

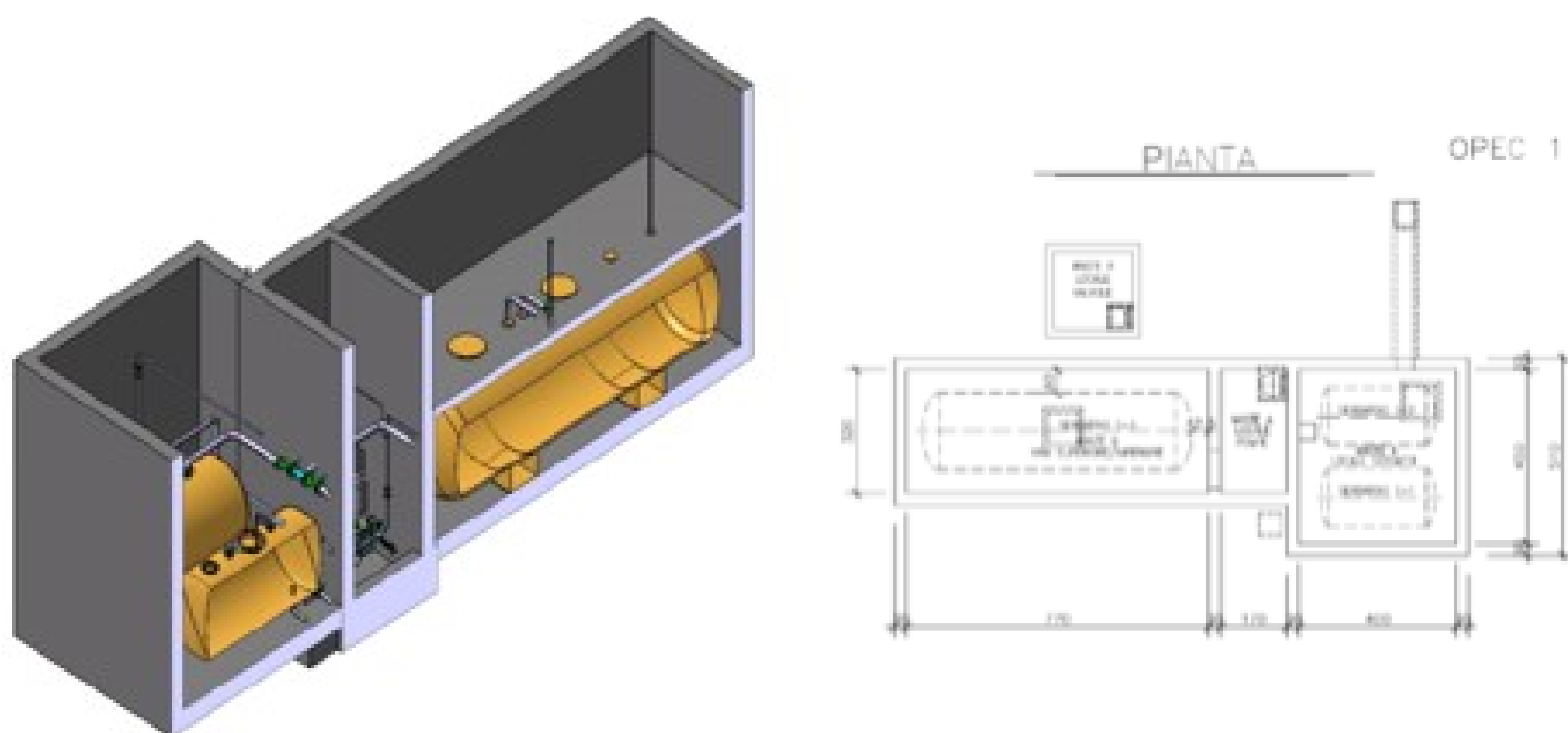
S. De Novellis¹, M. S. Scognamiglio¹, F. Mancini², D. Manes²

¹ Sogin - Casaccia, Via Anguillarese 00123 Roma

² Sogin - Via Marsala 51/c 00185 Roma

I LOCALI WASTE A E B

Il Laboratorio Celle Calde (OPEC 1) della Casaccia è stato in esercizio dagli inizi degli anni sessanta fino al 1990 e dal 2008 è in esercizio come Deposito Nucleare (DM XIII-428 del 18/10/2000). Le attività principali svolte nell'impianto riguardavano analisi post-irraggiamento dei combustibili nucleari. I rifiuti radioattivi liquidi prodotti venivano convogliati nel sistema di raccolta interrato, adiacente all'impianto. Inizialmente il sistema era costituito da un unico serbatoio S-3 (Waste B) da 22 m³ dove confluivano i liquidi attivi provenienti dai pozzetti dell'area di carico e dalle bocchette di scarico presenti in ciascuna delle tre celle calde. Nel 1966 l'impianto venne ampliato con la costruzione di una nuova ala che comprendeva alcune aree sperimentali e di servizio per integrare quelle esistenti tra cui il laboratorio di radiochimica. Alla rete di scarico esistente si aggiungevano quindi gli scarichi della stanza di decontaminazione, dello spogliatoio caldo e del laboratorio. Nello stesso periodo veniva messo fuori servizio il serbatoio S-3 con la costruzione di un nuovo sistema di raccolta (Waste A) costituito da due serbatoi (denominati S-1 e S-2), da 4.7 m³ ciascuno, e da una serie di apparecchiature (pompe, valvole, ecc) per le manovre di ricircolo, svuotamento, commutazione e drenaggio.



Le attività di smantellamento sono iniziate a giugno 2015 dopo l'approvazione da parte di ISPRA del Piano Operativo. Le attività di smantellamento, portate avanti da Nucleco per conto di Sogin, prevedevano tre macrofasi: rimozione delle parti impiantistiche dei serbatoi di Waste A e B, con contestuale caratterizzazione radiologica volta a verificare i dati radiologici; trattamento e condizionamento presso Nucleco dei materiali prodotti; definizione dello stato radiologico dei locali a fine attività.

La squadra operativa impiegata per l'attività era composta da 7 operatori, di cui un capocantiere, un tecnico di fisica sanitaria e 5 operatori.

CARATTERIZZAZIONE

I rifiuti radioattivi liquidi prodotti durante l'esercizio del Laboratorio Celle Calde, erano principalmente contaminati da prodotti di fissione e attivazione, quali ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr e ⁶⁰Co. Dalle informazioni storiche sull'attività pregressa, sappiamo che le prove riguardavano principalmente combustibili irraggiati con basso burn-up, con spettro dei radionuclidi di riferimento è costituito da ⁶⁰Co, ⁵⁵Fe, ⁵⁹Ni, ⁶³Ni, ⁹⁰Sr, ¹²⁵Sb, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ²³⁵U, ²³⁸U, tutti gli isotopi del plutonio, ²⁴¹Am, ²³²Th e ²⁴⁴Cm.

I locali si presentavano contaminati con il 98% dell'attività totale contenuta all'interno dei sistemi e delle strutture del Waste B, in cui la contaminazione era diffusa ed estesa sia ai componenti del circuito idraulico che ai locali. Il Waste A, in passato già soggetto a campagne di bonifiche, presentava contaminazione superficiale fissa significativa solo all'interno dei componenti del circuito idraulico (serbatoio, pompe e tubazioni). La distribuzione del contenuto radiologico per le strutture e componenti del Waste A e B è riportata nella tabella seguente.

Origine	Descrizione	Attività Cs137 [Bq]	Attività Sr90 [Bq]	Attività totale [Bq]	Attività [%]
Waste B	Serbatoio S-3	4.89E+09	1.27E+09	6.16E+09	2.28%
Waste B	Selle di Acciaio al carbonio	1.53E+09	3.97E+08	1.92E+09	0.71%
Waste B	Componenti elettrostrumentali	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00%
Waste B	Tubazioni	2.69E+08	7.00E+07	3.39E+08	0.13%
Waste B	Magrone	4.24E+07	1.41E+06	4.39E+07	0.02%
Waste B	Deposito sabbia sulla soletta intermedia	1.61E+10	3.44E+08	1.65E+10	6.09%
Waste B	Deposito di fango (solido + liquido)	4.76E+10	7.93E+09	5.55E+10	20.55%
Waste B	Deposito di cls - Magrone	1.45E+10	2.42E+09	1.70E+10	6.27%
Waste B	Liquido surnatante serbatoio S-3	3.70E+09	1.73E+09	5.42E+09	2.01%
Waste B	Corpo di fondo serbatoio S-3	9.92E+09	2.58E+09	1.25E+10	4.62%
Waste B	Prima soletta superiore	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00%
Waste B	Seconda soletta superiore	1.26E+07	4.21E+05	1.30E+07	0.00%
Waste B	Pareti vano superiore	2.80E+09	9.33E+07	2.89E+09	1.07%
Waste B	Soletta intermedia	5.22E+10	1.74E+09	5.40E+10	19.97%
Waste B	Pareti vano inferiore	2.42E+04	8.05E+02	2.50E+04	0.00%
Waste B	Soletta di base	7.93E+10	1.32E+10	9.26E+10	34.25%
SUBTOTALE WASTE B		2.33E+11	3.18E+10	2.65E+11	97.96%
Waste A	Serbatoio S-1	2.43E+09	6.31E+08	3.06E+09	1.13%
Waste A	Serbatoio S-2	4.91E+08	1.28E+08	6.19E+08	0.23%
Waste A	Tubazioni	1.45E+09	3.77E+08	1.83E+09	0.68%
Waste A	Pompe e valvole	1.47E+06	3.83E+05	1.86E+06	0.00%
Waste A	Carpenteria di servizio ed altre parti metalliche	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00%
Waste A	Componenti elettrostrumentali	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00%
Waste A	Soletta di copertura	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00%
SUBTOTALE WASTE A		4.37E+09	1.14E+09	5.51E+09	2.04%
TOTALE		2.4E+11	3.3E+10	2.7E+11	

PROGRAMMA DI RADIOPROTEZIONE

Il programma della sorveglianza fisica trae le basi dal Piano Operativo e dallo stato radiologico dei sistemi e componenti dei locali.

Le valutazioni dosimetriche per l'esecuzione dell'attività di smantellamento si sono basate sulla definizione di campi di dose da irraggiamento, che utilizzavano, ove possibile e in modo conservativo, i ratei di dose misurati nei locali, o valutati attraverso modelli di calcolo specifici la cui sorgente è stata definita dall'inventario radiologico di riferimento. Si è tenuto conto che il campo di dose complessivo per ciascun operatore della squadra operativa era dato dal contributo di più effetti, corrispondenti a condizioni lavorative differenti. Dalle valutazioni effettuate, per le attività di smantellamento avvenute presso il sito Sogin (non sono state considerate le attività di trattamento, condizionamento e stoccaggio dei materiali svolte presso Nucleco), la dose collettiva stimata è pari a circa 57.9 mSv*uomo. Il programma di radioprotezione predisposto era costituito dal controllo di:

- irraggiamento esterno: i lavoratori sono stati dotati di dosimetri a corpo intero e bracciale a TLD. Nell'area di cantiere erano posizionate sonde gamma fisse e nelle aree libere il campo di dose era costantemente monitorati.
- irraggiamento interno: è stato monitorata la contaminazione superficiale dei materiali e dell'area operativa e la contaminazione presente in aria. I lavoratori sono stati sottoposti a monitoraggio della contaminazione interna con dosimetria diretta (Whole Body Counter) e indiretta (analisi radiochimiche su escreti);
- effluenti aeriformi: campionamento in continuo dell'aria espulsa al camino con rivelatore alfa e beta sul particolato depositato su filtro;
- gestione dei rifiuti: catalogati in base alla provenienza e alla caratterizzazione radiologica iniziale;
- buon funzionamento degli strumenti di radioprotezione: la strumentazione di radioprotezione è stata sottoposta a periodici controlli di buon funzionamento. Gli esiti sono stati inseriti su appositi registri.

RISULTATI

L'attività di smantellamento ha avuto una durata pari a circa 18 mesi e ha visto l'alternarsi di 15 operatori. Il programma di radioprotezione, per i principi di ottimizzazione e limitazione delle dosi, è stato aggiornato e revisionato durante particolari fasi dello smantellamento. I controlli della contaminazione superficiale alla fine di ogni giornata lavorativa hanno permesso di tenere sotto controllo e ad un livello ragionevolmente basso, compatibile con le attività di cantiere, la contaminazione superficiale trasferibile. Il controllo della dosimetria interna non ha evidenziato valori superiori alla minima attività rivelabile delle tecniche utilizzate. Le dosi efficaci medie da irraggiamento per i lavoratori di categoria A, così come la dosi equivalenti alla pelle, al cristallino ed alle estremità sono risultate di gran lunga inferiori ai rispettivi limiti di legge. Il programma di radioprotezione messo in atto ha permesso di ridurre a dose collettiva inizialmente stimata, ad un valore a fine attività di 30 mSv*uomo.

Il controllo degli effluenti aeriformi non ha mai evidenziato rilasci tali da comportare un incremento di dose ai gruppi critici della popolazione.

La caratterizzazione dei locali interrati svolta durante le fasi dello smantellamento e a chiusura delle attività di cantiere ha confermato l'inventario radiologico iniziale e la classificazione dei rifiuti radioattivi prodotti.

La rimozione dei serbatoi e della maggior parte dei sistemi connessi, ha permesso di abbattere considerevolmente il carico radiologico presente. Sogin ha avviato lo studio del progetto di bonifica dell'area volto alla rimozione della contaminazione presenti sulle strutture interrate.