate, residui di fusione trattenuti dall'impianto di abbattimento) evidenziava la presenza di Cs-137 in concentrazione di circa 25000 Bq/kg, valore 1000 volte superiore a quello tipicamente riscontrato nei pellets prodotti



Figura 1: portale per controllo radiometrico camion in uscita dallo stabilimento

dall'azienda come effetto della contaminazione ubiquitaria dovuta all'incidente di Chernobyl.

Per tutti i soggetti interessati i primi momenti non sono stati facili, in quanto caratterizzati da concitazione e preoccupazione che l'episodio potesse avere conseguenze gravi per la popolazione e per i lavoratori, e dalla necessità di acquisire al più presto dati tecnici, mentre cresceva la pressione dei mass media per ricevere e diffondere notizie.

Il Comitato di Crisi ha rappresentato il centro di raccolta di tutte le informazioni, avvalendosi anche al bisogno dell'apporto di altre Autorità locali e avviando un rapporto continuativo con i Dirigenti e i tecnici dell'Azienda Beltrame.

Gli elementi rilevanti da definire erano:

1. dinamica dell'evento,
2. attività della sorgente coinvolta,
3. caratterizzazione quali-quantitativa dell'eventuale inquinamento dell'ambiente di lavoro, del perimetro aziendale, dell'ambiente esterno e dei materiali,
4. possibili danni attesi per la salute dei lavoratori e della popolazione.

Seguendo le procedure del Piano di Difesa Civile, il Prefetto ha proclamato lo stato di emergenza. In realtà la fase di emergenza si è prolungata ben oltre il tempo necessario per le procedure per la messa in sicurezza in senso stretto dei materiali radioattivi; la sua gestione si è infatti prolungata fino a che si è arrivati alla fase di "Pratica", prevista dal D.Lgs.241/2000.

Il Prefetto ha nominato il Comandante dei Vigili del Fuoco Responsabile Tecnico dell'Emergenza, incaricato "del coordinamento, della sorveglianza e del controllo di tutte le attività finalizzate alla bonifica delle aree interessate e alla messa in sicurezza". Ad esempio, la delimitazione dell'area, successive correzioni dei confini, i permessi di accesso ecc. sono stati assoggettati alle decisioni del Comandante; sua è stata la gestione dei procedimenti di analisi e valutazione.

Allo scopo di garantire la disponibilità delle migliori competenze nella valutazione dei dati e dei progetti di bonifica, il 21 gennaio il Prefetto ha nominato una Commissione Tecnica nella quale sono stati chiamati oltre ad ARPAV e ULSS, anche tre Dirigenti APAT, tra i massimi esperti nazionali, ed un funzionario VVF del Ministero dell'Interno.

Nell'esecuzione delle misurazioni di radioattività e delle varie operazioni, ARPAV e Vigili del Fuoco locali sono stati supportati da colleghi a livello regionale (ARPAV) o interregionali (VVF), attivando in breve reti anche informali di consultazioni e di contatti.

L'ARPAV locale è stata supportata dal Dipartimento di Verona (che fa parte con Vicenza della squadra regionale per le Emergenze Radiologiche) e dal Dipartimento di Padova per misurazioni di contaminazione all'esterno dell'area di pertinenza della acciaieria.

I Vigili del Fuoco hanno provveduto ad effettuare le operazioni di soccorso tecnico urgente, utilizzando uomini e mezzi del Comando Provinciale di Vicenza, del Nucleo Regionale NBCR di Venezia e del Laboratorio di Difesa Atomica del Dipartimento VVF di Roma.

Congiuntamente ai Tecnici ARPAV, sono state effettuate misurazioni sulle polveri contaminate, sul suolo ed in aria anche attraverso letture della rete fissa di rilevazione della ricaduta radioattiva

(XR33) e sui filtri normalmente utilizzati per le polveri sottili. In esito ai risultati di tali misurazioni si è poi proceduto ad individuare la zona sorvegliata e la zona controllata ed a porre in sicurezza il sito contaminato (sigillando la linea dell'impianto dal forno fino al magazzino).

L'Azienda Beltrame a sua volta è stata supportata dal suo consulente Esperto Qualificato e da una Ditta di primaria importanza nel campo delle bonifiche di materiali radioattivi.

Il lavoro di tutti è stato intenso, particolarmente nei primi giorni dopo il fatto.

Per quanto riguarda gli elementi di cui ai punti 1 e 2 il quadro completo ed esauriente è stato ricostruito solo dopo qualche tempo, quando anche gli elementi dell'attività investigativa hanno chiarito l'episodio come un evento connesso allo smaltimento improprio e doloso di una sorgente industriale, utilizzata per controlli sui metalli, in un cantiere abbandonato di lavori in sotterraneo. La sorgente radioattiva era sfuggita ai normali controlli, effettuati con i portali all'ingresso dell'azienda, per effetto dell'efficienza della schermatura ed era stata fusa nel pomeriggio di lunedì 12/01/04.

Diversamente, per gli elementi di cui ai punti 3 e 4 l'evento si caratterizzava abbastanza velocemente come di portata limitata, pur richiedendo impegno notevole di tutti gli esperti per definire con esattezza il rischio per lavoratori e popolazione.

Tra i vari aspetti dell'evento, anche quello socio economico ha avuto rilevanza.

Infatti, una volta emerso che l'impianto di abbattimento fumi era inquinato, la messa in sicurezza ne implicava il blocco. Un'acciaieria senza impianto di abbattimento fumi non può fondere.

Pertanto l'Azienda si è fermata. Lo spettro della chiusura definitiva e della disoccupazione ha preoccupato da subito la comunità di Vicenza, dove l'Azienda ha una storia ed occupa 550 dipendenti, oltre a muovere indotti economicamente importanti. Quando l'inquinamento è risultato non esteso, uno degli elementi in gioco è stata la richiesta dell'Azienda di riprendere parte delle attività e della produzione. In particolare è stato apprezzato lo sforzo della Pubblica Amministrazione finalizzato a fornire risposte concrete e non burocratiche alle esigenze che emergevano man mano, pur nella estrema prudenza di valutazione.

La comunicazione nell'emergenza

Secondo le regole vigenti nelle emergenze, il soggetto autorizzato a comunicare sul rischio per la salute della popolazione è rappresentato dal Prefetto. Pertanto, nel caso specifico, il Prefetto ha fornito le informazioni necessarie tramite comunicati Stampa e interviste ai media. Come evidente, anche tutti gli altri soggetti partecipanti alla Unità di Crisi sono stati sollecitati in merito, così come i responsabili dell'Azienda, tra l'altro non vincolati alla riservatezza quanto i primi.

Peraltro la pluralità delle voci non è stata un problema perché, subito dopo i primi accertamenti, si

poteva affermare con ragionevole margine di certezza che non si configuravano rischi per la salute. E' più semplice rassicurare, esprimendo tranquillità totale, che descrivere situazioni complesse, operando distinguo, analizzando e fornendo dati, a rischio di essere intesi male, come succede quando l'inquinamento è significativo.

In sostanza, i soggetti che esprimevano un bisogno informativo erano i seguenti:

- la popolazione, direttamente o tramite rappresentanze (in questo gruppo sono da includere lavoratori di aziende molto vicine a quella dell'incidente);
- il gruppetto di lavoratori coinvolti nei turni di lavoro presso l'impianto di abbattimento fumi nel corso dell'incidente;
- gli altri lavoratori dell'Azienda.

Gli strumenti di comunicazione sono stati:

- i comunicati stampa emessi dal Prefetto (di cui il primo la sera stessa dell'incidente)
- le comunicazioni telefoniche, per rispondere a singoli cittadini, scuole, associazioni imprenditoriali, aziende della zona. Le chiamate sono state rivolte al 118 e al Dipartimento di Prevenzione;
- le E mail in risposta a soggetti diversi, per lo più del mondo del lavoro, che avevano interpellato lo SPISAL
- contatti diretti con autorità diverse.

Il gruppo di soggetti direttamente coinvolti dalla contaminazione è stato incontrato ed informato dettagliatamente da parte del Medico SPISAL (nello specifico vi partecipava un medico con qualifica di Medico Autorizzato) e del Medico di Fabbrica, sia per la presentazione del protocollo di accertamenti programmati, sia dopo ogni refertazione delle indagini eseguite.

Nei confronti dei lavoratori dell'Azienda interessata sono state attuate modalità informative dirette, tramite incontri sia con i rappresentanti sia con i lavoratori, supportati dalla presenza dello SPISAL e del Medico Competente di Azienda.

Malgrado il livello di informazione messo in atto, i lavoratori hanno richiesto e ottenuto dall'Acciaieria accertamenti sanitari che la ASL riteneva superflui.

STIME DELL'ATTIVITÀ DELLA SORGENTE ENTRATA NEL FORNO FUSORIO E DI QUELLA RILASCIATA IN ATMOSFERA

Al fine di stimare l'attività della sorgente che ha contaminato le polveri si sono effettuate valutazioni preliminari sulla base dei dati dell'impianto, dichiarati dal direttore dello stabilimento, e dei risultati delle prime misurazioni. Ulteriori valutazioni sono state successivamente svolte sulla base della contaminazione riscontrata alla fine dell'intervento di decontaminazione che si è concluso con la sostituzione delle maniche filtranti dell'edificio filtri qualche mese dopo l'incidente.

L'attività della sorgente, stimata sulla base delle misurazioni preliminari, è risultata compresa tra 62,5 MBq e 6250 MBq (tra 1,7 mCi e 169 mCi).

L'attività stimata sulla base delle attività misurate nelle varie matrici a conclusione dell'intervento di decontaminazione e con la sostituzione delle maniche filtranti è risultata di 1231 MBq (33,3 mCi).

I dettagli dei calcoli sono riportati in Allegato 2.

Merita osservare che la sorgente di Cs 137 rinvenuta in un camion all'ingresso dell'acciaieria Beltrame il giorno 07/01/04 (quindi pochi giorni prima dell'incidente) aveva una attività di 1850 MBq (50 mCi) al 06/90, cui corrisponde a gennaio 2004 una attività di 1350 MBq (36,5 mCi).

Si è trattato di una sorgente "gemella" che, nella ricostruzione dei fatti a posteriori, risultava uscita dallo stesso cantiere abbandonato ma che (a causa di una chiusura imperfetta del collimatore) aveva dato segno di sé al controllo del portale in ingresso.



Figura 2: sorgente di Cs-137 rinvenuta pochi giorni prima dell'incidente ai portali d'ingresso allo stabilimento

Calcolo dell'attività rilasciata in atmosfera.

Ipotizzando l'attività della sorgente fusa prevista preliminarmente alla bonifica e quella desunta al termine della bonifica, l'attività rilasciata, che è dello 0,4% (allegato 2), corrisponde a 25 MBq e a 4,9 MBq rispettivamente (0,7 e 0,13 mCi).

A titolo di confronto, considerando una contaminazione tipica di Cs 137 nel suolo del territorio di Vicenza dovuta all'incidente di Chernobyl di 12000 Bq/m² (atti del convegno "10 anni da

Chernobyl: ricerche in radioecologia, monitoraggio ambientale e radioprotezione", Trieste 1996), questo valore si sarebbe ottenuto se il cesio fuoruscito dalla Beltrame, nell'ipotesi di attività rilasciata di 25 MBq, si fosse depositato su un quadrato di area 45x45 m².

RISULTATI DELLE MISURAZIONI IMMEDIATE

Misurazioni effettuate nell'area di pertinenza dell'azienda Beltrame

Per verificare il tipo di contaminazione esistente, il giorno stesso della segnalazione dell'incidente, si è proceduto ad effettuare, congiuntamente ai Vigili del Fuoco, una serie di misurazioni. In particolare si è analizzato in spettrometria gamma, presso il laboratorio del Dipartimento Provinciale dell'ARPAV di Vicenza (DAP), un campione di pellets prelevato da personale dell'azienda e i provini di colata relativi al presunto giorno della fusione e ad alcuni giorni precedenti. E' stato inoltre prelevato un campione di scarto di fusione e un campione di acqua prodotta nei processi di lavorazione e raccolta in un pozzo di decantazione.

Le misure di spettrometria gamma hanno evidenziato la presenza di Cs 137 in quantità di circa **25000 Bq/kg** nelle polveri e l'assenza del radionuclide nei provini di fusione del giorno 12/01/04. Le analisi effettuate nei giorni successivi evidenziavano l'assenza di contaminazione negli altri provini, negli scarti e nell'acqua del pozzo di decantazione.

Dalle analisi si poteva pertanto evincere l'avvenuta fusione di una sorgente di Cs 137, a seguito della quale si è determinata una contaminazione di tutto il settore dell'impianto relativo all'abbattimento delle polveri -essendosi il radionuclide concentrato in questa matrice, come prevedibile dalle proprietà chimico fisiche (risultati in allegato 3) dell'elemento - senza però comportare la contaminazione dei prodotti della fusione e delle scorie.

Considerando verosimilmente che la sorgente fusa fosse dello stesso tipo di quella fermata in ingresso il giorno 07/01/01, cloruro di cesio per usi industriali, essa è caratterizzata da una temperatura di fusione di 646°C e da una temperatura di ebollizione di 1382°C. Questi valori sono inferiori a quelli del bagno del forno fusorio (> 1600 °C).

Stante quanto sopra, l'eventuale contaminazione poteva avere interessato alcuni reparti dell'azienda e l'ambiente esterno attraverso la dispersione in aria da camino delle polveri.

Si è proceduto pertanto a più sopralluoghi all'interno dell'azienda, con un monitoraggio della intensità di dose gamma e della contaminazione superficiale (risultati

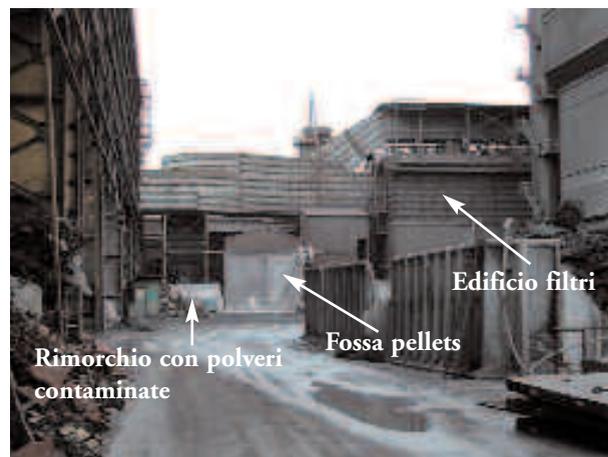


Figura 3: zona dell'azienda AFV Beltrame comprendente parte della linea di abbattimento fumi contaminata a seguito dell'incidente

in allegati 4 e 7), registrando valori compatibili con il fondo ambientale, tranne che nelle vicinanze della linea di abbattimento fumi ove, a partire da una distanza di circa 12 m dal box di raccolta dei pellets e dal rimorchio parcheggiato, si osservava il superamento del valore del fondo ambientale fino a livelli di rateo di equivalente di dose ambientale H* (10) (nel seguito indicata, per semplicità, come intensità di dose) di 2500 nSv/ora a contatto del rimorchio e di 2000 - 5000 nSv/ora a contatto delle pareti del box, ed incrementi analoghi per la contaminazione superficiale. Si è proceduto quindi ad effettuare campionamenti d'aria e misure di intensità di dose gamma in ambiente esterno al fabbricato, ma sempre in area dell'azienda: sono stati effettuati due prelievi di aria nel piazzale della ditta ad ovest del fiume Retrone, uno di qualche ora ed il successivo per tutta la notte. Una campagna di misurazioni in aria è stata eseguita in continuo dai Vigili del Fuoco e dall'ARPAV con gli strumenti in dotazione.

La concentrazione di Cs 137 in aria è risultata inferiore al limite di sensibilità che, per il campionamento più lungo, era di circa 5 mBq/m³ (risultati in allegato 5).

Nell'ipotesi cautelativa che in aria sussista una concentrazione effettiva uguale alla sensibilità di misura suddetta e che permanga per un anno intero, la dose efficace individuale per inalazione che ne deriverebbe ad un individuo della popolazione è pari a 0,2 microSv. Per rendersi conto dell'entità, molto ridotta, di tale dose, un termine di confronto può essere la dose media individuale da fondo naturale, pari a 2400 microSv/anno secondo le valutazioni del Comitato delle Nazioni Unite sugli effetti delle radiazioni ionizzanti (UNSCEAR 2000); altro termine di confronto può essere l'entità delle dosi che, secondo la normativa internazionale, europea e la legislazione italiana vigente (D.L.vo n. 230/1995, e successive modifiche) possono essere evitate mediante provvedimenti di intervento in caso di incidenti, ad esempio per la permanenza della popolazione al chiuso (da alcune migliaia a alcune decine di migliaia di microSv). Altro termine di confronto potrebbe essere il limite annuo di dose, derivante dalle pratiche, previsto dalla legislazione vigente per un individuo della popolazione. A tale ultimo riguardo, va però sottolineato che, ai sensi della normativa vigente, tale limite di dose alla popolazione, stabilito per le pratiche, non è applicabile alla dose alla popolazione derivante dagli incidenti e dagli interventi in caso di incidenti, come è appunto il caso dell'incidente accaduto presso la AFV Beltrame: il limite di dose agli individui della popolazione viene citato, in tutto il rapporto, al solo fine di espressività di confronto.

Su richiesta del direttore dello stabilimento, il 15/01/04 si sono effettuati dei prelievi di polveri e misure di intensità di dose gamma all'interno del deposito ruspe utilizzato anche come deposito pellets e in cui erano stoccate circa 80 tonnellate di materiale. Attorno a tale deposito non era stata rilevata precedentemente presenza di radioattività. Le misurazioni sono state ripetute anche il giorno 16/01/04 con i vigili del fuoco.

Tale deposito veniva utilizzato dall'Azienda quale "polmone" quando le polveri superavano la capienza del magazzino, in attesa di essere prelevate da ditta specializzata al trattamento dei rifiuti. I risultati ottenuti (allegati 3 e 4) mostrano una contaminazione di Cs 137 nelle polveri aggregate

compresa tra 15 e 1064 Bq/kg e una intensità di dose all'interno del deposito compresa tra 62 e 474 nSv/ora. Il giorno 17/01/04, a seguito delle prime precipitazioni, si sono eseguiti dei prelievi di acque meteoriche raccolte presso l'azienda il giorno stesso, per valutare se vi fosse dilavamento delle polveri contaminate. Tutti i campioni analizzati hanno dato esito negativo (allegato 3).



Figura 4: cumuli di polvere contaminata depositati nel "deposito ruspe".

I risultati delle misure immediate effettuate all'esterno dell'area di pertinenza della ditta AFV Beltrame (allegati 4 e 5) non hanno evidenziato contaminazione nei suoli (concentrazioni comprese tra 1,2 e 58 Bq/kg, confrontabili con i livelli presenti nel terreno a seguito dell'incidente di Chernobyl), dell'aria (concentrazioni inferiori ai limiti di sensibilità, variabili tra 0,2 mBq/m³ e 2 mBq/m³) e variazioni dei livelli di fondo ambientale ordinario (intensità di dose gamma misurata a 1 m dal suolo comprese tra 60 e 130 nSv/ora)

Misurazioni effettuate all'esterno dell'area di pertinenza dell'azienda Beltrame

Nei giorni successivi al primo rinvenimento si è proceduto con campionamenti di aria (all. 5) e di terra superficiale (all. 6) in ambiente esterno per evidenziare eventuali presenze anomale di Cs 137 nelle suddette matrici; sono altresì state effettuate misure di intensità di dose gamma in varie posizioni (all. 4). Tali misurazioni sono state effettuate con la collaborazione dei Dipartimenti Provinciali dell'ARPAV di Verona e Padova e congiuntamente ai Vigili del Fuoco di Vicenza e Mestre (Nucleo Regionale NBCR).

La rappresentazione su carta tecnica regionale dei punti di misura è riportata in allegato 7.

In particolare si sono effettuati campionamenti di aria ad hoc e si sono anche analizzati i filtri di tre centraline fisse per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico (PM10) nel comune di Vicenza prelevati nei giorni antecedenti e a cavallo del 12/01/04.

Nella scelta delle priorità dei punti di campionamento e misura si è tenuto conto di una simulazione della emissione in atmosfera, effettuata dal Dipartimento ARPAV di Verona con modello ADMS Urban alimentato con le informazioni meteorologiche locali al variare del tempo e ipotizzando che le polveri contaminate (assunzione cautelativa di attività pari a 37 MBq) fossero fuoriuscite dal camino per la durata di un'ora. E' stata calcolata la successiva ricaduta a distanza di ore e giorni fino al 17/01/04 in cui si sono verificate le prime precipitazioni dall'evento (All. 8: simulazione modellistica). I punti di campionamento e misura, in realtà, sono stati anche selezionati nell'area simmetrica rispetto a quella mostrata dalle simulazioni, sulla base di altre stime modellistiche poi verificatesi meno significative in virtù di dati meteo di quota eccessivamente alta rispetto alla dinamica effettiva degli eventi. Le simulazioni di cui all'allegato 8 descrivono un processo di deposizione esauritosi nella settimana successiva al presunto rilascio e indicherebbero una deposizione massima di Cs-137 (dal 12/01/04 al 17/01/04) inferiore a 1 Bq/m².

ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI E SORVEGLIANZA SANITARIA

In presenza di una esposizione a radionuclidi, si deve considerare l'irraggiamento esterno e la contaminazione interna.

Dopo la segnalazione dell'incidente, le misure di irraggiamento effettuate a contatto del camion caricato con le polveri contaminate raggiungono valori di 2,5 $\mu\text{Sv/h}$ e a 10 metri dallo stesso di 0,125 $\mu\text{Sv/h}$. Pertanto la possibilità di esposizione per irraggiamento esterno è di entità modesta; si tratta di valori che permettono una permanenza per centinaia di ore prima che il limite di legge per la popolazione sia raggiunto (1 mSv/anno).

E' necessario invece analizzare l'altra modalità di esposizione, ossia quella per contaminazione interna, che può essere avvenuta per inalazione o per ingestione di polveri contaminate.

I dati resi disponibili dalle prime rilevazioni indicavano che la polvere potesse avere una attività pari a circa per 25000 Becquerel/Kg.

Mentre per i rilievi suindicati appare evidente che la gran parte dei lavoratori presenti in Beltrame non è stata coinvolta da esposizione a sostanze radioattive, l'attenzione si è concentrata sui 2 addetti alla colata (che potevano essere stati interessati dalla ricaduta di fumi prima della cattura da parte dell'impianto di aspirazione) e su 6 lavoratori addetti ad interventi sull'impianto di trattamento dei fumi (5 addetti alla manutenzione dell'impianto fumi e del silos, un addetto alla movimentazione dei pellets con la pala, il quale aveva eseguito le operazioni di caricamento del camion che in uscita dallo stabilimento ha poi fatto scattare l'allarme). E' stato stabilito un protocollo di sorveglianza sanitaria applicato dal Medico Competente aziendale con la supervisione e il supporto dell'ULSS 6, per determinare il livello di contaminazione interna ed esplorare alcuni indici biologici.

Il protocollo di accertamento previsto è stato il seguente:

- esame emocromocitometrico al tempo zero e dopo 15 e 30 giorni.
- Dosaggio del Cesio-137 nelle urine eseguito presso i laboratori ARPAV di Vicenza e Verona.
- Whole Body Counter (WBC) effettuato presso l'ENEA di Bologna.
- Dosimetria radiobiologia eseguita presso l'APAT a Roma su un campione di sangue.

Risultati della sorveglianza sanitaria

Il primo esame ha avuto esito nella norma per tutti i lavoratori indagati.

Per il secondo si è costruito un gruppo di controllo di maschi adulti al fine di disporre di un confronto con la popolazione locale (eventuali valori non negativi andavano confrontati con soggetti che nella nostra zona potevano aver introdotto Cs-137 come inquinante alimentare del dopo Chernobyl). In un unico campione di urina si è rilevata presenza di Cs 137 pari a 0,7 Bq/l, valore al di sopra della minima attività rilevabile (0,17 Bq/l). Ciò corrisponde ad una dose efficace impegnata, E(50), di 1,2 microSv.

Nel medesimo lavoratore il WBC effettuato dall'ENEA ha riscontrato presenza di Cs-137 ed è stata valutata una E(50) di 2,7 microSv. I dettagli dei calcoli sono riportati in allegato 9.

Ipotizzando che il lavoratore risultato contaminato fosse stato due giornate lavorative nelle vicinanze degli impianti coinvolti nell'incidente, assumendo cautelativamente un rateo di esposizione di 2 microSv/ora, l'esposizione esterna risulterebbe di 16 microSv e la dose efficace totale (esterna + interna) di 19 microSv, valore di 2 ordini di grandezza inferiore al limite ammesso dalla normativa vigente per la popolazione (1000 microSv/anno)

La Dosimetria citogenetica si avvale di due test: frequenza dei micronuclei ed analisi dei dicentrici, di cui il primo di più rapida esecuzione, ma poco specifico, il secondo più complesso, ma specifico. L'analisi dei micronuclei ha evidenziato in un soggetto (diverso da quello non negativo ai test prima illustrati) una frequenza di micronuclei superiore al gruppo di controllo. L'analisi dei dicentrici è stata negativa per tutti i soggetti.

Conclusioni

I risultati convergono e quindi si rafforzano le rispettive conclusioni. Sette lavoratori su otto risulta non siano stati interessati da alcuna contaminazione interna. Per un solo lavoratore i valori riscontrati hanno evidenziato che vi è stata una contaminazione interna da Cesio, compresa in valori di due ordini di grandezza inferiori a quelli che la norma dispone come limiti per gli individui della popolazione generale.

ISTITUZIONE DELLA COMMISSIONE TECNICA

Il Prefetto, visti gli articoli 126 bis e 126 quater del D.Lgs 230/95, modificato dal D.Lgs 241/00, in data 21/01/04, con decreto Prot.2186/2003 P.C., ha istituito una commissione tecnica

“ai fini dello svolgimento di più approfondite analisi, dell'esame del progetto che l'Azienda si è impegnata a presentare per la bonifica dell'area interessata e per lo stoccaggio e temporaneo deposito all'interno dell'azienda delle polveri contaminate nonché dell'espressione dei pareri necessari anche per tutte le eventuali determinazioni che alla stregua della normativa vigente dovranno essere adottate”.

La Commissione era così composta:

- COMANDO PROVINCIALE DEI VIGILI DEL FUOCO (coordinamento)
- APAT
- ARPAV
- DIPARTIMENTO DI PREVENZIONE ASL.

PIANO PRELIMINARE DI INTERVENTO:

In data 22/01/04, la Ditta Nucleco, incaricata dall'azienda dell'effettuazione della bonifica, sulla base dei sopralluoghi, dei risultati delle prime analisi condotte dagli enti di vigilanza, della precedente analoga esperienza avuta a seguito di contaminazione da Cs-137 e Co-60 presso la società ALFA ACCIAI di Brescia, ha presentato alla Commissione tecnica prefettizia il piano preliminare di intervento.

Le fasi iniziali principali di detto piano erano le seguenti:

- Delimitazione e segnalazione aree di cantiere e allestimento deposito attrezzature di cantiere e materiali vari
- Delimitazione e segnalazione ZONE CLASSIFICATE ai fini del rischio radiologico
- Allestimento laboratorio radiometrico con catena spettrometrica gamma con rivelatore al Ge.
- Allestimento spogliatoi accesso - uscita zone classificate
- Installazione ed attivazione campionatori d'aria per il monitoraggio ambientale
- Individuazione e predisposizione zone deputate allo stoccaggio provvisorio dei materiali raccolti e risultati contaminati e non contaminati
- Erezione di tende di confinamento in prossimità delle zone interessate alle operazioni di bonifica e protezione delle superfici con teli atti a prevenire contaminazioni
- Mappatura radiologica delle aree di impianto con effettuazione di misure di irraggiamento, effettuazione smear test e prelievo di campioni per la successiva analisi spettrometrica.
- Applicazione di un banco filtrante assoluto presso la base del camino di espulsione
- Predisposizione dei dispositivi di aspirazione/prelievo dei materiali contaminati
- Allestimento di idonei fusti per lo stoccaggio e il trasporto dei materiali contaminati.

Un piano in forma definitiva sarebbe stato presentato successivamente, sulla base dei risultati derivanti dalla mappatura radiologica, effettuata nella prima fase dell'intervento.

Nella medesima data della presentazione, la Commissione prefettizia ha esaminato il piano preliminare ed ha **espresso parere favorevole all'attività di monitoraggio e campionamento radiometrico finalizzata alla mappatura radiologica, indispensabile per la redazione del piano definitivo dell'intervento di bonifica.**

Esecuzione della prima fase dell'intervento

- Sono state delimitate e segnalate le aree di cantiere, sono stati allestiti gli spogliatoi di accesso - uscita dalle zone classificate ed il laboratorio radiometrico con catena spettrometrica gamma al Ge intrinseco.
- La zona interdetta, coinvolta direttamente nelle operazioni di bonifica e comprendente l'impianto di abbattimento fumi, è stata dichiarata "zona controllata" sotto la responsabilità della ditta Nucleco S.p.a.
- La zona adiacente è stata dichiarata "zona sorvegliata" sotto la responsabilità dell'Esperto Qualificato della ditta AFV Beltrame.
- Sono stati installati e attivati 9 campionatori d'aria per il monitoraggio ambientale (3 ad alto volume, P= 50 m³/ora) attorno al perimetro dell'area controllata.
- E' stata applicata una barriera di filtri assoluti (efficienza 99.99%) sulla mandata di uno dei tre ventilatori di estrazione del camino tra il ventilatore ed il camino di espulsione e gli altri due condotti sono stati ostruiti. In questo modo, riavviando il ventilatore a una portata parzializzata, si sarebbero evitate emissioni in ambiente e, con tale aspirazione, si sarebbe instaurata una leggera depressione su tutta la linea evitando così la diffusione della contaminazione e facilitando il trasferimento delle polveri esistenti verso il sistema filtrante e quindi verso il silos di stoccaggio polveri. Anche se le analisi preliminari eseguite avevano riscontrato lo stato di non contaminazione di tutte le superfici a valle dei ventilatori di estrazione, a conferma dell'elevato livello di efficienza del sistema filtrante della linea di abbattimento fumi, l'applicazione della batteria di filtri assoluti avrebbe consentito di operare in condizioni di maggior sicurezza.
- In prossimità delle zone interessate alle operazioni di bonifica sono stati posti teli di PVC di confinamento, atti a prevenire contaminazioni radioattive dell'ambiente esterno;
- E' stato adeguato il sistema di scarico del silos in modo da consentire di travasare in sicurezza le polveri.
- E' stato fatto un inventario dei materiali diversi dalle polveri, ma presenti in varie forme di imballaggio all'interno delle aree in esame, per poterne valutare le modalità di allontanamento dalla zona controllata.

Mappatura preliminare

La ditta incaricata del monitoraggio ha eseguito i seguenti rilievi:

- Prelievo di campioni di polvere facilmente rimovibile, depositata sul terreno o sul fondo dell'impianto in esame (tubazioni, filtri, pareti edificio ecc) e loro misurazione con spettrometria gamma in marinelli da 1 l.
- Prelievo di contaminazione rimovibile con smear test su superfici con caratteristiche tali da non consentire il prelievo dei campioni
- Misure di dose in ambiente e a contatto dei componenti del sistema.

La mappatura iniziale ha evidenziato in sintesi la seguente situazione:

zona indagata	Conc. di Cs-137	Esposizione amb.
Forno UHT e zone adiacenti	≈ conc. antecedenti all'incidente	≈ fondo naturale
Camera post combustione e zone adiacenti	> conc. antecedenti all'incidente	≈ fondo naturale
Condotto di collegamento tra camera di post-combustione e torre di quenching (T.Q.)	> conc. antecedenti all'incidente	> fondo naturale
T.Q.	> conc. antecedenti all'incidente	≈ fondo naturale
Condotto di collegamento tra T.Q. e separatore ciclonico	> conc. antecedenti all'incidente	> fondo naturale
Separatore ciclonico	> conc. antecedenti all'incidente	≈ fondo naturale
Impianto di filtrazione filtri a manica, silos, pellettizzatore, rimorchio	> conc. antecedenti all'incidente	> fondo naturale
Superfici camino a valle dei condotti di aspirazione	≈ conc. antecedenti all'incidente	≈ fondo naturale

Tabella 1: elencazione aree dell'azienda con indicazione dei livelli di contaminazione e di esposizione riscontrati nel corso della mappatura preliminare

Con “concentrazione antecedente all'incidente” si intende il valore misurato nei pellets prima della contaminazione dell'azienda. Le polveri contaminate risultavano depositate maggiormente nel deposito pellets, nel silos e nel camion ed erano stimabili in quantitativo totale pari a 230000 kg.

I dati riportati in tabella 1 evidenziano come l'edificio forno con zone adiacenti e il camino, a valle dei condotti di aspirazione non risultavano contaminati.

Nel seguito riportiamo le foto (**figure da 5 a 12**) delle zone indagate risultate contaminate, a completamento di quelle riportate nelle **figure 3 e 4**.

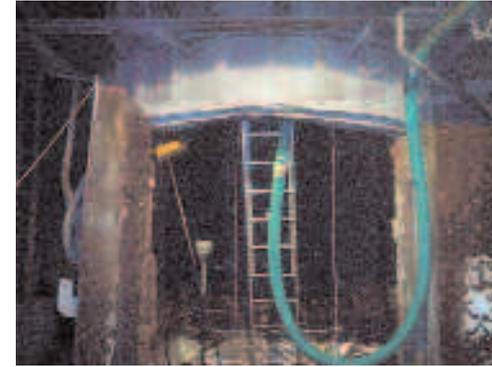


Figura 5: postcombustore contaminato



Figura 6: ingresso condotto tra postcombustore e torre di quenching. Il condotto è risultato contaminato

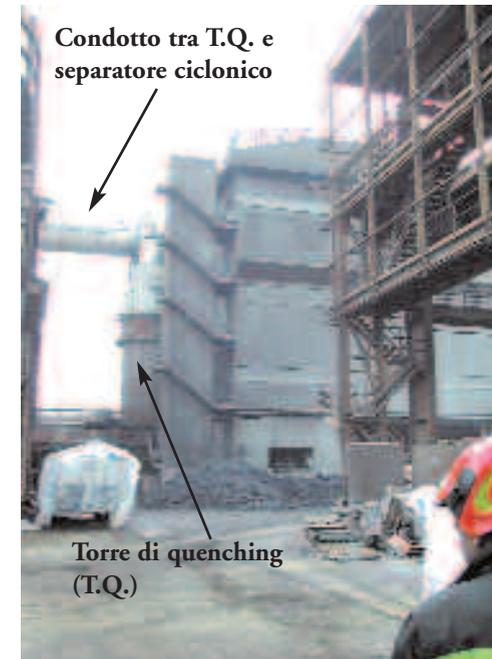


Figura 7: Torre di Quenching e condotto tra T.Q. e separatore ciclonico, risultati contaminati. Rimorchio con polveri contaminate.



Figura 8: separatore ciclonico risultato contaminato

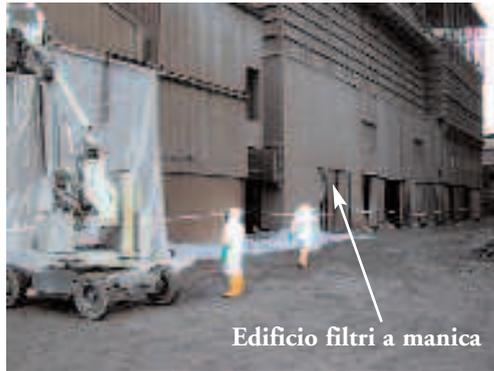


Figura 9: edificio filtri a manica, risultati contaminati



Figura 10: silos contenente polveri contaminate



Figura 11: fossa di raccolta pellets.



Figura 12: pellettizzatore contenente polveri e pellets contaminati.

I materiali diversi dalle polveri, ma presenti in varie forme di imballaggio all'interno delle aree in esame, erano di vario tipo (big bags, elettrodi, bancali, bobine, scorie, ecc.) e si trovavano in parte nell'area interna all'edificio forno e in parte nell'edificio filtri. Su detti materiali sono stati effettuati smear tests. Misure spettrometriche sono state effettuate sulle scorie che non sono risultate contaminate.

Sempre in sede di mappatura preliminare è stata verificata l' idoneità del "deposito ruspe" all'utilizzo come deposito temporaneo dei contenitori di materiale contaminato, sulla base dei seguenti criteri:

- Ispezionabilità diretta dei contenitori
- Resistenza a condizioni incidentali esterne (evento sisma o evento esondazione del fiume Retrone)
- Protezione fisica del deposito.

L'applicazione di detti criteri ha portato a una valutazione negativa circa l'utilizzo del "deposito ruspe", non fornendo la sua quota di collocazione sufficienti garanzie a fronte del rischio di esondazione.

Concludendo, la mappatura preliminare ha consentito di caratterizzare a grandi linee e definire l'estensione della contaminazione.

Sulla base dei risultati delle analisi e di una valutazione del volume e del peso delle polveri contaminate lungo la linea e nel deposito ruspe è stata valutata una attività complessiva di $1,2 \times 10^9 \text{Bq}$ corrispondenti a 33 mCi.

PIANO DI BONIFICA

In data 01/02/04 la società AFV Beltrame ha presentato alla Commissione la proposta di piano di intervento definitivo per la decontaminazione dello stabilimento e la messa in sicurezza dei materiali contaminati, da iniziare a decorrere dal 02/02/04. Esso è stato definito sulla base del piano preliminare di intervento e dei risultati della mappatura radiologica eseguita all'interno della zona interdotta dalle autorità vigilanti.

Nella medesima data della presentazione, la Commissione prefettizia ha esaminato il piano di intervento definitivo esprimendo parere favorevole.

Per quanto riguarda la proposta presentata dalla Beltrame circa l'individuazione di un'area destinata al deposito temporaneo la Commissione ha ritenuto più idonea allo scopo un'area in prossimità del fossato posto a nord del deposito scorie.

Definizione dei valori discriminanti per l'effettuazione della bonifica

Preliminarmente alla presentazione del piano di bonifica e ai fini della sua predisposizione, sono stati proposti dall'azienda, su concorde parere della Commissione, i valori di riferimento, discriminanti per la definizione di:

- **Materiale contaminato**
- **Contaminazione superficiale**
- **Rateo di esposizione.**

Materiale contaminato

Da svariati anni, con periodicità mensile, l'ARPAV di Vicenza effettuava misure di radioattività nei pellets prelevati dall'acciaieria AFV Beltrame. Il valore medio di concentrazione di Cs-137 degli ultimi 3 anni (**grafico 1**) è risultato di 22 ± 8 Bq/kg (C.L. 95%). Questo valore è stato accettato come discriminante per la definizione di materiale contaminato.

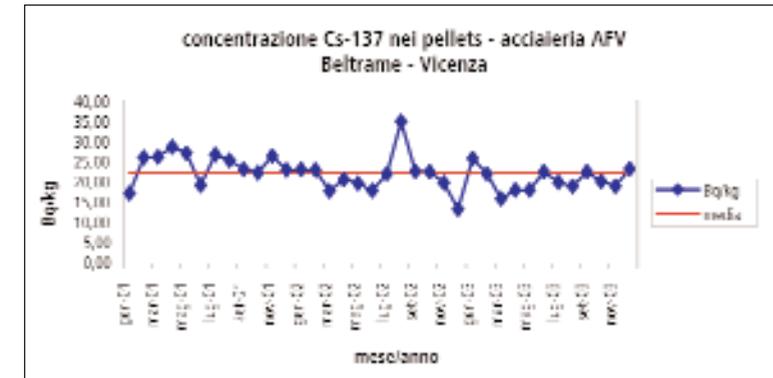


Grafico 1: concentrazione di Cs-137 misurata mensilmente dall'ARPAV di Vicenza negli ultimi tre anni

Contaminazione superficiale

Per la contaminazione superficiale trasferibile è stato considerato il valore di $0,4$ Bq/cm² di Cs-137, pari a 1/10 del valore previsto per i radionuclidi beta/gamma dalla normativa tecnica internazionale (IAEA 2003) per il trasporto di materie radioattive per quanto riguarda gli oggetti contaminati superficialmente.

Rateo di esposizione

Per i livelli di esposizione esterna, il valore discriminante è rappresentato dal fondo naturale ambientale, determinato all'inizio delle misure, per misura diretta in zona lontana a quella interessata dall'evento. Sono considerate normali fluttuazioni statistiche quelle comprese nel campo: valore medio del fondo ± 2 sigma.

Descrizione delle fasi principali del piano di bonifica

- 1) Rimozione e allontanamento dei materiali diversi dalle polveri ma presenti in varie forme di imballaggio nell'edificio filtri e nell'area interna all'edificio forno, previa verifica del loro stato di contaminazione. In caso di superamento della soglia stabilita, attivazione delle procedure di decontaminazione delle superfici interessate. I materiali in cumuli con valori superiori alle soglie saranno confezionati in big-bags procedendo alla caratterizzazione a strati progressivi.
- 2) Avviamento dell'impianto di ventilazione ad una portata parzializzata in modo da riscontrare lungo la linea una velocità media inferiore ad 1 m/s. Nel corso delle operazioni di bonifica la portata è stata impostata a 100000 mc/ora contro i 20000 previsti che si erano dimostrati insufficienti allo scopo.
- 3) Preparazione area di stoccaggio contenitori big bags. L'area, individuata all'interno dell'edificio forno, sarà delimitata e protetta al suolo con teli di PVC. In tale area saranno effettuati i controlli e l'identificazione di ogni contenitore.

- 4) Rimozione della polvere in cumuli presente nell'area sottostante il silos per aspirazione
- 5) Svuotamento del silos di stoccaggio fumi previo allestimento di una postazione di riempimento dei big bags, costituita di un box a telaio metallico e tamponature con teli di PVC. Lo scarico della polvere dal silos avverrà comandando manualmente la valvola a saracinesca di fondo.
- 6) Rimozione della polveri a partire dalla camera di post combustione lungo la linea di aspirazione verso l'edificio filtri. Nei punti di accesso a zone a più elevata contaminazione (torre di quencing) sarà posizionato un box di confinamento realizzato con telaio metallico e teli protettivi in PVC.
- 7) Al termine delle operazioni di decontaminazione sarà effettuata una mappatura radiometrica di verifica.

Rimozione, confezionamento e stoccaggio dei materiali

- La **rimozione** è stata effettuata con mezzi diversi in funzione delle caratteristiche fisiche del materiale da rimuovere e della posizione dello stesso lungo la linea di abbattimento fumi. In particolare, le polveri e i pellets sono stati rimossi con aspirapolvere SPIROVAC con portata di 1950 mc/ora accessoriato, sullo scarico dell'aria, di un banco filtrante con pre filtro + filtro assoluto. Altre polveri sono state raccolte per caduta (es. quelle contenute nel silos e nelle tramogge) e altre con mezzi meccanici manuali, così pure per le incrostazioni.
- I contenitori utilizzati per l'imballaggio del materiale radioattivo sono stati impostati su tre livelli progressivi di confezionamento: **big bags, contenitori intermedi e contenitori "Casagrande"**.

I **big bags**, grandi sacchi in tessuto, omologati dal Registro Navale Italiano per il trasporto di materiale allo stato solido, sono stati riempiti parzialmente fino a un carico di 1000 kg e caratterizzati singolarmente dal punto di vista radiologico (data confezionamento, punto di prelievo, tipologia fisica del materiale, peso lordo, identificazione del campione prelevato per analisi spettrometriche, dose a contatto e a 1 m di distanza).

I **contenitori intermedi** sono in acciaio, di forma cilindrica e di volume netto 6.93 m³. E' stata verificata da Nucleco con calcolo la loro resistenza all'evento incidentale di caduta in verticale da 90 cm, con riferimento a quanto disposto dalle Raccomandazioni



Figura 13: aspirazione delle polveri nel big bag.

IAEA sul trasporto di materie radioattive per colli di tipo IP2. Essi sono atti a garantire il confinamento della contaminazione durante le fasi di trasferimento dalla zona controllata all'area di deposito temporaneo, la cui durata è prevista da 6 a 8 mesi.

I **contenitori NC 10 RWC 3.09, denominati anche "Casagrande"**, atti a contenere materiale radioattivo solido originato da attività di smantellamento di impianti nucleari, garantiscono la sicurezza del deposito per tempi medio lunghi. Essi sono dotati di certificazione ANPA attestante la conformità del contenitore alla definizione di collo industriale di tipo 3 (IP-3), ai sensi della regolamentazione IAEA per il trasporto di materie radioattive.

Tutti i big bags confezionati sono stati posizionati nell'area prevista all'interno dell'edificio forno, dove sono state avviate le operazioni di confezionamento dei contenitori intermedi, a partire dai big bags che hanno mostrato la maggiore attività. In un secondo tempo i big bags di più debole attività sono stati posizionati nel cosiddetto "deposito ruspe", fabbricato posto a sud dell'edificio principale.

Da ultimo, è stata individuata dalla ditta Beltrame un'area, in alternativa ad altre che erano state giudicate non rispondenti a tutti i requisiti di idoneità, da adibire a deposito, durante la fase di emergenza, delle polveri inserite nei contenitori metallici in via provvisoria e poi nei contenitori "Casagrande".

Detta area, di pertinenza dell'acciaieria, è compresa tra il



Figura 14: : riempimento manuale del big bag.



Figura 15: contenitori intermedi



Figura 16: contenitori NC 10 RWC 3.09 denominati "Casagrande"

bacino di stoccaggio delle scorie e il bacino di raccolta-sedimentazione delle acque di pioggia in eccesso del vicino bacino delle scorie, sull'argine destro del fiume Retrone (a una distanza di 50 metri circa), affluente del fiume Bacchiglione.

In tale zona la ditta avrebbe provveduto alla costruzione di due basamenti in calcestruzzo su cui posizionare i contenitori "Casagrande".

Conclusioni delle operazioni di rimozione della contaminazione a impianto spento

Il 17/02/04 sono state concluse da Nucleco le attività di rimozione della contaminazione dall'impianto di abbattimento fumi dello stabilimento e di confinamento della stessa in big-bags, nonché le attività di verifica e rimozione di tutti i materiali presenti all'interno della zona controllata e diversi dalle polveri.

Il numero totale di contenitori big-bags prodotti è stato di 333, con peso totale di 328 t, di cui 27 con concentrazione < 30 Bq/kg.

Tutti i big-bags confezionati sono stati posizionati nell'area prevista all'interno dell'edificio forno, dove sono state avviate le operazioni di confezionamento dei contenitori intermedi, a partire dai big-bags con maggiore attività.

MAPPATURA RADIOLOGICA PER IL RILASCIO INCONDIZIONATO DELLE AREE E RIMOZIONE DELL'ATTIVITA' RESIDUA CON IL RIAVVIO DELL'IMPIANTO (DECONTAMINAZIONE A CALDO).

In data 17 e 18 /02/04 la Commissione prefettizia ha esaminato le seguenti richieste:

- 1) richiesta di liberazione di una parte della zona interdetta (nell'arco di tempo interessato dall'emergenza l'Azienda ha fatto richiesta che fossero rese libere aree dello stabilimento via via più estese, allo scopo di riprendere la produzione)
- 2) ubicazione del deposito temporaneo rifiuti
- 3) programma di mappatura radiologica dello stabilimento per il rilascio incondizionato delle aree e discussione delle successive fasi della medesima.

1) La Commissione ha espresso parere favorevole alla richiesta 1.

2) La Commissione, previa presentazione di ulteriori documenti tecnici integrativi attestanti l' idoneità dell'area, ha espresso parere favorevole, ai soli fini di cui agli articoli 126-bis e 126-quater, all'ubicazione del deposito rifiuti (richiesta 2).

3) Per quanto riguarda il punto 3 è stato oggetto di approfondita analisi, ampia discussione e aggiornamenti.

I punti salienti dell'analisi sono stati i seguenti:

Necessità di effettuazione della “decontaminazione a caldo”

A far data dal 17/02/04, terminata la decontaminazione condotta ad impianto spento, si è potuto stabilire, sulla base dei controlli eseguiti, che la rimozione della contaminazione non aveva interessato tutte le superfici dell'impianto potenzialmente contaminate. Ciò, sia per l'impossibile accessibilità sia per la diversità delle condizioni ambientali che si instaurano quando l'impianto è in esercizio (in termini di portata di aspirazione - 1.100.000 mc/ora contro i 100.000 mc/ora instaurati durante la bonifica - e di temperatura - dai 1600 °C della camera di post-combustione ai 90° della zona filtrazione).

Una completa decontaminazione delle parti interne di vari segmenti dell'impianto sarebbe stata possibile attuando interventi distruttivi di demolizione oppure avviando una fase di decontaminazione "a caldo" dell'impianto.

La Commissione ha in proposito tenuto conto delle disposizioni stabilite dalla legislazione vigente

e, in particolare, dei principi generali in tema di interventi. Atteso che l'attività totale rimossa, stimabile in 1102 MBq (28 mCi), corrispondeva ad una rimozione dell'85% dell'attività ipotizzata di 1238 MBq (33 mCi) per la sorgente e che l'assenza di contaminazione a valle dell'impianto di filtrazione confermava la buona efficienza dello stesso, la Commissione ha espresso parere che la bonifica sarebbe potuta procedere con una fase di “**pulitura a caldo dell'impianto**”, secondo un protocollo approvato dalla commissione, **previa mappatura radiologica**.

La bonifica avrebbe avuto termine con la sostituzione di tutti i filtri a manica dell'impianto.

Protocollo per la mappatura radiologica ai fini del rilascio incondizionato delle aree

Finalità: rilascio incondizionato delle aree dell'impianto risultate contaminate con esclusione delle parti interne di impianto interessate dal processo di decontaminazione a caldo.

E' stato definito, su tutta l'area soggetta a decontaminazione da parte di Nucleco, un reticolo con maglie quadrate di dimensioni 10 m X 10 m. All'interno di ogni maglia sono stati eseguiti prelievi dei campioni secondo le seguenti modalità:

- Per i materiali facilmente asportabili (es. polveri): prelievo di 5 matrici rappresentative della superficie sottoposta a controllo fino al riempimento del contenitore di Marinelli da 450 cc.
- Per i materiali che non erano facilmente asportabili in quantità sufficiente per la corretta esecuzione della misura e per le superfici interne delle strutture dell'impianto (es. tubazioni): esecuzione possibilmente di 5 smear tests in punti diversi all'interno della maglia utilizzando ovatta o tessuto imbevuto di liquido decontaminante e sfregando una superficie non inferiore a 3.000 cm². La superficie totale indagata risulta pertanto ≥ 15.000 cm². Il campione è stato poi inserito in un unico Marinelli. Si è considerata una efficienza di rimozione dello smear test del 20% (superfici estremamente rugose).

Il numero totale di maglie è risultato di 110.

I livelli di riferimento per il rilascio incondizionato coincidevano con quelli stabiliti per l'effettuazione della bonifica (materiale contaminato: 22 ± 8 Bq/kg di Cs-137; contaminazione superficiale: 0,4 Bq/cm² di Cs-137; rateo di esposizione: valore medio del fondo ambientale locale ± 2 sigma)

Protocollo per la decontaminazione a caldo dell'impianto

Una volta terminata positivamente la mappatura radiologica per il rilascio incondizionato delle aree, viene riavviato l'impianto secondo le seguenti modalità:

- Avviamento del sistema di abbattimento polveri con portata a regime ma a forno spento (riavvio a freddo) per circa 5 ore.
- Prelievo di un campione delle polveri nella sezione di filtrazione. Si potrà passare alla fase successiva se non è superata la soglia di 25000 Bq/kg.
- Avviamento del forno fusorio per un giorno (riavvio a caldo).
- Prelievo di un campione delle polveri nella sezione di filtrazione. Si potrà passare alla fase successiva se non è superata la soglia di 25000 Bq/kg.
- Prelievo di un filtro a camino . Si potrà passare alla fase successiva in caso di non superamento delle soglie di intervento.
- Campionamento di polveri nella sezione di filtrazione e a camino con cadenza giornaliera.

Livelli di intervento durante il riavvio a caldo dell'impianto

Sono stati definiti due livelli d'intervento, peraltro intimamente collegati in quanto derivano dalla stessa concentrazione di Cs-137 ipotizzata nelle polveri di abbattimento fumi. Il superamento di un livello d'intervento avrebbe comportato la predisposizione di interventi di radioprotezione quali, ad esempio, l'interruzione di ulteriori attività fusorie.

- **1° livello d'intervento:** 25000 Bq/kg sulle polveri prelevate nella sezione di filtrazione. Questa concentrazione coincide con la massima misurata nelle polveri nel corso delle operazioni di bonifica. Essa non ha comportato contaminazione rilevabile nell'ambiente esterno.
- **2° livello d'intervento:** 1/7 della dose efficace impegnata per il gruppo critico della popolazione per una settimana, aumentata del 50%.

Cautelativamente si è considerato il gruppo critico della popolazione rappresentato da un adulto (>17 anni) e da un bambino (< 1 anno) che stazionino per il periodo di una settimana alla sommità del camino. I parametri utilizzati per la valutazione della dose impegnata al gruppo critico sono riportati in allegato 10 ove, per confronto, sono riportate anche le valutazioni effettuate partendo da altre ipotesi. Sulla base delle ipotesi cautelative adottate, i livelli di intervento risultano di 50 e 10 nSv/giorno per gli adulti e i bambini rispettivamente.

E' definibile anche un **livello di intervento derivato** rappresentato dalla **concentrazione di Cs-137** in aria, alla bocca del camino, mediata su 7 giorni consecutivi, di $(25 + 25/2) \text{ Bq/gr} * 0.01 \text{ gr/m}^3 = 0.375 \text{ Bq/m}^3$.

Risultati della mappatura radiologica per il rilascio incondizionato delle aree

In alcune delle 110 maglie i prelievi e le misure di polveri e materiali facilmente asportabili sono stati ripetuti più volte perché le concentrazioni misurate erano superiori al livello di riferimento e conseguentemente la ditta Nucleco provvedeva a ulteriori operazioni di decontaminazione. La misurazione era ripetuta per verificare l'efficacia dell'intervento. Le concentrazioni maggiori di Cs-137 si trovavano lungo l'impianto di filtrazione e nel deposito pellets (fossa) mentre in tutti i campioni analizzati la concentrazione superficiale rimovibile è risultata sempre inferiore ai livelli di riferimento.

Il numero totale di misurazioni è stato di 137.

I prelievi e le misure di verifica dello stato di contaminazione sono stati condotti da Nucleco e da ARPAV e Vigili del Fuoco e si sono intensivamente protratti fino alle ore 19 del giorno previsto per il riavvio dell'impianto poiché alcune zone risultavano di difficile decontaminazione.

In contemporanea personale della ditta AFV Beltrame effettuava la manutenzione del forno fusorio che, a causa del lungo periodo di inattività, poteva presentare alterazioni del rivestimento pericolose in fase di riavvio.

Per tali motivi è stato posticipato il riavvio a caldo dell'impianto dalle ore 9 del mattino alle ore 21,30 di sabato 21/02/04.

RIAVVIO DELL'IMPIANTO

Con la conclusione positiva della mappatura radiologica è stata tolta la batteria di filtri assoluti inserita in un condotto tra il ventilatore ed il camino di espulsione, sono stati riaperti gli altri due condotti ed è stato riavviato l'impianto dapprima con una ventilazione a forno spento (riavvio a freddo) ed alla portata di lavoro di circa 10^6 Nm³/ora e poi, alle ore 21.30 di sabato 21/02/04, **dopo 39 giorni dalla segnalazione dell'incidente**, con forno fusorio in funzione (riavvio a caldo).

La misura della contaminazione del filtro assoluto, effettuata dopo il suo utilizzo, ha consentito di stimare una attività ivi depositata di circa 4000 Bq, confermando l'alta efficienza dei filtri a manica (allegato 12).



Figura 17: prelievi isocinetici a camino

Monitoraggio delle polveri in uscita dal camino

Sia durante il riavvio a freddo che a caldo è stato effettuato da ARPAV un monitoraggio delle polveri in uscita dal camino per la durata complessiva di una settimana e ciò per valutare le dosi efficaci impegnate al gruppo critico della popolazione nel corso delle fasi di ripulitura a freddo e a caldo dell'impianto e confrontarle con i relativi livelli di intervento approvati dalla commissione prefettizia nella riunione del 18/2/04.

Sono stati effettuati prelievi isocinetici a camino, della durata complessiva di circa 4 ore durante la fase fredda seguiti da prelievi per 24 ore continuative nella fase calda e poi della durata di circa 3 ore a intervalli giornalieri, per una settimana.

Sono state misurate sia le polveri totali che la radioattività depositata su filtro. In allegato 11 sono riportati i dettagli dei monitoraggi.

I risultati ottenuti dalle misurazioni effettuate sono così sintetizzabili:

- 1) La concentrazione media di polvere prelevata a camino, pari a 9.8 mg/Normal metro cubo è in accordo con quella ipotizzata di 10 mg/Nm³.
- 2) La concentrazione di Cs-137 è sempre inferiore alla MDA (0.04 Bq/Nm³), valore inferiore al livello di intervento derivato di 0.37 Bq/m³.

- 3) Le dosi efficaci impegnate al gruppo critico della popolazione sono risultate minori di 3.9 e 0.7 nSv/giorno per gli adulti e i bambini rispettivamente, valori inferiori ai corrispondenti livelli di intervento di 50 e 10 nSv/giorno.

Monitoraggio delle polveri prelevate nella sezione di filtrazione

A far data dalla ripresa dell'attività con il funzionamento dell'impianto a freddo, si sono effettuati giornalmente due prelievi di polveri ai condotti che collegano il vecchio e nuovo impianto di filtrazione al silos con un trasporto a coclea e a redler rispettivamente (grafico 2).

Il primo valore riportato nel grafico corrisponde al prelievo effettuato dopo la fase di funzionamento a freddo mentre il secondo dopo 12 ore di funzionamento a caldo (in questo caso non sono state separate le polveri dei due condotti). La concentrazione massima di Cs-137 è stata di 1107 Bq/kg, corrispondente al primo prelievo effettuato dopo il riavvio a caldo.

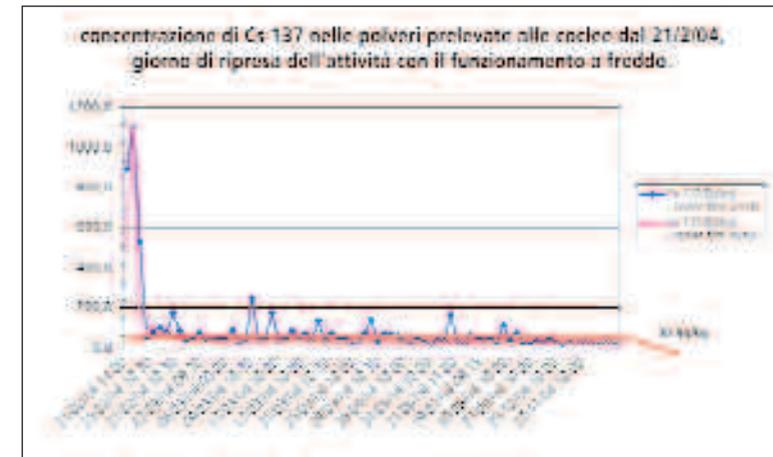


Grafico 2: concentrazione di Cs 137 nelle polveri prelevate alle coclee e ai redler dal 21/02/04, giorno della ripresa dell'attività con il funzionamento a freddo, al 13/12/2004

Monitoraggio dei pellets

Dal 27/02/04 è stato rimesso in funzione il pellettizzatore per ridurre i volumi da tenere in deposito e consentire una attività regolare. Dal 12/03/04 al 29/03/04 sono stati effettuati due prelievi al giorno al fine di verificare la stabilizzazione della concentrazione di Cs-137 nel tempo (grafico 3). A stabilizzazione avvenuta (allegato 13) si è proceduto a campionamenti con periodicità settimanale.

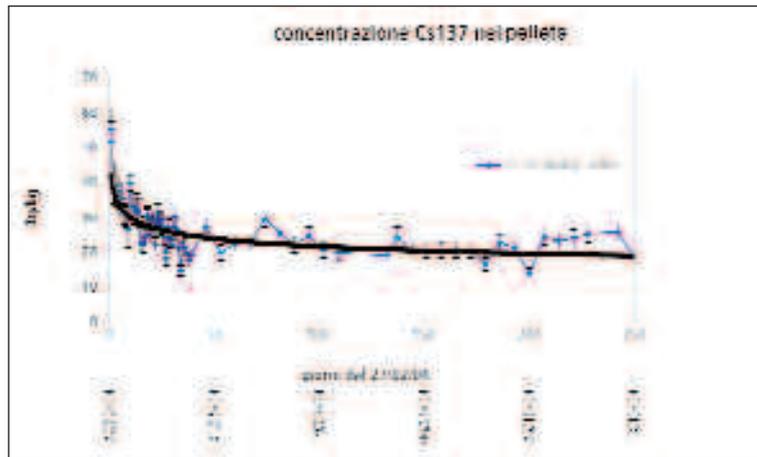


Grafico 3: concentrazione di Cs 137 nei pellets raccolti nel deposito sottostante il silos dal 27/02/04, giorno di messa in funzione del pellettizzatore, al 13/12/2004

Le concentrazioni di Cs-137 misurate nei pellets si sono riportate ai valori misurati prima dell'incidente (si confrontino i grafici 3 e 1) a decorrere dalla seconda metà di marzo.

Allontanamento dei materiali provenienti dalle operazioni di decontaminazione.

La ripresa dell'attività del forno fusorio in data 21/02/04, con la decontaminazione a caldo dell'impianto, l'esito positivo delle analisi e il consenso alla prosecuzione hanno significato la piena ripresa dell'attività aziendale. Grande sollievo di tutti, ma con un piccolo neo: la produzione giornaliera di circa 60.000 kg di polveri. Nel giro di 15 giorni si è presentato il problema dello stoccaggio di tali polveri poiché i luoghi deputati a riceverle (silos, deposito pellets e deposito ruspe) erano ormai saturi e ciò avrebbe impedito il proseguimento dell'attività di decontaminazione a caldo.

Esaminata la richiesta formulata dalla ditta AFV Beltrame di procedere ad un allontanamento di parte delle polveri e dei pellets, la commissione tecnica, riunitasi i giorni **1 e 2 marzo 2004**, ha espresso parere che potessero essere allontanati i predetti materiali in quantitativi strettamente necessari a far fronte alle esigenze di stoccaggio dei nuovi quantitativi prodotti, nonché nel rispetto delle seguenti modalità:

- 1) Allontanamento, in via prioritaria, dei quantitativi aventi concentrazione (comprensiva dell'incertezza di misura) inferiore a 22 ± 8 Bq/kg.
- 2) Allontanamento, in via subordinata, di ulteriori materiali la cui concentrazione fosse superiore al valore precedente ma che tuttavia garantisse il rispetto dei criteri di non rilevanza radiologica per gli individui della popolazione di cui all'Allegato I del DLgs 230/95, e successive modifiche. A tale scopo, la commissione ha cautelativamente applicato gli orientamenti tecnici forniti dalla

Unione Europea nella pubblicazione RP 122, Part I, in ordine alle concentrazioni di attività di massa per l'allontanamento incondizionato dalle pratiche, concentrazioni che appunto garantiscono il rispetto dei predetti criteri di non rilevanza radiologica (Allegato 14); la commissione ha pertanto espresso il parere che il livello massimo di concentrazione di Cs137 dovesse essere di 380 Bq/kg, comprensivo dell'incertezza di misura.

- 3) La commissione ha espresso inoltre parere che nelle prime fasi l'allontanamento dovesse riguardare i materiali con concentrazioni fino a 100 Bq/kg e che potessero essere allontanati anche materiali con concentrazioni fino a 380 Bq/kg, a fronte di ulteriori esigenze da sottoporre agli organi di vigilanza.
- 4) Infine la commissione ha espresso parere che, dopo la stabilizzazione delle polveri prodotte, si potesse procedere all'ultima fase della decontaminazione con la sostituzione e caratterizzazione dei filtri a manica.

Conseguentemente a quanto stabilito in tale seduta della commissione prefettizia, la ditta ha prioritariamente allontanato i materiali con $C < 22 \pm 8$ Bq/kg e ha iniziato ad allontanare i materiali con concentrazione di 22 ± 8 Bq/kg \leq Cs 137 \leq 100 Bq/kg previo prelievo e misurazione di un campione di polveri in marinelli e passaggio dei camion in uscita attraverso i portali.

Chiusura del cantiere Nucleco

In data **10 marzo 2004** la società Nucleco S.p.A. ha dichiarato la chiusura del cantiere e la riconsegna delle aree ed impianti a AFV Acciaierie Beltrame.

- Tutti i materiali prodotti dall'intervento di decontaminazione con concentrazione superiore a 380 Bq/kg sono stati raccolti e confezionati all'interno di 266 big bags inseriti in un totale di 31 contenitori metallici (cosiddetti "intermedi") e trasferiti sulle piattaforma realizzata allo scopo in area Beltrame, presso il deposito scorie.
- I materiali accessori usati durante la fase di intervento di bonifica sono stati ritirati da Nucleco.
- Presso il deposito ruspe sono stati stoccati 84 big bags di attività > 100 e < 380 Bq/kg e 28 big bags di attività < 100 Bq/kg.
- Nella zona dell'impianto sotto i filtri (BAG HOUSE) sono stati stoccati 56 big bags di attività inferiore a 100 Bq/kg.

La ditta Nucleco ha trasmesso una relazione di radioprotezione con l'elencazione e caratterizzazione di tutti i materiali raccolti e con i dati relativi alle misure radiometriche effettuate nel corso dell'intervento sino alla sua conclusione.

In particolare, tale relazione comprende:

- Elenco e caratterizzazione di 266 big bags di concentrazione > 380 Bq/kg inseriti nei contenitori intermedi
- Risultati delle analisi spettrometriche dei filtri relativi a 105 monitoraggi dell'aria di durata giornaliera effettuati dal 02/02/04 al 09/03/04 compresi con 3 pompe ad alto flusso in posizioni fisse: zona ingresso cantiere, presso camino; zona presso vasche acque industriali; zona di fronte preseparatori. Tutti i valori riscontrati sono risultati inferiori alla MDA ($\approx 4 \times 10^{-4}$ Bq/mc) e comunque non si sono riscontrate differenze tra i valori rilevati nel corso della mappatura radiologica preliminare ed i valori riscontrati nel corso dell'intervento di bonifica fino alla sua conclusione
- Risultati di 682 analisi spettrometriche, espresse in Bq/kg, su matrici varie
- Risultati di 284 analisi spettrometriche su smear tests, espresse in Bq/cm².

Sostituzione delle maniche filtranti

L'impianto è costituito da un edificio a più piani contenente 24 celle a maniche filtranti (14 celle fanno parte del nuovo impianto e 10 del vecchio) che hanno lo scopo di filtrare le polveri prodotte durante il processo di fusione, pari a $2,5 \cdot 10^3$ kg per ogni colata.

Al momento dell'incidente causato dalla fusione accidentale della sorgente era in corso una manutenzione programmata di sostituzione delle maniche filtranti che è però stata interrotta rinunciando alla sostituzione di tre celle del filtro vecchio.

Causa rottura di alcune sezioni dei filtri a manica, resa evidente dall'aspetto delle emissioni a camino, avvenuta in data 06/04/04, si sono dovute anticipare le operazioni di sostituzione di parte dei filtri.

Dal 09/04/04 al 15/04/04 sono state sostituite le maniche delle celle 4, 5 e 8 per un totale di 1100.

La concentrazione media di Cs-137 nelle maniche misurate tal quali è risultata di 147,7 Bq/kg (55 - 246) e l'attività totale stimata di 399 kBq su un totale di 2703 kg. Esse sono state raccolte in 17 big bags. Un unico big bag aveva una concentrazione inferiore a 100 Bq/kg e perciò è stato allontanato, gli altri 16 sono stati trasferiti nel deposito ruspe.



Figura 18: filtri a manica usurati.

Dal 14/07/04 al 05/08/04 sono state sostituite le rimanenti maniche filtranti per un totale di 6578. La concentrazione media di Cs-137 nelle maniche misurate tal quali è risultata di 51,9 Bq/kg (6 - 150) e l'attività totale stimata di 781 kBq su un totale di 14704 kg. Esse sono state raccolte in 114 big bags. Undici big bags avevano una concentrazione ≥ 100 Bq/kg e perciò sono stati trasferiti nel deposito ruspe. Gli altri 103 big bags sono stati allontanati.

In conclusione, con la sostituzione di tutte le maniche filtranti e dopo l'allontanamento dei big bags aventi concentrazione inferiore a 100 Bq/kg, sono stati stoccati nel deposito ruspe 27 big bags di attività compresa tra 100 e 380 Bq/kg per un totale di 569 kBq su 4161 kg.

Trasferimento dei contenitori intermedi nei contenitori "Casagrande"

Dal 18 al 22 ottobre 2004 ogni contenitore intermedio, già posizionato sulle piattaforme del deposito, è stato inserito in un contenitore "Casagrande". Il numero totale di contenitori è di 31. Sul perimetro delle due piattaforme sarà realizzata una recinzione e applicata la relativa segnaletica. Misurazioni effettuate da personale ARPAV presso il deposito con strumentazione portatile hanno fornito i seguenti risultati:

Posizione di misura	H*(10) nSv/ora
Fondo ambientale in area AFV Beltrame, all'esterno	30 - 40
A livello futura recinzione (bordo piattaforme)	70 - 80
A contatto contenitori "Casagrande"	80 - 200

Tabella 2: intensità di dose rilevata in data 03/12/04 attorno al deposito di materiale contaminato



Figura 19: deposito con contenitori "Casagrande" su piattaforma

L'area adibita a deposito è stata classificata dall'Esperto Qualificato della Ditta AFV Beltrame "zona sorvegliata" e pertanto recintata ed adeguatamente segnalata. Sono stati inoltre previsti controlli di radioprotezione con periodicità annuale mediante smear tests sui contenitori Casagrande nonché controllo visivo accurato dello stato dei contenitori in calcestruzzo.

CHIUSURA DELLO STATO DI EMERGENZA CON EMANAZIONE DEL PROVVEDIMENTO AUTORIZZATIVO (ex. Art. 29 DLgs 230/95)

Con la conclusione delle operazioni connesse con la rimozione e messa in sicurezza del materiale contaminato derivante dall'incidente del 13/01/2004, la ditta AFV Beltrame, in data 26/10/2004, ha presentato alla Commissione istituita dal Prefetto l'aggiornamento delle attività presenti con vari allegati tecnici unitamente alla relazione tecnica dell'Esperto Qualificato concernente la valutazione delle dosi ai lavoratori coinvolti nelle ultime operazioni di stoccaggio dei materiali contaminati.

La Commissione, visti gli art. 126-*bis* e 126-*quater* del DLgs 230/95, ha espresso al Prefetto di Vicenza il parere che potesse essere conclusa la fase di Emergenza con l'emanazione del provvedimento autorizzativi ex Art. 29 del medesimo decreto legislativo.

In data 06/12/2004 la Ditta AFV Beltrame ha presentato al Prefetto:

- *Ai sensi dell'art. 29 del DLgs 230/95*: domanda di Nulla Osta all'impiego di 1.126.159 kBq di Cs-137 specificando che la pratica che si intende svolgere è il deposito, senza alcuna manipolazione, dei materiali contaminati.
- *ai sensi dell'art. 154.3 bis del DLgs 230/95, in caso di accoglimento della precedente*: domanda di autorizzazione all'allontanamento di 16.326 kBq di Cs-137 con concentrazione di attività superiore a 100 Bq/kg e inferiore a di 380 Bq/kg.

Il decreto autorizzativo è in corso di emanazione.

ULTERIORI MISURE ADOTTATE DALL'AZIENDA A SEGUITO DELL'INCIDENTE

Fin dal 1994 l'azienda AFV Beltrame effettuava controlli di irraggiamento gamma su tutti i vagoni provenienti dai paesi dell'est avvalendosi del personale tecnico dell'ARPAV di Vicenza.

A decorrere da marzo 2002 l'azienda si è dotata di portali e ha iniziato a controllare anche i carichi in uscita.

Più precisamente, antecedentemente a questo incidente, effettuava i seguenti controlli sui materiali in ingresso ed in uscita:

- controllo con due portali di tutti i vagoni ferroviari e camion in ingresso trasportanti rottame ferroso.
- Controllo con un portale di tutti i camion in uscita trasportanti pellets
- Misura mensile dei provini di fusione e di un campione di pellets con spettrometria gamma a cura della locale ARPAV.



Figura 20: campione di pellets nel Marinelli di misura

I controlli hanno consentito di fermare in ingresso 14 sorgenti dal 1994 al 2004, di cui una di Co-60 di considerevole intensità.

A seguito di questo incidente, del gennaio 2004, il primo in cui si è verificata la fusione della sorgente con conseguente contaminazione di materiali, l'azienda ha installato ulteriori dispositivi:

- N° due portali sui condotti a coclea e a redler di trasporto delle polveri, tra l'uscita dell'edificio filtri e l'ingresso del silos. In questo modo si potrà evitare il mescolamento delle polveri contaminate con quelle non contaminate presenti nel silos.
- N° un portale applicato a parete nell'area forno UHT per una segnalazione immediata di variazioni dei livelli di radioattività ambientale.
- catena spettrometrica gamma con rivelatore allo NaI (TL) e pozzetto schermato per il controllo di ogni singolo provino di fusione e dei pellets in uscita. La catena è stata installata vicino all'edificio forno UHT.

Tutti i portali sono collegati a PC consultabile nella zona comandi dell'edificio forno UHT



Figura 21: centraline portali sui due condotti che trasportano le polveri da edificio filtri al silos.



Figura 22: pozzetto per controllo spettrometrico singolo provino di fusione e pellets in uscita dall'azienda

CONCLUSIONI

L'incidente verificatosi nell'acciaiera fortunatamente non ha comportato rischi per la popolazione, né per i lavoratori. Tuttavia, prima che tale condizione favorevole fosse accertata e successivamente, nel corso di tutta la fase dell'emergenza, il lavoro di rilevazione, analisi e valutazione è stato impegnativo.

Dal punto di vista tecnico possiamo dire che si è trattato di una esperienza importante, sia per questo sforzo indagativo, sia per l'occasione di collaborazione tra Esperti di Enti diversi, pubblici e privati.

Interessante anche l'esperienza organizzativa, come situazione di applicazione del Piano di Difesa Civile e delle regole gestionali che esso comporta.

RIFERIMENTI NORMATIVI

Caratteristiche della sorgente che ha contaminato alcune aree dell'azienda:

- radionuclide: Cs 137
- forma: non sigillata
- Concentrazione di attività massima misurata nelle polveri: 25000 Bq/kg.
- Attività totale detenuta: a tutt'oggi stimabile in circa $1,23 \cdot 10^9$ Bq

Condizione di “emergenza”

L'incidente è inquadrabile, da un punto di vista legislativo, negli articoli 126-bis e 126-quater del DLgs 230/95, e successive modifiche, che regolano gli interventi nelle esposizioni prolungate a seguito di emergenze radiologiche e le attività di protezione civile. E' in questo contesto che il Prefetto ha istituito la commissione tecnica coordinata dal comando Provinciale dei Vigili del Fuoco e costituita dall'APAT, dall'ARPAV e dal Dipartimento di Prevenzione della ASL, con il compito di sovrintendere e controllare le attività finalizzate alla bonifica delle aree e alla messa in sicurezza delle polveri contaminate nonché esprimere pareri necessari per le determinazioni da adottare in osservanza della normativa vigente. La commissione ha espresso parere favorevole al piano di bonifica e, constatata la sussistenza di condizioni di necessità e urgenza, allo stoccaggio del materiale contaminato e al suo allontanamento parziale nel rispetto dei criteri di non rilevanza radiologica per gli individui della popolazione, di cui all'Allegato I del DLgs 230/95 s.m.i. e alle raccomandazioni tecniche della U.E. contenute nella Pubblicazione Radiation Protection 122 Part I.

Condizioni di “Pratica”

Con la sostituzione di tutte le maniche contaminate finisce lo stato di emergenza e si passa alle condizioni di pratica. In questo ambito mutano i riferimenti normativi come di seguito elencato.

La detenzione della sorgente costituita dal materiale contaminato:

- si configura come pratica ai sensi dell'art. 4, numero 3), lettera e), del DLgs 230/95 e smi, che recita: “...pratica: attività umana che è suscettibile di aumentare l'esposizione degli individui alle radiazioni provenienti da una sorgente artificiale....”
- rientra nel DLgs 230/95 e smi poiché sono contemporaneamente soddisfatte le seguenti condizioni: concentrazione > 1000 Bq/kg e attività totale $> 10^4$ Bq (All. 1, paragrafo 1.2, lettere a) e b); Tabella I.1)

- è soggetta a nulla osta preventivo del Prefetto di categoria B (art. 27, comma 2, art. 29, art.152-bis, comma 4, poiché sono contemporaneamente soddisfatte le condizioni (allegato IX e tabella VII-1): Concentrazione $> 10^4$ Bq/kg e attività totale $> 10^3 \times 10^4$ Bq = 10^7 Bq

E' in questo contesto che la ditta AFV Beltrame ha presentato richiesta di Nulla Osta al deposito e allo smaltimento di polveri o materiali contaminati ai sensi degli Art. 27-29 del DLgs 230/95 e smi.

Bibliografia

- DLgs 230/95 “Attuazione delle direttive 89/618, 90/641, 92/3 e 96/29 Euratom in materia di radiazioni ionizzanti”, e successive modifiche (in particolare, D.L.vo n. 241/2000 e D.L.vo n. 257/2001).
- Radiation Protection 122, European Commission 2000 “Practical use of the concepts of clearance and exemption-part I”.
- ICRP Publication 78/97 “Individual monitoring for internal exposure of workers”.
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR 2000 Report, Volume 1.
- IAEA Safety Requirements No. TS-R-1, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 2003.

ALLEGATO 1 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

La produzione aziendale

La produzione aziendale è costituita da profilati in acciaio al carbonio (ferro), mediante forno fusorio elettrico, colata in continua e laminazione.

La materia prima è costituita da rottami di ferro, raccolti, a seconda del mercato, su territorio nazionale o estero. All'ingresso tutti i materiali destinati alla fusione, caricati sia su vagone ferroviario sia su camion, vengono fatti transitare attraverso i portali per la rilevazione di eventuali fonti radioattive.

Presso l'area aziendale sono dislocati tre portali: uno per il controllo dei carri ferroviari in ingresso (figura 23) il secondo per il controllo dei camion in ingresso ed il terzo per il controllo dei camion in uscita (figura 1).

I rottami vengono depositati nel fabbricato "parco rottami" e successivamente caricati nella "cesta".

Il forno fusorio è un forno elettrico a crogiolo (forno UHP - Ultra High Power): spostata la volta, esso viene caricato dall'alto, mediante apertura della parte basale delle ceste (2 o 3). Chiusa la volta, gli elettrodi di grafite vengono fatti scendere da tre fori della stessa, poi scocca l'arco voltaico;

la temperatura del bagno verrà portata al di sopra dei 1600 °C.

Quando la massa è fusa, subisce processi di affinazione. Vengono aggiunti appositi additivi (calcare,



Figura 23: portali per controllo carri ferroviari in ingresso all'azienda.



Figura 24: selezione del materiale nel parco rottami

calce, ecc.) e insufflato ossigeno con lance, per separare dalla lega elementi indesiderati (ad es. metalli come il piombo e lo zinco), sotto forma di un materiale vetroso che galleggia in superficie. Con la "scorificazione" le scorie vengono colate, inclinando il forno, verso la "fossa scoria".

Viene poi raccolto il provino per l'analisi chimica con il quantometro.

Le scorie del forno vengono successivamente trasportate in un piazzale esterno, lontano dall'area produttiva, dove sostano per periodi prolungati per una "maturazione".

Vengono poi macinate, per poter recuperare l'acciaio e poi ciò che rimane viene conferito a terzi per ulteriori interventi di recupero.

Dopo la fusione l'acciaio viene spillato in una siviera che poggia su carro (carro siviera UHP); la siviera viene trasferita sul carro che serve il forno di affinazione (Leadle Fornace -LF o convertitore); in questa struttura, mentre l'acciaio resta nella siviera, (perciò detta forn-siviera) si completa il trattamento dell'acciaio per affinazione della lega, mediante immersione di elettrodi per ulteriore riscaldamento, stirring (agitazione) gassoso (con argon), "aggiunte" di ferroleghie ed altro.

La siviera viene poi sollevata tramite il carro ponte e portata al di sopra della paniera. Vengono aperti i fori scaricatori e l'acciaio riempie la paniera. Si avvia ora, mediante

l'apertura di fori dal fondo di quest'ultima, la colata continua, ossia l'efflusso per caduta di rigoli di acciaio fuso in percorsi predisposti per la sagomatura di billette (lingotti a sezione quadrata); queste, dopo un percorso verticale e un parziale raffreddamento, vengono tagliate a misura.

Le billette, accatastate nel fondo del capannone, verranno trasferite ad altro capannone.

Si passa nel Laminatoio dove si attua la lavorazione "per deformazione plastica". Le billette vengono riscaldate in forni (forno Simac o forno Pomini) fino al color rosso (1050 °C).



Figura 25: parco rottami



Figura 26: forno fusorio

Da qui, attraverso vie a rulli, vengono avviate ai laminatoi, dove subiscono una prima sbazzatura e successivi passaggi in gabbie (treno intermedio e treno finitore) finché il profilo assume la forma definitiva programmata.

Nelle operazioni di laminazione si producono altre scorie, dovute all'azione meccanica sulle superfici ossidate delle billette.



Figura 27: scorie appena prelevate

L'impianto di abbattimento fumi

Il sistema di aspirazione è costituito da due circuiti. Il primo, con una portata più bassa (180.000 mc/h) ma condizioni più estreme di temperatura (1200 °C) intercetta i fumi prodotti durante la fusione nel forno elettrico attraverso il cosiddetto "quarto foro" della volta. Il secondo attua l'aspirazione a tetto della "DOG HOUSE" ossia del capannone forni.

I fumi del quarto foro vengono trasferiti attraverso canalizzazioni ai seguenti impianti:

- > post combustore, camera di combustione dove l'ingresso di aria completa la combustione degli organici. La temperatura è di 1200 - 1300 °C. Non si ha formazione di molta polvere ma si formano molte incrostazioni.
- > torre quenching detta anche torre tagliapicchi, dove i fumi in controcorrente vengono raffreddati con spruzzi di acqua (13 cannoni) e il calore scende a 300 °C. Si deposita molta polvere che viene raccolta una volta alla settimana.

Il secondo circuito, come accennato, intercetta i fumi quando la volta del forno è aperta (ad es. durante la carica del rottame con la cesta) e dall'insieme dell'ambiente che è praticamente un capannone chiuso rispetto all'ambiente esterno; ha una portata più elevata (770.000 mc/ora), ma temperature più basse.

Dopo la torre di quenching i due circuiti convergono, la temperatura è ulteriormente ridotta (130 °C) e prosegue con i seguenti impianti:

- > ciclone ove i fumi entrano dall'alto, per la forma geometrica del percorso perdono velocità e inizia la deposizione delle particelle più grossolane;
- > edificio filtri nuovi (costruito nel 1998) ed edificio filtri vecchi (costruito nel 1987), dove si completa la deposizione delle polveri; sono costituiti da 24 celle a maniche filtranti, dove si

distingue un plenum aria sporca, passaggio nelle maniche, plenum di aria pulita in aspirazione mediante elettroventilatore. L'elettroventilatore è posto sulla base del camino e consente, durante il funzionamento normale, che la zona di filtraggio delle polveri sia posta in depressione; esso inoltre permette l'emissione in atmosfera dallo stesso camino che misura 28 m. in altezza e 7 m. di diametro. Le maniche hanno un ciclo di vita "normale" di circa due anni, con bassa efficienza all'inizio (il filtro si "condiziona" con il deposito delle polveri) e al termine. Il cambio filtri o viene programmato in tal senso o anticipato per la rottura di alcune sezioni. Allo stato attuale non vi sono dispositivi sufficientemente efficaci nell'individuazione delle rotture, mentre fortemente indicativo ne è l'aspetto delle emissioni.

Le polveri aderenti alle maniche sono rimosse per scuotimento periodico automatico, cadono per gravità e vengono convogliate al silos, attraverso tramogge, da condotti a redler e a coclea a seconda che provengano dall'impianto nuovo o vecchio di filtrazione rispettivamente.

Le polveri sono accumulate nel silos che ha funzione di stoccaggio. Dal lunedì al venerdì funziona il pellettizzatore: la polvere attraverso una tramoggia arriva alla macchina pellettizzatrice dove ruotando viene messa in contatto con acqua, aggregandosi in pellets; i pellets sono scaricati attraverso un nastro trasportatore a pelo libero in cumuli nel deposito pellets.

Una ruspa (con cabina pressurizzata) sottrae i materiali pellettizzati e li dispone entro il camion. Il camion in uscita passa attraverso il portale che rileva la radioattività e inizia il viaggio di conferimento a terzi (rifiuti speciali) presso impianti di recupero di metalli come zinco e piombo.

La produzione di polveri, conseguente all'attività del forno, si verifica nelle ore diurne e notturne, compresi sabato e domenica; il carico su camion si effettua nelle ore diurne, dal lunedì al venerdì. La capacità di abbattimento dell'impianto fumi, pur elevata, fa sì che comunque 5 -10 kg di polvere su circa 2500 prodotti per ogni colata sfuggano in atmosfera.

ALLEGATO 2

STIME DELL'ATTIVITÀ DELLA SORGENTE DI CS-137 ENTRATA NEL FORNO FUSORIO EFFETTUATE SULLA BASE DEI RISULTATI DI MISURAZIONI INIZIALI E FINALI.

Dati impianto, dichiarati dal direttore dello stabilimento:

Produzione: 125 tonnellate/ora

Polveri : 19 kg per tonnellata di produzione

La polvere viene convogliata nel sistema di abbattimento fumi salvo 5 - 10 mg/m³ che fuoriescono dal camino

Portata camino: 10⁶ m³/ora

Durata fusione : 1 ora

Quantitativo di polvere (aggregata e non) massimo che può essere contenuto nel sistema di abbattimento fumi di fusione: 250 tonnellate.

Risultati delle misure:

Concentrazione massima di Cs 137 misurata nelle polveri: 25000 Bq/kg.

Sulla base dei dati elencati si possono fare le seguenti valutazioni:

Quantità di polvere prodotta all'ora (ossia in una singola colata) = 19 *125 kg/fusione = 2375 kg/fusione ≈ 2500 kg/fusione.

Quantità di polvere che fuoriesce dal camino all'ora = 10⁶ m³/ora * 10 mg/m³ = 10 kg/ora, pari allo 0,4% del totale .

Calcolo della attività della sorgente fusa

1° ipotesi)

Supponendo che si sia contaminata in modo uniforme solamente la polvere di una colata e che il resto delle polveri contenute nel sistema di abbattimento fumi sia non contaminato, l'attività della sorgente risulta di 25000 Bq/kg * 2500 kg = **6,25 10⁷ Bq (2 mCi)**.

2° ipotesi)

Supponendo invece che si sia contaminata in modo uniforme tutta la polvere che può essere contenuta nel sistema di abbattimento fumi, l'attività della sorgente risulta di 25000 Bq/kg * 250000 kg = **6,25 10⁹ Bq (200 mCi)**.

3° ipotesi)

Considerando inoltre che nella colata del 12 gennaio è stato rilevato un contenuto anomalo di piombo (0,029% contro lo 0,0020% normalmente presente, con un incremento relativo del 13,5% ed assoluto dello 0,027%) corrispondente a un quantitativo di 34 kg e supponendo che tale quantitativo costituisca originariamente la schermatura della sorgente entrata nel forno fusorio, si

può effettuare una stima dell'attività della sorgente ipotizzando che essa fosse completamente schermata dal piombo.

Nell'ipotesi che il contenitore della sorgente fosse sferico, se ne ricava il raggio nel modo seguente:

$$34 \text{ kg} = \frac{4}{3} \pi r^3 (\text{dm}^3) \times 11,4 (\text{kg} / \text{dm}^3) \rightarrow r = 8,9 \text{ cm} \approx 9 \text{ cm}$$

ove 11,4 corrisponde alla densità del piombo.

Trascurare di calcolare lo spessore occupato dalla sorgente comporta un aumento dello spessore del piombo della protezione e quindi un aumento dell'attività della sorgente, stima peraltro cautelativa da punto di vista protezionistico.

Ipotizzando a valle della schermatura una intensità di dose in aria pari all'intensità del fondo ambientale (tenuto conto che la sorgente schermata non è stata segnalata dai portali), ossia a 0,1 microSievert/ora e tenuto conto dello spessore di dimezzamento del piombo relativamente al Cs137, di 8 mm (*), risulta:

$$\frac{I_a}{I_v} = e^{-\mu x} = 2431 \text{ che corrisponde al rapporto tra le intensità di dose a monte e a valle della schermatura.}$$

L'attività della sorgente non schermata che produce a 1 m una intensità di dose di 0,1 μSv/ora risulta:

$$A(\text{Bq}) = \frac{I(\text{Sv/ora}) * r^2(\text{m})}{1(\text{Sv} * \text{m}^2 / \text{Bq} * \text{ora})} = \frac{10^{-7}}{8,94 * 10^{-11}} = 1,1 * 10^6$$

Da cui, tenuto conto dell'attenuazione della schermatura, l'attività della sorgente schermata diviene di 2431 * 1,1 * 10⁶ Bq = **2,67 10⁹ Bq = 72 mCi**

Considerando invece una intensità a 1 m di 0,05 μSv/ora , l'attività della sorgente schermata diverrebbe pari a **1,33 10⁹ Bq = 36 mCi**.

In conclusione, partendo da ipotesi diverse, l'attività della sorgente che si è fusa risulta compresa tra **6,25 x 10⁷ Bq e 6,25 x 10⁹ Bq**.

Valutazione dell'attività della sorgente a conclusione della bonifica, sulla base delle attività riscontrate nelle varie matrici

Zone di maggior accumulo	Concentrazione (Bq/kg)	Quantitativo (kg)	Attività (MBq)	Attività (mCi)
Fossa, filtro, camion, silos, T.Q.	> 380	246893	1109,8	30,0
Fossa pellets, silos, Deposito ruspe, T.Q., separatore ciclonico, camera P.C.	> 22, < 380	211176	80	2,2
Fossa Filtri a manica	>22, < 100 < 380	400000 17400	40 1,180	1,1 0,03
TOTALE	>22	875469	1251	33,3

Elencazione aree dell'azienda con quantitativi di materiali contaminati riscontrati a conclusione delle operazioni di bonifica effettuate dalla ditta Nucleco. Nella penultima riga sono inserite le attività dei 7678 filtri a manica, misurate dopo la loro sostituzione e caratterizzazione conclusasi ad agosto 2004.

(*) "Radiation Protection Dosimetry. Radionuclide and Radiation Protection data handbook 2002" Vol.98 No.1 2002 Nuclear Technology Publishing

ALLEGATO 3 RISULTATI DELLE MISURE IMMEDIATE DI CONTAMINAZIONE RADIOATTIVA EFFETTUATE CON SPETTROMETRIA GAMMA SU CAMPIONI DI POLVERI AGGREGATE DI ABBATTIMENTO FUMI, PROVINI DI FUSIONE, SCORIE E ACQUE METEORICHE.

n°	data prelievo	data misura	tipo di campione	punto di prelievo	concentrazione Cs ¹³⁷ (Bq/kg)
1	13-01-2004	13-01-2004	pellets di abbattimento fumi	deposito pellets presso linea abbattimento fumi	75148
2	13-01-2004	13-01-2004	provino 90016 del 12-01-04	AFV Beltrame	< 1,6
3	dicembre 2003	09/01/2004	campione di pellets di abbattimento fumi consegnato mensilmente (per confronto)	AFV Beltrame	22,8
4	dicembre 2003	09/01/2004	campione di provini consegnato mensilmente (per confronto)	AFV Beltrame	< 0,1
5	13-01-2004	13-01-2004	provini dal n°90028 al n°90052 del 12-01-04	AFV Beltrame	< 0,1
6	13-01-2004	14/01/04	provini del 11 e 13 gennaio	AFV Beltrame	< 0,1
7	13-01-2004	14/01/04	provini dei giorni 07,08,09,10 gennaio 2004	AFV Beltrame	<0,09
8	13-01-2004	14/01/05	acqua di scorie	acqua di decantazione	< 0,55
9	15-01-2004	15-01-2004	pellets di abbattimento fumi	deposito ruspe e pellets in area Beltrame, a sud dello stabilimento	1065,8
10	15-01-2004	16-01-2004	pellets di abbattimento fumi	"	322,9
11	16-01-2004	16-01-2004	pellets di abbattimento fumi	"	14,7
12	15-01-2004	16-01-2004	scorie di fusione	deposito scorie fusione, all'interno dello stabilimento	1,4
13	17-01-2004	19-01-2004	acqua meteorica	piazzale, uscita disoleante	< 0,28
14	17-01-2004	18-01-2004	acqua meteorica	lago sud ovca, parco natante	< 0,76
15	17-01-2004	17/01/2004	acqua meteorica e fognaria	a monte dello scarico industriale	< 0,79

ALLEGATO 4, PRIMA PARTE

RISULTATI DELLE MISURE IMMEDIATE DI INTENSITÀ DI DOSE GAMMA E DI CONTAMINAZIONE SUPERFICIALE EFFETTUATE CON STRUMENTAZIONE PORTATILE ALL'INTERNO E ALL'ESTERNO DELL'AZIENDA AFV BELTRAME

n°	data misura	luogo di misura	Intensità di dose $\dot{\gamma}$ (nSv/ora)	Contaminazione superficiale γ (cps)
19	13-01-2004	portineria AFV Beltrame (fondo)	90	6
18	13/01/04 dalle 18,30	parco recintati	40	4,5
20	"	vicino a cumolo di bauxite	500-600'	26
21	"	refettorio	400-500'	7
22	"	servizi nelle vicinanze del nuovo tale refettorio	160	* 20 (α, β, γ) a contatto pistole ceramica; 4: a contatto altri pezzi
23	"	scorie	51	6
24	"	a circa 15 m dal rimorchio contenente le polveri contaminate	80	6,6
25	"	a circa 12 m dal rimorchio contenente le polveri contaminate	120	6
26	"	a contatto rimorchio contenente le polveri contaminate	2500	30-40
27	"	a contatto box contenente pellets	2000-5000	7
43	"	magazzino billette	60	7
28	"	casero billette	60	7
29	"	raccolto ferroviario	60	4-5
30	"	uscita estrazione fumi	80	6-7
31	"	laminatoio	50-60	5
32	"	servizi laminatoio, a contatto parete in ceramica	130	* 14 (α, β, γ) a contatto pistole ceramica; 5: a contatto pareti esterne
40	13/01/2004 dalle 22,30	incrocio viale S. Agostino con via S. Desiderio	80	7
39	"	strada della Pilla	82	7
10	"	quartiere S. Agostino, cavalcavia autostrada (asfalto)	77	7
41	"	zona ferroviaria vicino supermercato ASD	76	7

ALLEGATO 4, SECONDA PARTE

RISULTATI DELLE MISURE IMMEDIATE DI INTENSITÀ DI DOSE GAMMA E DI CONTAMINAZIONE SUPERFICIALE EFFETTUATE CON STRUMENTAZIONE PORTATILE ALL'INTERNO E ALL'ESTERNO DELL'AZIENDA AFV BELTRAME

n°	data misura	luogo di misura	Intensità di dose $\dot{\gamma}$ (nSv/ora)	Contaminazione superficiale γ (cps)
2	14/01/2004; mattino	Beltrame, piazzale ad ovest del Retrone, verso autostrada	63	5,1 ($\beta = 0,4; \alpha = 0$)
5	14/01/2004; ore 12,10	VICENZA, viale del Lavoro, presso ditta Miori	86	6,2 ($\beta = 2,5; \alpha = 0$)
3	"	Vicenza, viale della Scienza, Cantiere Graciosa	65	5,5 ($\beta = 2,5; \alpha = 0$)
4	14/01/04 pomeriggio	VICENZA, S. Agostino, ponte del Quarto	130	7,8 ($\beta = 0; \alpha = 0$)
33	15-01-2004	davanti all'ingresso del deposito ruspe e pellets in area Beltrame, a sud dello stabilimento	50	7
34	"	all'interno del deposito ruspe e pellets, lato dx, verso Retrone	77	7
37	"	all'interno del deposito ruspe e pellets, parte di fondo	120-130	7
36	"	all'interno del deposito ruspe e pellets, lato sin	350	7
36	16-01-2004	all'interno del deposito ruspe e pellets, angolo sinistro, sul fondo	474	7
38	"	all'interno del deposito ruspe e pellets, lato dx, verso Retrone	62	7
9	16/01/2004 pomeriggio	Alavilla, via San Marco	86	5,8 ($\beta = 0,4; \alpha = 0$)
12	"	Alavilla Vic. Via 4 novembre c/o cinema	102	7
13	"	Alavilla Vic. Via Torino di fronte campo civico 63	80	7
14	"	Alavilla Vic. Via Canova	100	7
15	"	Alavilla Vic. Parco pubblico il Beolo	85	7
16	"	Cippo monumento Alpini Torri di Arcignano	90	7
17	"	Distribuzione ERG Arcignano	60	7
10	"	VICENZA, S. Agostino vicino cavalcavia autostrada (cemento)	120	7
11	"	VICENZA, S. Agostino curva Strada della Pilla	108	7

ALLEGATO 5
RISULTATI DELLE MISURE IMMEDIATE DI CONCENTRAZIONE DI
CS137 IN ARIA EFFETTUATE TRAMITE CAMPIONAMENTO D'ARIA
SU FILTRO

N°	data; ora inizio prelievo	punto di misura	data; ora fine prelievo	Volume aspirato (m³)	Bq/m³	dose efficace per inalazione con concentrazione costante per 1 anno (µSv/anno)
1	13/01/2004; 17:30	area di pertinenza dell'acciaieria, nel periodo: subito a pomeriggio oltre il fiume retrone. direzione sud ovest	13/01/04; 20:00	3,797	< 0,01	< 0,5
2	13/01/2004; 20:30	"	14/01/04; 09:00	26,186	< 0,0048	< 0,24
7	08/01/2004; 00:00	Vicenza, viale Milano centralina PM10	13/01/04; 00:00	141,94	< 0,002	< 0,1
8	08/01/2004; 00:00	Vicenza, quartiere Italia: centralina PM10	13/01/04; 00:00	322,411	< 0,001	< 0,05
8	01/01/2004; 00:00	"	07/01/04; 00:00	378,577	< 0,0002	< 0,01
6	01/01/2004; 00:00	Vicenza, via Spalato n°14	08/01/04; 00:00	479,130	< 0,0008	< 0,04
4	14/01/2004; 15:50	Altravilla via San Marco 58 e S. Agostino via ponte del Quareto (misura cumulativa)	15/01/0406:20:00	49,634	< 0,0009	< 0,045
5	14/01/2004; 15:10	Vicenza, viale della scienza (presso ditta Mioti)	14/01/04 -15:40	4,8	< 0,0857	< 4,285
3	14/01/2004; 11:40	Vicenza, viale della Scienza, quartiere: Giromenza	14/01/04 13:00	2,3	< 0,0852	< 4,26
8	14/01/2004; 23:00	Vicenza, quartiere Italia.	16/01/04 13:00	52,71	< 0,0019	< 0,095

ALLEGATO 6
RISULTATI DELLE MISURE IMMEDIATE DI CONCENTRAZIONE DI
CS137 IN CAMPIONI DI TERRA SUPERFICIALE DI AREA CIRCA 1 M²

n°	data prelievo	data misura	punto di prelievo	concentrazione Cs 137 (Bq/kg)
5	14/01/2004; ore 12.10	15-01-2004	VICENZA,viale della scienza, presso ditta Mioti	19
1	14-01-2004	15-01-2004	VICENZA, zona scorie presso Beltrame, oltre il retrone, verso autostrada (piscina mista a terriccio)	1,2
4	15/01/04 pomeriggio	16-01-2004	VICENZA, S. Agostino, ponte del Quareto	45
9	14-01-2004	15-01-2004	Altravilla, via San Marco	18,6
12	16/01/2004 pomeriggio	17-01-2004	Altravilla Vic. Via 4 novembre (La Cantina)	53,1
13	16/01/2004 pomeriggio	17-01-2004	Altravilla Va. Via Tomino di fronte carrain civico 63	13,8
14	16/01/2004 pomeriggio	17-01-2004	Altravilla Vic. Via Canova	30,2
15	16/01/2004 pomeriggio	17-01-2004	Altravilla Vic. Parco pubblico il Bordo	57,6
3	14-01-2004	20-01-2004	VICENZA, viale della Scienza, presso cantiere Giromenza (sabbia)	0,8
10	16/01/2004 pomeriggio	20-01-2004	VICENZA, S. Agostino vicino cavalcavia autostrada	1,3
11	16/01/2004 pomeriggio	20-01-2004	VICENZA, curva Strada della Pilla	14,5

ALLEGATO 7
RAPPRESENTAZIONE DELL'AREA DI PERTINENZA
DELL'ACCIAIERIA A.F.V. BELTRAME E DEI PUNTI DI
CAMPIONAMENTO RELATIVI ALLE MISURE IMMEDIATE
EFFETTUATE



ALLEGATO 8
PREVISIONE MODELLISTICA DELLA RICADUTA DEL CS137

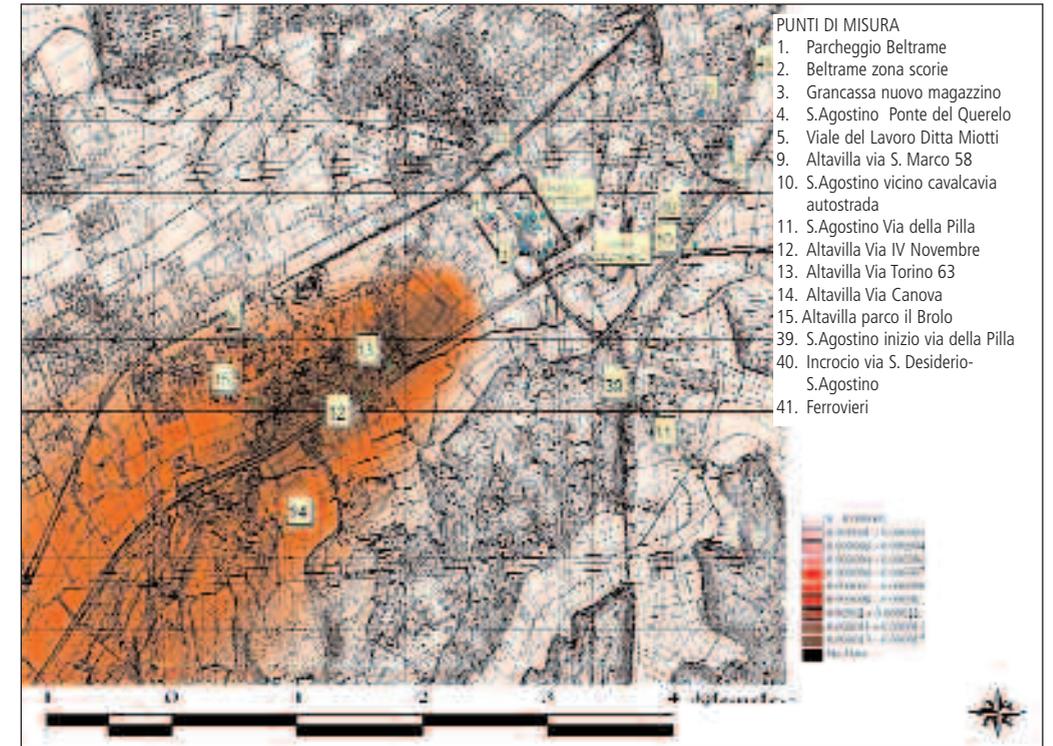


Figura 1: rappresentazione della ricaduta mediata su 6 giorni successivi all'incidente con rappresentazione di alcuni punti di misura. Per esigenze di rappresentazione grafica i ratei di deposizione sono stati moltiplicati per 10⁹.

ALLEGATO 9 ESITI MISURE E STIMA DELLE DOSI ASSORBITE DAI LAVORATORI PIÙ ESPOSTI

Dosaggio del Cesio nelle urine

Si sono misurate le attività di Cs-137 delle urine delle 24 ore, dopo cinque giorni dall'ipotizzata introduzione del radioisotopo, degli otto lavoratori più esposti. In un unico campione di urina su un totale di otto si è rilevata presenza di Cs-137 con concentrazione di 0,7 Bq/l \pm 0,1. Nei restanti campioni la concentrazione è risultata inferiore alla minima attività rilevabile (MDA) dalla strumentazione utilizzata (catena di spettrometria gamma al Ge intrinseco di tipo P; tempo di misura: 17 ore), variabile tra 0,09 e 0,17 Bq/l. La concentrazione di Cs-137 in tutti i campioni di urina del gruppo di controllo è risultata inferiore alla MDA. Per stimare la dose efficace impegnata E(50) si è applicato il modello ICRP 78 per la ritenzione di Cesio-137 nelle urine con i seguenti dati d'ingresso:

- Via di introduzione: inalazione
- Prelievo di urine effettuato dopo 5 giorni dall'intake
- AMAD: 5 microm (all.IV par. 14.1 Dlgs 230/95 smi)
- Tipo di assorbimento polmonare: F (materiale che viene rapidamente assorbito nei fluidi corporei del tratto respiratorio - tab.IV.1 Dlgs 230/95 smi)
- Volume giornaliero di urina prodotto dall'uomo standard: 1,4 l (ICRP 75)

Ne consegue una escrezione urinaria giornaliera come frazione dell'intake (Bq/Bq intake) di 0,0054 (tab.A.7.12 ICRP 78). Le stime di dose ottenute sono riportate in tabella 1.

Campione	Concentrazione di Cs-137 misurata nelle urine -Bq/l-	Attività inalata (Intake) -Bq-	Dose Efficace impegnata E(50) -microSv-
Urina delle 24 ore del gruppo di controllo	< 0,17 (MDA)	< 44	< 0,3
Urina delle 24 ore di lavoratori, risultata negativa	< 0,17 (MDA)	< 44	< 0,3
Urina delle 24 ore di un lavoratore, risultata positiva	0,7 \pm 0,1	181	1,2

Tabella 1: risultati del dosaggio del Cs-137 nelle urine e valutazione della dose efficace impegnata.

Whole Body Counter (WBC) - ENEA Bologna-

Sono state eseguite otto misure WBC corpo intero con intervallo di misura 100 keV - 2 MeV.

Sette hanno dato esito negativo, non è cioè stata rilevata presenza di radionuclidi gamma emittenti con attività superiore alla minima attività rilevabile che, per il Cs-137, è di 80 Bq. Una misura,

riferita allo stesso lavoratore risultato positivo al dosaggio del cesio nelle urine, ha evidenziato contaminazione da Cs-137 con attività totale corporea di 167 Bq. Sulla base delle informazioni fornite dalle persone sottoposte al controllo circa i tempi in cui era avvenuta la contaminazione e applicando il modello ICRP per la ritenzione del cesio, l'ENEA ha fornito i risultati riportati in tabella 2.

campione	Attività di Cs-137 misurata al corpo intero - Bq -	Attività inalata (Intake) -Bq-	Dose Efficace impegnata (microSv)
N° 7 lavoratori risultati non contaminati	< 80 (MDA)	< 195	< 1,3
N° 1 lavoratore risultato contaminato	167	407	2,7

Tabella 2: risultati del Whole Body Counter effettuato su otto lavoratori presso il laboratorio ENEA di Bologna 10 giorni dopo l'inalazione e valutazione della dose efficace impegnata

Le stime di dose non cambiano sostanzialmente anche ipotizzando una contaminazione per ingestione (meno probabile).

Rapporto APAT Dosimetria citogenetica

Il Laboratorio di metrologia Ambientale dell'APAT ha sottoposto 8 campioni di sangue degli 8 lavoratori citati ai test biodosimetrici. I campioni sono giunti in APAT il 27 gennaio. Sui preparati linfocitari sono state eseguite le analisi citogenetiche rappresentate da:

- analisi dei micronuclei (con utilizzazione della metodologia denominata "test del blocco della citochinesi" - CBMN test)
- analisi dei dicentrici (osservazione di aberrazioni cromosomiche instabili).

Il primo test è considerato semplice e rapido, ma è caratterizzato da bassa specificità, perché i micronuclei possono essere indotti anche da mutageni e clastogeni chimici.

Il secondo è un esame considerato molto complesso, ma specifico per le aberrazioni cromosomiche indotte da radiazioni ionizzanti.

Per 7 degli otto campioni sottoposti ad analisi, i valori ottenuti nell'analisi dei micronuclei sono compresi nell'intervallo di frequenza del gruppo di controllo utilizzato dall'Istituto.

Per un soggetto (diverso da quello in cui è stata evidenziata contaminazione) la frequenza dei micronuclei (F(MN)= 0,029) è risultata più elevata rispetto a quella del gruppo di controllo.

Per una migliore valutazione, l'APAT ha proceduto all'analisi dei dicentrici, che ha mostrato assenza di dicentrici in tutti e 8 i lavoratori sottoposti ad analisi.

Si conclude pertanto che i test biodosimetrici depongono per assenza di alterazioni citogenetiche connesse ad esposizione a radiazioni ionizzanti.

ALLEGATO 10

2° Livello di intervento (riavvio a caldo dell'impianto): 1/7 della dose efficace impegnata per il gruppo critico della popolazione per una settimana, aumentata del 50%.

Questo livello d'intervento è stato calcolato partendo dai seguenti dati:

- Gruppo critico della popolazione rappresentato da un adulto (>17 anni) e da un bambino (< 1 anno). Si suppone che essi stazionino per tutto il periodo alla sommità del camino
- Coefficienti di dose impegnata (Sv/Bq): sono stati utilizzati quelli riportati nella tab.IV.3 dell'all. IV al D.Lgs 230/95 e s.m.i.
- Rateo di ventilazione: 1.2 m³/ora (ICRP 23/75, Lav. Per 8 ore al giorno) per l'adulto e 0.22 m³/ora (ICRP 66/94), bambino di 1 anno.
- Periodo di esposizione: 7 giorni
- Tipo di assorbimento: Fast
- Polveri emesse dal camino nelle normali condizioni di funzionamento: 0.01 gr/m³
- Concentrazione di Cs-137 nelle polveri di 25 Bq/gr, pari alla massima misurata da ARPAV nel corso dei primi rilievi successivi all'incidente.

I dettagli di calcolo sono riportati in tabella 1 in cui, per confronto, sono riportate anche le valutazioni effettuate partendo da altre ipotesi e quelle presentate da Nucleco.

Isotopo	ipotesi assorb.	età	Int. (nSv/Bq)	rateo di ventilazione (m ³ /ora)	riberimento	Inal. Totale (m ³)	emiss. (gr/m ³)	introd. (gr inebiti/periodo)	conc. polveri (Bq/gr)	J int. (Bq ineb/periodo)	dose impegnata (periodo) (nSv)
Cs-137	F	>17	4,6	1,2	(ICRP 23/75, Lav. Su 8 ore/gg)	201,6	0,01	2,016	25	50,4	231,8
	F	>17	4,6	1,12	(ICRP 66/94, Lav. Su 24 ore/gg)	187,6	0,01	1,876	25	46,9	215,7
	F	>17	4,6	1,05	(ICRP 66/94, Adulti popolazione in generale)	176,61	0,01	1,7661	25	44,2	203,1
	F	1 - 2 a	5,4	0,22	(ICRP 66/94, Bambino di 1 anno)	36,4	0,01	0,364	25	9,1	49,1
	F	1 - 2 a	5,4	0,37	(ICRP 66/94, Bambino di 5 anni)	61,32	0,01	0,6132	25	15,3	82,8
	F	< 1 a	8,8	0,12	(ICRP 66/94, Bambino di 3 m)	20,02	0,01	0,2002	25	5,0	44,0
	S	>17	39	1,2	ipotesi Nucleco	201,6	0,01	2,016	25	50,4	1905,6
	S	< 1 a	110	0,5	ipotesi Nucleco	84	0,01	0,84	25	21,0	2310,0

Tabella 1: valutazione delle dosi efficaci impegnate al gruppo critico della popolazione su un periodo di 7 giorni.

Sulla base delle ipotesi cautelative sopra elencate, i livelli di intervento risultano:

- > Per individui adulti : 1/ 7 dose impegnata nel periodo + 50% = 231,8/7 + 0,5 x 231,8/7 =50 nSv/giorno
- > Per bambini di età < 1 anno : 1/ 7 dose impegnata nel periodo + 50% = 9,1/7+0,5 x 9,1/7 =10 nSv/giorno

E' definibile anche un **livello di intervento** derivato rappresentato dalla **concentrazione di Cs-137 in aria, alla bocca del camino, mediata su 7 giorni consecutivi, di (25 + 25/2) Bq/gr *0.01 gr/m³=0.375 Bq/m³.**

ALLEGATO 11

Risultati delle misurazioni effettuate a camino durante il riavvio a freddo e a caldo dell'impianto e valutazione della dose impegnata al gruppo critico della popolazione.

Letture filtri a camino dopo ripresa attività Beltrame dal 21/02/04 al 28/02/04											
Periodo	filtra n°	fase	data inizio prelievo	ora inizio	data fine prelievo	ora fine	tempo totale di prelievo (ore)	Volume prelevato (Nm ³)	Peso polver. (mg)	U min filtri (g)	Cs-137: Bq/m ³ strati
12 ore fase fredda	259	fredda	21-02-2004	9:00	21-02-2004	13:30	4 ore 30'	3.060	21.778	13050	< 0,08
prima colata	262	calda	21-02-2004	21:30	21-02-2004	23:30	1 ora 00'	1.061	23.528	27828	< 0,05
17 ore (compresa prima colata)	263	calda	21-02-2004	23:30	22-02-2004	4:00	4 ore 30'	3.1396	43.402	4938	< 0,09
	264	calda	22-02-2004	4:45	22-02-2004	9:56	4 ore 51'	3.251	25.279	2422	< 0,13
	265	calda	22-02-2004	10:18	23-02-2004	1:59	12 ore 21'	8.446	71.307	6904	< 0,11
24 ore	266	calda	23-02-2004	10:08	23-02-2004	13:08	3 ore	2.02	28.890	7160	< 0,08
24 ore	267	calda	24-02-2004	9:47	24-02-2004	13:36	3 ore	4.91	36.369	7000	< 0,10
24 ore	268	calda	25-02-2004	10:00	25-02-2004	13:00	3 ore	4,68	33.040	7200	< 0,10
24 ore	269	calda	26-02-2004	11:15	26-02-2004	14:23	3 ore 40'	4.1828	37.568	7200	< 0,07
24 ore	268	calda	27-02-2004	9:51	27-02-2004	12:51	3 ore	6,808	33.396	7200	< 0,08
24 ore	289	calda	28-02-2004	10:39	28-02-2004	13:09	4 ore	3.8263	36.257	72701	< 0,04

Tabella 1: risultati delle misurazioni effettuate sulle polveri prelevate a camino al riavvio dell'impianto

Valutazione dose efficace impegnata al gruppo critico della popolazione											
Periodo	filtra n°	fase	data inizio prelievo	ora inizio	data fine prelievo	ora fine	Polveri (mg/Nm ³)	Cs-137: Bq/Nm ³	nSv / giorno: adulto	mSv / giorno: bambino, 1 anno	
12 ore fase fredda	259	fredda	21-02-2004	9:00	21-02-2004	13:30	8,089	< 0,05	3,9	0,7	
prima colata	262	calda	21-02-2004	21:30	21-02-2004	23:30	13,366	< 0,05			
12 ore (compresa prima colata)	263	calda	21-02-2004	23:30	22-02-2004	4:00	13,842	< 0,05	3,5	0,6	
	264	calda	22-02-2004	4:45	22-02-2004	9:56	7,816	< 0,04			
	265	calda	22-02-2004	10:18	23-02-2004	1:59	8,428	< 0,01	2,7	0,5	
24 ore	266	calda	23-02-2004	10:08	23-02-2004	13:08	14,208	< 0,04			
24 ore	267	calda	24-02-2004	9:47	24-02-2004	13:36	7,406	< 0,02	< 2,8	< 0,5	
24 ore	268	calda	25-02-2004	10:00	25-02-2004	13:00	7,056	< 0,02	< 2,1	< 0,4	
24 ore	269	calda	26-02-2004	11:15	26-02-2004	14:23	8,503	< 0,02	< 2,1	< 0,4	
24 ore	268	calda	27-02-2004	9:51	27-02-2004	12:51	6,947	< 0,02	< 1,3	< 0,2	
24 ore	289	calda	28-02-2004	10:39	28-02-2004	13:09	11,811	< 0,01	< 1,3	< 0,2	

Tabella 2: valutazione delle concentrazioni di polvere (mg/Nm³) e di Cs-137 (Bq/Nm³). Valutazione della dose efficace impegnata (nSv/giorno) al gruppo critico della popolazione

ALLEGATO 12

MISURA DELLA ATTIVITÀ TRATTENUTA DAL FILTRO ASSOLUTO

Premessa

In fase di allestimento del cantiere per l'intervento di bonifica delle aree contaminate all'interno dell'azienda AFV Beltrame, la ditta Nucleco, incaricata dell'effettuazione della bonifica, ha predisposto sulla linea di ventilazione della linea di abbattimento fumi, in corrispondenza di uno dei tre ventilatori presenti, tra il ventilatore ed il camino di espulsione, una barriera di filtri assoluti (efficienza 99,99%). Gli altri due condotti sono stati ostruiti.

In questo modo, riavviando il ventilatore alla portata di 100.000 mc/ora, si sono evitate emissioni in ambiente e con tale aspirazione si è istaurata una leggera depressione su tutta la linea evitando così la diffusione della contaminazione. La velocità dell'aria lungo tutta la linea di abbattimento fumi ha facilitato il trasferimento delle polveri esistenti verso il sistema filtrante e quindi verso il silos di stoccaggio fumi.

Anche se le analisi eseguite preliminarmente alle operazioni di bonifica avevano riscontrato lo stato di non contaminazione di tutte le superfici a valle dei ventilatori di estrazione a conferma dell'elevato livello di efficienza del sistema filtrante della linea di abbattimento fumi (filtri a manica), l'applicazione della batteria di filtri assoluti ha consentito di operare ancora in condizioni di maggior sicurezza.

Terminata la fase di bonifica dell'impianto, in data 21/02/04, prima del riavvio dello stesso con il funzionamento a freddo e poi a caldo, la batteria di filtri assoluti è stata tolta.

Descrizione

La batteria di filtri è costituita da 9 filtri assoluti (TROX TECHNIK tipo IF781M610S00000) disposti come rappresentato in figura 1.

Ogni filtro ha una dimensione di 610X610X292 mm³ e si compone di 10 strati di carta filtrante. Per ogni filtro analizzato è stato asportato uno strato che poi è stato inserito in marinelli da 2 litri e misurato con catena di spettrometria gamma.

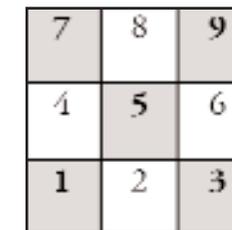


Figura 1: rappresentazione schematica della batteria di filtri assoluti. Ogni singolo filtro contiene 10 superfici filtranti. In grigio sono evidenziate le sezioni misurate

Risultati

Nella **tabella 1** sono riportati i risultati dell'attività di Cs 137 misurata nelle sezioni analizzate e in tabella 2 la stima dell'attività totale depositata sulla batteria di filtri assoluti.

N° filtro	porzione	Cs 137(Bq)	2 σ (Bq)
1	0,1	52,0	5,4
3	0,1	44,7	4,7
5(1 ^a parte)	0,1	21,7	2,6
5(2 ^a parte)	0,1	10,7	1,4
7	0,1	44,0	4,6
9	0,1	46,7	5,3

Tabella 1: risultati delle misure di radioattività effettuate nelle sezioni filtranti.

N° filtro	stima Att. singolo filtro (Bq)	2 σ (Bq)	Att. Media singolo filtro	ATTIVITA' totale batteria filtri assoluti (Bq)	2 σ (Bq)
1	520	17	440	3956	200
3	447	15			
5	324	9			
7	440	15			
9	467	17			

Tabella 2: stima dell'attività totale depositata sulla batteria di filtri assoluti

ALLEGATO 13: STABILITÀ PELLETS

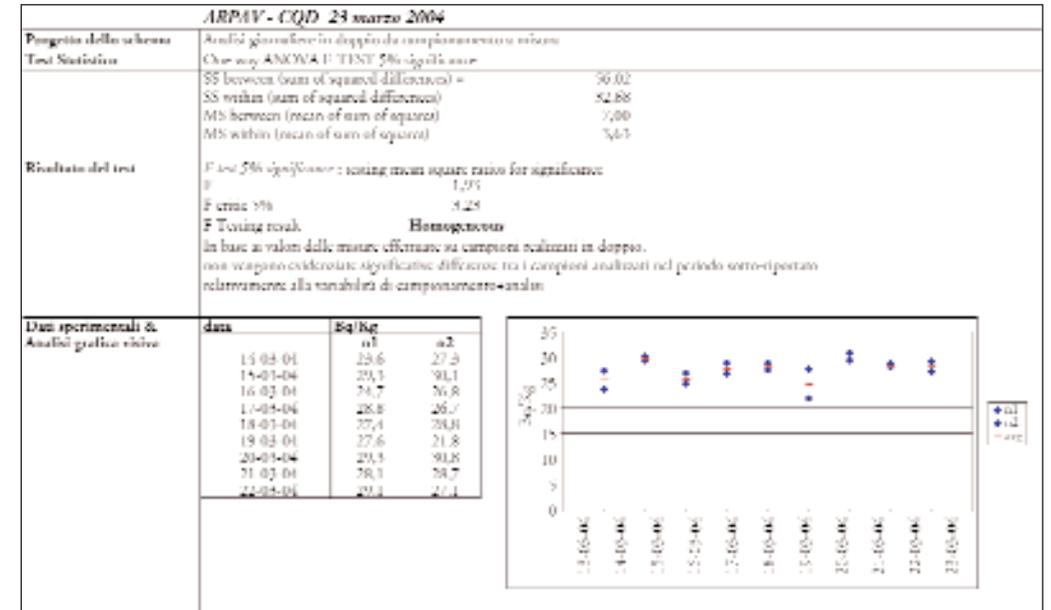


Tabella 1: risultati delle misurazioni effettuate sulle polveri prelevate a camino al riavvio dell'impianto

ALLEGATO 14

Radiation Protection 122 “Practical Use of the concepts of Clearance and Exemption - Part I”

European Commission: Recommendations of the group of experts established under the terms of article 31 of the Euratom Treaty.

Questo documento definisce i valori di “general clearance levels” per tutti i radionuclidi elencati nella Tabella I della Direttiva 96/29/Euratom, cioè livelli di concentrazione di attività di massa per ogni radionuclide nel rispetto dei quali qualsiasi materiale solido derivante da qualsiasi “pratica” può essere incondizionatamente smaltito, riutilizzato o riciclato.

Questi livelli si applicano a materiali solidi secchi, ma non ai liquidi ed ai gas, cioè agli effluenti, i valori di allontanamento dei quali sono "site specific" e pertanto devono essere calcolati con riferimento alle condizioni specifiche del sito in cui avviene l'allontanamento.

Alcune definizioni:

- “clearance levels” : livelli di allontanamento applicabili al rilascio di materiali solidi.
- “specific clearance levels” : livelli di allontanamento per tipologie specifiche di materiali solidi, anche provenienti da particolari pratiche (ad esempio, metalli provenienti da impianti del ciclo del combustibile, o materiali da costruzione).
- “general clearance levels” livelli di allontanamento generali, applicabili al rilascio incondizionato di materiali di ogni tipo, cioè a qualsiasi materiale senza vincoli di provenienza né di destinazione. Ciò significa che è possibile il loro riciclo, riutilizzo o smaltimento, senza condizioni sul tipo di materiale che deve essere rilasciato né sul tipo di installazione da cui proviene il materiale stesso.

I livelli generali di allontanamento incondizionato, raccomandati in sede europea ed usati dalla Commissione tecnica nominata dal Prefetto, sono espressi in termini di concentrazione di attività di massa e sono stati calcolati in modo da rispettare i criteri di non rilevanza radiologica per gli individui della popolazione dettati nell'Allegato I della direttiva 96/29/Euratom e recepiti nell'allegato I del D.L.vo n. 230/1995, e successive modifiche: il rispetto di tali livelli di allontanamento assicura che la dose efficace impegnata ad un individuo della popolazione sia inferiore a 10 microSv/anno e la dose collettiva impegnata in un anno sia inferiore a 1 manSv.

La valutazione della dose impegnata viene effettuata ipotizzando scenari di involuppo, considerando le vie di esposizione: ingestione, inalazione, irradiazione gamma esterna, irradiazione beta della cute.

Applicando lo scenario più restrittivo si ricava per ogni radionuclide la minore concentrazione di

attività di massa nel materiale solido da rilasciare, la quale consente di rispettare i criteri di non rilevanza radiologica di cui sopra. La concentrazione così calcolata rappresenta il "general clearance level" per quel radionuclide. I livelli di allontanamento consigliati in sede europea sono arrotondati secondo un algoritmo specifico; la commissione tuttavia ha ritenuto molto cautelativamente di utilizzare il valore non arrotondato, direttamente derivante dai calcoli, riportato per il Cs-137 nella sopra citata Pubblicazione della Commissione europea.

ARPAV
Dipartimento Provinciale
di Vicenza
Via Spalato, 16
36100 Vicenza
Italy
Tel. +39 0444 217311
Fax +39 0444 217347
e-mail: dapvi@arpa.veneto.it

Dicembre 2005

Stampato su carta ecologica sbiancata senza uso di cloro