



Nome del progetto WBS	Smantellamento INE		
Codice del progetto/ sotto-progetto (rif. WBS)	I-04.01.01		
Numero del documento	NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Pagina 0 di 163

Tipo di documento	Nota Tecnica
Titolo	Progetto preliminare di Smantellamento INE

Sintesi:

Il CCR di Ispra ha recentemente avviato un programma di smantellamento degli impianti nucleari e gestione dei relativi rifiuti (D&WM), per rimuovere dal sito le installazioni utilizzate in passato per varie attività di ricerca nel campo della sicurezza degli impianti nucleari di potenza.

Una delle installazioni nucleari soggette al programma di D&WM è il complesso INE.

Il presente documento costituisce il Progetto Preliminare delle operazioni di smantellamento relative al Complesso INE, nell'ambito del processo di Scoping, parte preliminare della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale.

Parole chiave:

Smantellamento e gestione rifiuti (D&WM), Progetto Preliminare, Processo di scoping.

Sostituisce il documento (rif.):

	Nome	Firma	Data
Redatto da	Francesco ROSSI		
Verificato da	Philippe HUBERT Roberto COVINI		
QA verificato da	Egidio MACAVERO		
Approvato da	Thomas KIRCHNER		

	Azione	Informazione
Distribuzione interna	F. ROSSI P. HUBERT E. MACAVERO T. KIRCHNER R. COVINI F. GUELI	HoS
Distribuzione esterna		Approvazione Dan CHIRONDOJAN
Distribuzione limitata <input type="checkbox"/>	Copia N° :	

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	1 di 163
---	---------	--	----------

Revisione	Descrizione della revisione
00	First issue
01	
02	
03	
04	
05	
06	
07	

INDICE

MAPPE	7
TABELLE.....	8
FIGURE.....	10
BIBLIOGRAFIA	11
ACRONIMI	13
1 SOMMARIO ESECUTIVO	16
1.1 Configurazione dell'impianto	16
1.2 Strategia di smantellamento	16
1.3 Attività di smantellamento	17
1.4 Gestione dei rifiuti	20
1.5 Valutazione dell'analisi di sicurezza	21
2 INTRODUZIONE	21
2.1 Presentazione del proponente	21
2.2 Entità del lavoro	21
2.3 Descrizione del sito	22
3 DESCRIZIONE DEL COMPLESSO INE	24
3.1 Storia del Complesso INE	24
3.1.1 Reattore ESSOR	24
3.1.2 Laboratori	25
3.1.2.1 ADECO.....	25
3.1.2.2 Celle ATFI	25
3.1.2.3 Laboratorio ETHEL	25
3.1.2.4 Laboratorio Pre-PERLA	25
3.1.2.5 Laboratorio PERLA	26
3.2 Configurazione generale dell'impianto	26
3.3 Edifici ed infrastrutture	27
3.3.1 Edificio 80 - Struttura di contenimento	31
3.3.2 Edificio 81 - Piscina combustibile esausto, Laboratorio ADECO e Laboratorio PERLA	32
3.3.2.1 Piscina combustibile esausto	33
3.3.2.2 Laboratorio ADECO	34
3.3.2.3 Laboratorio PERLA	35
3.4 Configurazione fisica dell'impianto	37
3.4.1 Sistemi del reattore	37
3.4.1.1 Blocco del reattore	37
3.4.1.2 Acqua pesante e circuiti ausiliari.....	38
3.4.2 Sistemi ausiliari	39
3.4.2.1 Impianto dell'aria compressa	39
3.4.2.2 Impianto dell'acqua industriale.....	39

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	3 di 163
---	---------	--	----------

3.4.2.3	Acqua potabile.....	40
3.4.2.4	Impianto acqua surriscaldata	40
3.4.2.5	Impianto dell'acqua demineralizzata	40
3.4.2.6	Sistema di reintegro dell'acqua della piscina	41
3.4.2.7	Impianto di trattamento dell'acqua della piscina	41
3.4.2.8	Sistema di raccolta degli effluenti attivi e dubbi	41
3.4.2.9	Impianto di rilevamento delle perdite di acqua.....	42
3.4.2.10	Impianto di raccolta degli scarichi	42
3.4.2.11	Impianto antincendio	42
3.4.2.12	Riscaldamento ventilazione ed impianto di condizionamento dell'aria	43
3.4.2.13	Sistemi di movimentazione	45
3.4.2.14	Impianto elettrico.....	45
3.4.2.15	Impianto di illuminazione	47
3.4.2.16	Sistema di comunicazione- citofoni, altoparlanti e reti telefoniche	48
3.4.2.17	Sistema di monitoraggio della radioattività	48
3.5	Caratterizzazione radiologica del Complesso INE	49
3.5.1	Ubicazione e stoccaggio dei materiali nucleari	55
3.5.2	Nuovo Piano di caratterizzazione	56
3.5.3	Contributo alla radioattività	57
3.5.3.1	Contaminazione	57
3.5.3.2	Attivazione.....	58
4	STRATEGIA DI DISATTIVAZIONE.....	64
4.1	Organizzazione e sequenza del lavoro	65
4.2	Gestione dei rifiuti	66
4.3	Pianificazione del lavoro	67
4.4	Requisiti e criteri generali	68
4.4.1	Obiettivi e criteri generali per la sicurezza	69
4.4.1.1	Classificazione delle condizioni operative (categorie di eventi).....	69
4.4.1.2	Criteri progettuali di protezione dalla radioattività	69
4.4.1.3	Funzioni di sicurezza.....	70
4.4.2	Protezione da eventi naturali esterni	71
4.4.2.1	Terremoto.....	71
4.4.2.2	Protezione da allagamento e acque di falda	71
4.4.2.3	Vento e uragani	72
4.4.3	Criteri progettuali generali	73
4.4.3.1	Sicurezza del lavoro	73
4.4.3.2	Sicurezza convenzionale	73
4.4.3.3	Operazioni di disattivazione	73
4.5	Tecniche di taglio	74
4.5.1	Principi operativi	74
4.5.2	Taglio di materiali specifici	75
4.5.3	Rifiuti secondari derivanti da attività di taglio	76
4.5.4	Requisiti dell'impianto di ventilazione per il taglio	76
4.6	Tecniche di decontaminazione	77
4.6.1	Applicazione della decontaminazione	77
4.6.2	Scelta delle tecniche di decontaminazione	77

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	4 di 163
---	---------	--	----------

4.7	Unità di confinamento locale	78
5	ATTIVITÀ DI DISATTIVAZIONE	78
5.1	Descrizione generale	78
5.2	Lavori preparatori	81
5.2.1	Allestimento aree buffer	81
5.2.2	Gestione dei rifiuti presenti nell'impianto	82
5.2.3	Allestimento servizi ausiliari	84
5.2.4	Decontaminazione in linea di sistemi selezionati	84
5.2.4.1	Risultati previsti	86
5.2.5	Caratterizzazione ADECO, PERLA, Camino	87
5.2.6	Modifiche layout	87
5.2.7	Altre attività preliminari	87
5.3	Operazioni di disattivazione	87
5.3.1	Gruppo A: Basso rischio radiologico/convenzionale	94
5.3.1.1	Criteri e limiti.....	94
5.3.1.2	Requisiti e Lista delle IU.....	94
5.3.2	Gruppo B: Basso rischio radiologico/convenzionale	95
5.3.2.1	Criteri e limiti.....	95
5.3.2.2	Requisiti e Lista delle IU.....	95
5.3.3	Gruppo C: Rischio radiologico (dose)	95
5.3.3.1	Criteri e limiti.....	95
5.3.3.2	Requisiti e Lista delle IU.....	96
5.3.4	Gruppo D: Pericolo radiologico (Contaminazione)	97
5.3.4.1	Criteri e limiti.....	97
5.3.4.2	Requisiti e Lista delle IU.....	97
5.3.5	Gruppo E	98
5.3.6	Smantellamento del recipiente in pressione IU#E1	98
5.3.6.1	Analisi comparata tra strategie di segmentazione in acqua ed in aria.....	99
5.3.6.2	Descrizione di tre possibili soluzioni	101
5.3.6.3	Scelta della soluzione preferita	105
5.3.7	Smantellamento piscina di decadimento IU#E2	105
5.3.8	Rilascio del sito	105
5.4	Demolizioni convenzionali	106
5.4.1	Smantellamento del camino di ventilazione	106
5.4.1.1	Fasi di smantellamento del camino di ventilazione.....	107
5.4.2	Smantellamento del carroponte circolare	108
5.4.3	Demolizione degli edifici	110
5.5	Rilascio finale del sito	110
6	RIFIUTI DEL COMPLESSO INE	110
6.1	Classificazione dei rifiuti	111
6.1.1	Classificazione per origine	111
6.1.1.1	Rifiuti pre-disattivazione o post-operativi	111
6.1.1.2	Rifiuti primari	111
6.1.1.3	Rifiuti secondari.....	112
6.1.2	Classificazione fisica	112
6.1.3	Classificazione radiologica	114

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	5 di 163
---	---------	--	----------

6.1.3.1	Materiale potenzialmente allontanabili	115
6.1.3.2	Rifiuti di categoria 2.....	116
6.1.3.3	Rifiuti di categoria 3.....	117
6.2	Gestione dei rifiuti	117
6.2.1	Approccio metodologico generale	118
6.2.2	Procedure operative di gestione dei rifiuti	121
6.2.2.1	Pre-disattivazione e rimozione dei rifiuti sfusi/POCO	121
6.2.2.2	Gestione dei materiali nell'Area sorvegliata	121
6.2.2.3	Gestione del materiale potenzialmente allontanabile	121
6.2.2.4	Gestione dei rifiuti di categoria 2.....	122
6.2.2.5	Gestione dei rifiuti di categoria 3.....	122
6.2.2.6	Gestione dei rifiuti liquidi	123
6.2.3	Contenitori per le attività di disattivazione	124
6.2.4	Percorsi di movimentazione dei rifiuti	126
6.2.5	Stima dell'inventario dei rifiuti	129
6.2.5.1	Assunzioni	129
6.2.6	Quantità stimata di rifiuti e contenitori	130
6.2.6.1	Smantellamento delle Aree sorvegliate	130
6.2.6.2	Smantellamento delle Aree Controllate	131
6.2.6.3	Smantellamento dell'unità del reattore.....	132
6.2.6.4	Rimozione rifiuti LOOSE / POCO.....	133
6.2.6.5	Ulteriori linee di progetto	134
6.2.6.6	Demolizioni.....	134
6.2.6.7	Rifiuti secondari.....	135
6.2.7	Situazioni contingenti	136
6.2.8	Valutazione delle quantità finali	136
6.2.8.1	Riduzione del volume di rifiuti	136
6.2.8.2	Quantità totali di rifiuti e contenitori.....	138
7	VALUTAZIONE DI SICUREZZA	141
7.1	Elementi generali	141
7.2	Definizione dei vincoli radiologici	141
7.2.1	Obiettivi di radioprotezione	141
7.2.2	Formula di scarico	141
7.2.3	Identificazione della sorgente radioattiva	141
7.3	Analisi delle fasi operative ed identificazione degli eventi	142
7.3.1	Rilascio radioattivo – Condizioni normali	142
7.3.1.1	Rilascio di liquido radioattivo.....	142
7.3.1.2	Acqua della piscina combustibile esausto	143
7.3.1.3	Acqua dal taglio in acqua dei componenti del reattore	144
7.3.1.4	Rilascio di radioattività in atmosfera	145
7.3.1.5	Emissioni radioattive in atmosfera dovute al taglio meccanico in aria di componenti contaminati.....	145
7.3.1.6	Emissioni radioattive in atmosfera – operazioni di scarificazione delle pareti contaminate	146
7.3.2	Rilascio radioattivo in condizioni accidentali	147
7.3.2.1	Evento A.....	147
7.3.2.2	Evento B.....	148

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	6 di 163
---	---------	--	----------

7.3.2.3	Evento C.....	149
7.3.3	Valutazione dell'impatto radiologico di eventi involuppo	150
7.3.3.1	Dose per gli operatori.....	150
7.3.3.2	Irradiazione del pennacchio radioattivo	150
7.3.3.3	Inalazione del pennacchio radioattivo	151
7.3.3.4	Dose per la popolazione	151
7.3.4	Valutazione dell'impatto radiologico in condizioni normali	152
7.3.4.1	Dose per gli operatori.....	153
7.3.5	Rispetto della formula di scarico	154
7.3.6	Rispetto dei requisiti di radioprotezione	155
7.3.6.1	Condizioni normali.....	155
7.3.6.2	Condizioni accidentali	155
7.3.7	Funzioni rilevanti per la sicurezza	156
8	PROGRAMMA DI PROTEZIONE RADIOLOGICA	156
8.1	Classificazione area Complesso INE e Classificazione dei lavoratori	156
8.2	Accesso alla Zona Controllata	157
8.3	Sorveglianza dosimetrica	157
8.4	Programma di monitoraggio del posto di lavoro	158
8.5	Controllo della strumentazione di radioprotezione	158
8.6	Autorizzazione delle attività lavorative	159
8.7	Regole di condotta	159
8.8	Dispositivi di protezione individuale (DPI) – Assegnazione ed uso	159
8.9	Uscita dalla Zona controllata	160
8.10	Allontanamento dei materiali	160
8.11	Eventi anomali ed accidentali	160
8.12	Registrazione	161
9	ASSICURAZIONE DELLA QUALITÀ	161
10	VALUTAZIONE DEI COSTI	162

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	7 di 163
---	---------	--	----------

MAPPE

Mappa 1:	Pianta del Complesso INE in dettaglio	30
Mappa 2 a:	Aree sorvegliate e controllate del Complesso INE (1)	50
Mappa 2 b:	Aree sorvegliate e controllate del Complesso INE (2)	51
Mappa 2 c:	Aree sorvegliate e controllate del Complesso INE (3)	52
Mappa 2 d:	Aree sorvegliate e controllate del Complesso INE (4)	53
Mappa 2 e:	Aree sorvegliate e controllate del Complesso INE (5)	54

TABELLE

Tabella 1-1:	Esperienze internazionali di tecniche di taglio.....	19
Tabella 3-1:	Attività residua dell'impianto per effetto della contaminazione	58
Tabella 3-2:	Flusso di neutroni sul piano intermedio del reattore alla massima potenza (25 MW)	60
Tabella 3-3:	Composizione dei materiali.....	60
Tabella 3-4:	Attivazione schermatura superiore	61
Tabella 3-5:	Attivazione cavità superiore	61
Tabella 3-6:	Attivazione Recipiente in Pressione e schermo laterale	62
Tabella 3-7:	Attivazione piastra intermedia, fondo del Recipiente in Pressione e schermatura inferiore ...	62
Tabella 3-8:	Attivazione canali interni	63
Tabella 3-9:	Inventario delle attività di stabilimento per effetto dell'attivazione	64
Tabella 5-1:	Elenco delle attività pianificate per la disattivazione del Complesso INE	79
Tabella 5-2:	Quantità di rifiuti presenti	84
Tabella 5-3:	Unità di intervento – Gruppo E.	98
Tabella 5-4:	Tecniche di taglio alternative per il Recipiente in Pressione del reattore	98
Tabella 5-5:	Quantità stimate di materiale demolito.....	110
Tabella 6-1:	Classificazione fisica dei rifiuti radioattivi	114
Tabella 6-2:	Limiti di allontanamento per l'Area 40.....	116
Tabella 6-3:	Limiti per i rifiuti condizionati di Categoria 2.....	117
Tabella 6-4:	Quantità stimate di rifiuti recuperati sfusi/POCO	121
Tabella 6-5:	Contenitore previsto per il condizionamento dei rifiuti.....	125
Tabella 6-6:	Materiale stimato derivante dalle operazioni di smantellamento dell'Area sorvegliata.....	131
Tabella 6-7:	Materiale stimato derivante dalle operazioni di smantellamento delle Aree Controllate	132
Tabella 6-8:	Stima dei materiali derivanti dalle operazioni di smantellamento del reattore.....	133
Tabella 6-9:	Stima dei materiali derivanti da rimozione dei rifiuti LOOSE/POCO	133
Tabella 6-10:	Materiali stimati per le diverse linee di progetto	134
Tabella 6-11:	Materiali stimati delle attività di demolizione.....	134
Tabella 6-12:	Stima dei rifiuti secondari	136
Tabella 6-13:	Riduzione del volume di rifiuti	138
Tabella 6-14:	Stima di rifiuti e contenitori derivanti dalle attività di disattivazione.....	139
Tabella 7-1:	Obiettivi di protezione dalle radiazioni per il personale operativo e la popolazione	141
Tabella 7-2:	Criteri di accettabilità STEL.....	143
Tabella 7-3:	Acqua piscina del combustibile esausto: Valutazione del liquido radioattivo rilasciato nell'ambiente.....	144
Tabella 7-4:	Taglio meccanico in acqua - valutazione del liquido radioattivo rilasciato nell'ambiente.....	144
Tabella 7-5:	Taglio meccanico in aria di elementi contaminati: valutazione delle emissioni radioattive in atmosfera	145
Tabella 7-6:	Scarificazione delle pareti contaminate – valutazione delle emissioni radioattive totali in atmosfera.	146
Tabella 7-7:	Scarificazione delle pareti verticali contaminate: valutazione delle emissioni radioattive in atmosfera.	146
Tabella 7-8:	Scarificazione delle pareti orizzontali contaminate - valutazione delle emissioni radioattive in atmosfera.	147
Tabella 7-9:	Caduta di un contenitore con metalli attivati – valutazione delle emissioni radioattive in atmosfera	148

Tabella 7-10: Incendio di 96 fusti con materiale contaminato: valutazione di emissioni radioattive in atmosfera.	149
Tabella 7-11: Rottura del serbatoio con acqua contaminata – valutazione delle emissioni radioattive in atmosfera	150
Tabella 7-12: Caduta di un contenitore contenente materiali attivati: dose per l’operatore.	151
Tabella 7-13: Incendio di 96 fusti contenenti materiali contaminati: dose per l’operatore.....	151
Tabella 7-14: Caduta di un contenitore contenente materiale attivato: dose per la popolazione.	152
Tabella 7-15: Incendio di 96 fusti contenenti materiale contaminato: dose per la popolazione.	152
Tabella 7-16: Dose per i lavoratori	154
Tabella 7-17: Controllo del rispetto della formula di scarico per il rilascio di liquidi radioattivi	154
Tabella 7-18: Controllo del rispetto della formula di sarico per emissioni radioattive in atmosfera	155
Tabella 7-19: Scenari accidentali	156
Tabella 10-1: Sintesi della valutazione dei costi.....	163

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	10 di 163
---	---------	--	-----------

FIGURE

Figura 2-1:	Posizione del sito	23
Figura 3-1:	Ubicazione del Complesso INE all'interno dell'area del CCR.....	26
Figura 3-2:	Pianta del Complesso INE.....	29
Figura 3-3:	Edificio 80 – Struttura di contenimento	31
Figura 3-4:	Edificio 80 – Sezione trasversale ovest-est del la struttura di contenimento contenitore.....	32
Figura 3-5:	Edificio 81 – Vista d'assieme della piscina del combustibile esausto	33
Figura 3-6:	Laboratorio ADECO – Area anteriore celle	34
Figura 3-7:	Edificio 81 – Laboratorio ADECO –Accessi esterni	35
Figura 3-8:	Edificio 81 – Vista generale del Laboratorio PERLA	36
Figura 3-9:	Attività residua dei componenti contaminati situati nel Complesso INE	58
Figura 3-10:	Inventario delle attività di stabilimento per effetto dell'attivazione	64
Figura 5-1:	Tabella preliminare GANTT contenente le date delle attività pianificate.	80
Figura 5-2:	Ubicazione attuale dei rifiuti LOOSE/POCO (altezza -11,0 m)	83
Figura 5-3:	Ubicazione attuale dei rifiuti LOOSE/POCO (altezza -6,5 m)	83
Figura 5-4:	Ubicazione attuale dei rifiuti LOOSE/POCO (altezza+0,0 m)	83
Figura 5-5:	Ubicazione attuale dei rifiuti LOOSE/POCO (altezza+5,0 m)	83
Figura 5-6:	Decontaminazione in linea (circuito principale CART)	85
Figura 5-7:	Decontaminazione in linea (circuito di scarico CART)	86
Figura 5-8:	Caratterizzazione delle Unità di intervento – alt. -11,00 m.....	89
Figura 5-9:	Caratterizzazione delle Unità di intervento – alt. -6,50 m	90
Figura 5-10:	Caratterizzazione delle Unità di intervento – alt. +0,00 m.....	91
Figura 5-11:	Caratterizzazione delle Unità di intervento – alt. +5,00 m.....	92
Figura 5-12:	Caratterizzazione delle Unità di intervento – alt. +8,00 m.....	93
Figura 5-13:	Sezione trasversale della cavità del reattore	99
Figura 5-14:	Edificio 88 (Camino di ventilazione) – Sezione frontale	107
Figura 5-15:	Vista d'assieme del carroponete circolare nell'Edificio 80.....	109
Figura 6-1:	Classificazione fisica dei rifiuti e materiali in base al WITS	113
Figura 6-2:	Gestione dei flussi di rifiuti	120
Figura 6-3:	Percorsi dei rifiuti potenzialmente allontanabili	127
Figura 6-4:	Percorsi dei rifiuti radioattivi	128
Figura 6-5:	Materiali e rifiuti iniziali - sintesi.....	139
Figura 6-6:	Contenitori finali – sintesi	140

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	11 di 163
---	---------	--	-----------

BIBLIOGRAFIA

➤ **Scorie radioattive**

- [1] APAT (già ENEA-DISP) - Guida Tecnica n. 26 - Gestione dei rifiuti radioattivi, settembre 1987

➤ **Normative e standard USA**

- [2] DOE-HDBK-3010-94 Handbook - Airborne Release Fractions. Rates e Respirable Fractions for Nonreactor Nuclear Facilities. December 1994, U.S. Department of Energy.

➤ **Documenti di riferimento**

- [3] Norme interne di radioprotezione a carattere operativo per l'INE, Comunicazione EQ n. 001/20014.
- [4] NE.83.2516.AR.054 Archivio di radioprotezione
- [5] NE.83.2516.AR.025 Valutazione dello stato radiologico di un ambiente di lavoro
- [6] NE.83.2900.AR.002 Punti di transito
- [7] NE.77.2108.AR.001 Gestione della strumentazione portatile
- [8] NE.32.2108.AR.001 Controllo di funzionalità dei monitori mani/piedi
- [9] NE.80.1210.AR.014 Apertura e chiusura lavori in cantieri in ZC
- [10] NE.83.2516.AR.005 Uscita del personale dalla zona controllata
- [11] NE.81.2607.A.002 Procedura generale per la gestione delle attività di allontanamento dei materiali solidi
- [12] NE.80.1204.AR.012 Dichiarazione di incidente in zona classificata
- [13] NE.83.2516.AR.028 Comportamento in caso d'incidente radiologico
- [14] NE.83.2516.AR.047 Assistenza di Radioprotezione durante la decontaminazione di locali e attrezzi
- [15] NE.83.2516.AR.026 Contaminazione di un ambiente e/o di una persona
- [16] NE.83.2900.AR.001 Registro di Radioprotezione
- [17] NE.40.2600.A.001, Rev. 1 – Classificazione dei rifiuti radioattivi.
- [18] NE.81.2607.A.002 Rev. 0 – Procedura generale per la gestione delle attività di allontanamento dei materiali solidi.
- [19] SVI-C-INC 0151 Rev. 0 – Evaluation of the residual activity of ESSOR reactor vessel, strutture interne delle cisterne e vessel shielding concrete
- [20] PNNL-15870 Rev. 1 – Compendium of Composizione dei materiali Data for Radiation Transport Modeling
- [21] NE.44.1862.SS.002 Rev. 1 – Progetto di trasferimento delle materie nucleari dei pozzi secchi in un nuovo deposito di stoccaggio nelle celle calde ADECO dell'INE – Calcoli di dose
- [22] Valutazioni effluenti liquidi per formula di scarico – e-mail JRC RP dated September 16, 2013 – Author: Fabio GUELLI.
- [23] NE.48.2801.AW.001 rev.0B WP25 – Engineering Support to the Initial Phase of the Project I-04.01.01 – Decommissioning INE Complex – Analisi di sicurezza

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	12 di 163
---	---------	--	-----------

- [24] NE.51.2801.AW.002 rev.0C WP25 Task No. 3 – Engineering Support to the Initial Phase of the Project I- 04.01.01 – Decommissioning INE Complex Basic Design
- [25] NUREG/CR-1756 Safety Culture: A Survey of the State-of-the-Art
- [26] NE.47.2801.AW.001 Rev. 3 - Engineering support to the initial phase of the project I-04.01.01 Decommissioning INE Complex – Dati di input
- [27] NE.40.1862.AW.003 Rev.0 – Analisi di Resistenza del Complesso INE al Tornado
- [28] NUREG/CR-3474 Long-lived activation products in reactor materials
- [29] NE.83.1210.IB.001 Rev. 1 Controlli di routine nelle zone classificate del JRC-Ispra
- [30] NE.23.1010.A.177 NDU Projects Management Manual

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	13 di 163
---	---------	--	-----------

ACRONIMI

ADECO	Atelier pour le Démantèlement des Eléments COmbustibles
ADR	Accordo Europeo Relativo al Trasporto Internazionale delle Merci Pericolose su Strada
ALARA	As Low As Reasonable Achievable
ANN	Ansaldo Nucleare S.p.A.
APAT	Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici
AQMD	Air Quality Management District
ARF	Airborne Release Fraction
ATFI	Atelier Tubes de Force Irradiés
AWBD	Ansaldo/Westinghouse Basic Design
AWJC	Abrasive Water Jet Cutting
AWIJC	Abrasive Water Injection Jet Cutting
AWSJC	Abrasive Water Suspension Jet Cutting
CA	Controlled Area
CAMC	Contact Arc Metal Cutting (cutting electrode)
CART	Cirene Assembly Reactor Test
CCR	Centro Comune di Ricerca
D&WM	Decommissioning& Waste Management
DF	Decontamination Factor
DOE	Department Of Energy
DZ	Driver Zone
EIA	Environmental Impact Assessment
ENEL	Ente Nazionale per l'energia Elettrica
EPD	Electronic Personal Dosimeter
EQ	Esperto Qualificato
ESSOR	Essai ORGEL
ETHEL	European Tritium Handling Experimental Laboratory
EZ	Experimental Zone
FARO	Fuel Assemblies Melting e Release Oven
FSD	Full System Decontamination
GT HDBK	Guida Tecnica Handbook
HEPA	High Efficiency Particulate Arrestor
HLW	High Level Waste

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	14 di 163
---	---------	--	-----------

IAEA	International Atomic Energy Agency
ID	Internal Diameter
I/HL	Intermediate/High Level (Waste)
INE	Impianto Nucleare ESSOR
INM	Irradiated Nuclear Material
ISF	Interim Storage Facility
ISPRA	Istituto Superiore per la Protezione Ambientale (ex APAT)
IU	Intervention Unit
JRC	Joint Research Center
LLW	Low Level Waste
LV	Low Voltage
MiRadIs	Misure RADiologiche ISpra
MCS	Material Characterization System
MDA	Minimum Detectable Activity
MDM	Metal Disintegration Machining
MV	Medium Voltage
NNM	Non-irradiated Nuclear Material
NDU	Nuclear Decommissioning Unit
PAC	Plasma Arc Cutting
PCR	Plant Characterization Report
PEIS	Piano Emergenza Interna dello Stabilimento
PERLA	Performance Laboratory
PETRA	Progetto Equipaggiamento Trattamento Rifiuti Radioattivi in Adeco
PIN	Personal Identification Number
PISC	Program for Inspection of Steel Components
PL	Project Line
PNNL	Pacific Northwest National Laboratory
POCO	Post Operational Clear Out
PPE	Personal Protective Equipment
PUNITA	PULsed Neutron Interrogation Test Assembly
RER	Registro Elettronico di Radioprotezione
RPV	Reactor Pressure Vessel
RN	Radio Nuclide
RSS	Removable Support Structure

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	15 di 163
---	---------	--	-----------

RW	Rifiuti radioattivi
SA	Supervised Area
SAS	Sistema di accesso di sicurezza
SCI	Site of Community Interest
SFP	Piscina combustibile esausto
SGRR	Stazione Gestione Rifiuti Radioattivi
SRS	Safety Report Series
SPA	Special Protection Area
SS	Stainless Steel
STEL	Stazione Trattamento Effluenti Liquidi
STRRL	Stazione di Trattamento e Raccolta dei Rifiuti Radioattivi Liquidi
STS	Schermo Tubiero Superiore
TLD	Thermo Luminescent Dosimeter
TSA	Area di stoccaggio di transito
UF	Ultra Filtrazione
US EPA	United States Environmental Protection Agency
UV	Ultra Violet light
VA	Varese
VEQ	Verbale dell'Esperto Qualificato
WAC	Waste Acceptance Criteria
WES	Westinghouse Electric Company, Spain
WHRS	Waste Heat Removal System
WIPAC	Water Injection Plasma Arc Cutting
WITS	Waste Information e Tracking System
WP	Work Package
ZC	Zona Controllata

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	16 di 163
---	---------	--	-----------

1 SOMMARIO ESECUTIVO

- 1.0.0.0.1 CCR ha recentemente avviato un programma di smantellamento e gestione rifiuti (D&WM) volto allo smantellamento degli impianti nucleari utilizzati in passato per varie attività di ricerca e per lo smaltimento dei materiali di scarto generati da queste ultime.
- 1.0.0.0.2 Il presente documento costituisce il Progetto Preliminare delle operazioni di smantellamento relative al Complesso INE e rappresenta un allegato del rapporto di scoping.
- 1.0.0.0.3 Si sottolinea che la dose massima fissata (per la popolazione) relativa alle emissioni di JRC in atmosfera e nell'acqua è pari a 10 $\mu\text{Sv/y}$.

1.1 Configurazione dell'impianto

- 1.1.0.0.1 Gli edifici del complesso INE sono illustrati in maggior dettaglio nel paragrafo 3.3.

1.2 Strategia di smantellamento

- 1.2.0.0.1 La strategia adottata è quella di disattivare il Complesso INE in un'unica fase (disattivazione continua), rimuovendo tutto il materiale radioattivo, così da consentire il pieno rilascio del sito. Questa è l'opzione consigliata conformemente al Decreto Legislativo 230/95 in materia di attività nucleari.
- 1.2.0.0.2 Il Progetto Preliminare prevede il riassetto radiologico in sicurezza, la disattivazione dei sistemi e la demolizione di tutte le opere civili attualmente all'interno del Complesso INE, ad eccezione dell'impianto PUNITA, il quale rimarrà in attività come da programmi D&WM. Al fine di ottenere la condizione finale di "green field" e di preservare l'attività di PUNITA, l'attuale confine fisico del sito INE sarà modificato, collocando PUNITA all'esterno. Alla fine delle attività di disattivazione, si renderà necessaria un monitoraggio finale sul sito per confermare l'avvenuta rimozione di tutto il materiale radiologico pericoloso e che il sito stesso sia libero da tutti i vincoli radiologici. Si prevede di eseguire questa fase di monitoraggio prima della fase di demolizione degli edifici, così da eseguire tali interventi in modo pienamente convenzionale.
- 1.2.0.0.3 Sebbene vi siano due soluzioni alternative di smantellamento strategico (ovvero smantellamento differito e confinamento in sicurezza), le stesse saranno considerate e valutate nel contesto della Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) da presentare al Ministero dell'Ambiente per la relativa procedura, in ottemperanza con la legislazione italiana.
- 1.2.0.0.4 Le operazioni di disattivazione saranno pianificate, progettate ed eseguite al fine di tutelare, nel modo più efficace possibile, gli individui, la comunità e l'ambiente circostante da rischi di natura radiologica, utilizzando il principio ALARA. Questo principio generale si declina nei criteri specifici generali di seguito sintetizzati:
- Assicurare che i singoli (personale operativo e popolazione) siano esposti al minimo livello ragionevolmente possibile di radiazioni ionizzanti durante lo svolgimento delle normali attività di smantellamento;
 - Adottare ogni ragionevole precauzione per la prevenzione degli incidenti;
 - Mitigare le conseguenze radiologiche per il personale operativo e la popolazione, assicurando il raggiungimento degli obiettivi stabiliti per le emergenze radiologiche.

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	17 di 163
---	---------	--	-----------

- 1.2.0.0.5 Il presente documento prende spunto dai dati del sito e dalla situazione effettiva dell'impianto. Secondo i dati storici dell'impianto, il reattore ESSOR ed i servizi ausiliari hanno subito varie modifiche ed un parziale smantellamento, per consentire l'utilizzo del reattore per varie esperienze. La verifica dello stato effettivo dell'impianto, eseguita direttamente in campo, edificio per edificio e sistema per sistema, mira ad ottenere un quadro reale della più recente configurazione dell'impianto, che sarà poi quella di riferimento per la valutazione e lo sviluppo delle attività di smantellamento e decontaminazione per la disattivazione dell'intero impianto.
- 1.2.0.0.6 La sezione dedicata allo stato dell'impianto definisce come riorganizzare quei sistemi che sono stati mantenuti in esercizio a sostegno dello smantellamento INE (ad esempio ventilazione, illuminazione, circuiti idrici).

1.3 Attività di smantellamento

- 1.3.0.0.1 Per la decontaminazione e lo smantellamento sono state analizzate varie soluzioni concettuali e progettuali. Per entrambi gli aspetti è stata eseguita una disamina di varie tecniche e, nel caso delle attività principali (ad esempio smantellamento del reattore), anche i relativi pro e contro di ciascuna delle opzioni prese in considerazione, rispetto alle peculiarità di questo impianto. La selezione dell'opzione potenzialmente migliore si è basata su una disamina di criteri comparativi e raccomandati. L'opzione prescelta verrà utilizzata come base per l'elaborazione delle attività di smantellamento ed il programma di gestione dei rifiuti. Sebbene l'opzione prescelta sia quella consigliata, ciò non preclude l'adozione di schemi alternativi futuri, qualora gli stessi si rivelassero migliori o equivalenti.
- 1.3.0.0.2 Prima di iniziare le attività di smantellamento, una serie di attività preparatorie (caratterizzazione dei sistemi/componenti, preparazione di aree buffer, etc.), realizzabili nell'ambito dell'attuale licenza, sono previste.
- 1.3.0.0.3 In generale, l'approccio alle operazioni di disattivazione è stato organizzato in "Unità di intervento" (IU). Un'unità di intervento comprende lo smantellamento, la separazione e l'imballo di attrezzature e strutture similari in aree adiacenti con caratteristiche radiologiche simili e dunque rischi simili. Ogni IU è un'attività "a sé stante" in un'area definita, dove le attività possono essere svolte in modo indipendente dalle altre IU; ovvero le attività in IU differenti possono essere svolte senza interferenza alcuna. Ogni IU può essere composta da sotto-unità distinte, ovvero aree fisicamente collegate (cioè appartenenti ad aree adiacenti o allo stesso sistema) o prevedere attività similari (cioè locali che ospitano componenti simili, come le casematte), trattate anch'esse in parallelo. In alcuni casi IU differenti possono coprire la stessa area, ma in momenti differenti: nel caso delle operazioni preliminari di decontaminazione, una stessa area può appartenere a due diverse IU; la prima include le attività di preparazione che saranno svolte per facilitare il successivo smantellamento, che invece rientra nell'ambito della seconda IU.
- 1.3.0.0.4 Sono state individuate cinque diverse classi di IU:
- Gruppo A)** locali o aree appartenenti all'area controllata che ospita componenti non attivi o che non pongono rischi o vincoli significativi, sia dal punto di vista convenzionale, sia radiologico; questo gruppo comprende gran parte dell'impianto;
- Gruppo B)** locali delle aree sorvegliate e controllate che ospitano componenti per i quali è prevista la gestione di attività dedicate; ad esempio componenti voluminosi possono richiedere specifici sistemi di movimentazione per essere movimentati o tagliati; oppure serbatoi contaminati devono essere rimossi o ancorati prima di iniziare le attività di

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	18 di 163
---	---------	--	-----------

smantellamento; questo secondo gruppo è generalmente caratterizzato da un ridotto rischio radiologico (come sopra, ovvero il rischio può essere minimizzato a fronte di un minimo impegno), ma può implicare un rischio convenzionale;

Gruppo C) locali appartenenti solo all'area controllata, caratterizzati da livelli elevati di radioattività, che potrebbero richiedere l'utilizzo di dispositivi parzialmente a distanza o schermature dedicate; secondo l'attuale situazione radiologica dell'impianto, questa caratteristica è presente in un numero limitato di aree;

Gruppo D) queste IU interessano le sole sale dell'area controllata che ospitano componenti contaminati all'esterno e /o contaminazione sulla superficie delle pareti; come per il gruppo precedente, queste IU necessitano di criteri specifici per prevenire i rischi radiologici;

Gruppo E) queste IU sono collegate a particolari attività, non facilmente assimilabili ai gruppi precedenti, ad esempio perché possono richiedere alcune disposizioni speciali, come nel caso dello smantellamento del reattore ESSOR e della piscina di decadimento.

Demolizione di edifici convenzionali: tali attività implicano lo smantellamento delle strutture e dei manufatti che si trovano all'interno del complesso INE (carro ponte e camino del sistema di entilazione) a valle del monitoraggio finale che avrà verificato l'assenza di qualsiasi rischio di natura radiologica e che quindi possono ritenersi convenzionali.

1.3.0.0.5 Per lo smantellamento del reattore sono state prese in considerazione tre possibili soluzioni:

- Soluzione 1: Filo elicoidale e AWJC (taglio abrasivo a lancia d'acqua) in aria.
- Soluzione 2: Filo elicoidale e taglio meccanico in acqua.
- Soluzione 3: Filo elicoidale e Taglio meccanico in aria.

1.3.0.0.6 Gran parte dei progetti di segmentazione che coinvolgono le strutture interne altamente attivate del recipiente in pressione sono stati eseguiti in acqua, principalmente per ragioni di protezione radiologica (schermatura, riduzione al minimo del rilascio di gas e aerosol, ecc.). Si veda la Tabella 1-1 per un elenco dei riferimenti internazionali.

Impianto	Attività di progetto	ANNO	PRINCIPALE TECNOLOGIA DI TAGLIO	IN ACQUA/ ARIA	COMMENTI/LEZIONI APPRESE
Shoreham BWR	Segment. RVI	1992	Taglio al plasma	In acqua	Bassissimi livelli di attivazione
	Segment. RV		Taglio meccanico	In aria	
Yankee Rowe PWR	Segment.RVI	1993	Taglio al plasma	In acqua	Esperienza molto negativa a causa della formazione di gas/idrosol
Fort St. Vrain HTGR	PCRVI e segment.strutture interne	1993	A getto d'acqua abrasivo (AWJC)	In aria	Metodi termici utilizzati solo in acqua per il rilascio della pavimentazione di supporto anima
Connecticut Yankee PWR	Segment.RVI	1996	A getto d'acqua abrasivo (AWJC)	In acqua	Seri problemi di contaminazione nella cavità
Big Rock Point BWR	Segment. RVI	1997	Taglio meccanico	In acqua	Nulla da evidenziare
Maine Yankee PWR	Segment. RVI	1997	A getto d'acqua abrasivo (AWJC)	In acqua	Nulla da evidenziare

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	19 di 163
---	---------	--	-----------

Impianto	Attività di progetto	ANNO	PRINCIPALE TECNOLOGIA DI TAGLIO	IN ACQUA/ ARIA	COMMENTI/LEZIONI APPRESE
San Onofre I PWR	Segment. RVI	1999	A getto d'acqua abrasivo (AWJC)	In acqua	Nulla da evidenziare
BR-3 PWR	Segment. RVI	1991	Prevalentemente meccanico	In acqua	Nulla da evidenziare
	Segment. RV		Taglio meccanico	In acqua	Nulla da evidenziare
KRB-A BWR Gundremmingen	Segment. RVI	1992-	Taglio al plasma /Meccanico	In acqua	Nulla da evidenziare
VAK Kalh BWR	Segment. RVI	1997	Meccanico/AWJC	In acqua	Nulla da evidenziare
KGR Greifswald PWR	RVI Segment.	1996	Meccanico	In acqua	Nulla da evidenziare
	Segment. RV		Meccanico	In aria	Nulla da evidenziare
FRJ-1 Exp. Reactor Jülich	Segment. RVI	2001	Meccanico (sbullonamento)	In acqua	Nulla da evidenziare
	Segment. RV	2001	Meccanico (scavatore)	In aria	Nulla da evidenziare
Rancho Seco PWR	Segment. RVI	2005	Meccanico/Plasma	In acqua	Utilizzato plasma per cedimento RMT
	Segment. RV	2006	A getto d'acqua abrasivo (AWJC)	In aria	Nulla da evidenziare
Stade PWR	Segment. RVI	2006	Meccanico/AWJC	In acqua	Nulla da evidenziare
	Segment. RV	2006	Termico (OxyFuel)	In aria	Nulla da evidenziare
Wurgassen BWR	Segment. RVI	2006	Meccanico/AWJC/ Filo elicoidale	In acqua	Filo elicoidale utilizzato per segmentare essiccatore di vapore fissato con malta, in aria
	Segment. RV	2006	AWJC	In aria	Nulla da evidenziare
PBRF Exp. Reactor	Segment. RV e RVI	2000	Meccanico	In aria	Nulla da evidenziare
KNK FBR	Segment. RV e RVI	2003	Meccanico	Sotto copertura N2	Nulla impedisce l'utilizzo di sistema termico/AWJC
CNJC PWR (Zorita)	Segment. RVI	2012	Meccanico	In acqua	Eseguito in modo soddisfacente con metodi esclusivamente meccanici
	Segment. RV		Meccanico	In acqua	Nulla da evidenziare
Chooz A PWR	Segment. RVI	2015	Meccanico	In acqua	Strategie simili a quelle usate per Zorita
	Segment. RV		Meccanico	In acqua	
MZFR Exp. Reactor	Segment. RVI	2012	Termico (Plasma, CAMC)	In acqua	Nulla da evidenziare
	Segment. RV		Meccanico/Termico (Oxyfuel)	In aria	Nulla da evidenziare

Tabella 1-1: Esperienze internazionali di tecniche di taglio

1.3.0.0.7 In riferimento alle metodologie di taglio, dall'esperienza internazionale si evince che i metodi puramente meccanici (ad esempio seghe a nastro, seghe circolari, cesoie, ecc.) sono quelli utilizzati nella maggior parte dei progetti di segmentazione delle strutture interne al reattore.

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	20 di 163
---	---------	--	-----------

1.3.0.0.8 Ciò è probabilmente dovuto ai significativi progressi tecnologici compiuti in questo tipo di tagli ed anche alla preferenza, delle organizzazioni incaricate dello smantellamento, per l'utilizzo di metodologie "a freddo", per ridurre al minimo i problemi di protezione dalle radiazioni. I principali vantaggi della Soluzione 2, rispetto alla 1 ed alla 3, possono essere così riassunti:

- Significativa riduzione del rilascio potenziale di aerosol e gas, per l'effetto di lavaggio dell'acqua. Ciò potrebbe ridurre o eliminare la necessità di confinare o filtrare l'atmosfera sul reattore.
- Una notevole profondità dell'acqua sulle parti attivate esercita un effetto schermante, consentendo la presenza dell'uomo ed il controllo del taglio e delle operazioni di trasferimento dei rifiuti e dunque riducendo la necessità di fare affidamento su operazioni a distanza, suscettibili di fallimento.
- L'acqua esercita inoltre un effetto raffreddante e lubrificante, con potenziale riduzione dell'usura ed aumento della durata degli utensili di taglio, eliminando anche il bisogno di sistemi esterni di alimentazione dell'acqua.
- Infine si prevede una sensibile riduzione del volume di rifiuti secondari generati durante il taglio, principalmente grazie all'eliminazione dei filtri HEPA.

1.3.0.0.9 La conclusione di questo raffronto è che la segmentazione in acqua con metodi puramente meccanici (soluzione 2) e, in minore misura, con il metodo AWJC, risultano essere le migliori tecnologie per la segmentazione delle strutture interne ed del recipiente in pressione RPV ad alta attivazione, ed andrebbero considerate come le opzioni preferibili per il piano di smantellamento ESSOR, a condizione che si individui una soluzione accettabile per l'allagamento della cavità del reattore.

1.4 Gestione dei rifiuti

1.4.0.0.1 La strategia per la gestione dei rifiuti del progetto di disattivazione del Complesso INE si basa sulla creazione di numerosi flussi di materiali, classificati in categorie sulla base del loro contenuto radiologico, al fine di definire la procedura di gestione.

1.4.0.0.2 L'identificazione del materiale di scarto ed il relativo flusso saranno raggruppati e gestiti in linea con il sistema di Informazione e Controllo dei Rifiuti (WITS) e con la strategia globale per i rifiuti del sito CCR.

1.4.0.0.3 Una caratterizzazione dei componenti, sistemi e strutture è attualmente disponibile ed in alcuni casi migliorabile. Sono inoltre previste misure con dispositivi portatili per la misurazione delle radiazioni durante il turno di lavoro per lo smantellamento, così da consentire la classificazione e pre-determinazione del collo e del percorso dei rifiuti da utilizzare per componenti specifici dell'Unità di Intervento.

1.4.0.0.4 Tutti i prodotti dell'unità di intervento saranno segregati ed assegnati in loco (all'interno della recinzione dell'unità) al collo corrispondente, in base al flusso ed al tipo di materiale. Tutti i colli di rifiuti radioattivi saranno caratterizzati misurando campioni all'interno dell'edificio ESSOR. La caratterizzazione include peso e misurazione mediante una specifica spettrometria gamma. I colli saranno poi inviati al trattamento all'interno di fusti, mediante processi esterni, oppure in contenitori CP-5.2 per l'imballo definitivo. Tutti i colli saranno etichettati con un riferimento alle principali caratteristiche radiologiche, al peso, all'origine ed al flusso di rifiuti a cui sono stati assegnati.

1.4.0.0.5 Tutti i materiali pre-assegnati alla categoria dei materiali potenzialmente allontanabili (ovvero candidati al rilascio) saranno imballati all'interno di contenitori di trasferimento

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	21 di 163
---	---------	--	-----------

metallici ed inviati alla stazione di allontanamento predisposta in un'area dedicata. In questa stazione avverrà la caratterizzazione di alcuni campioni rappresentativi. Tutti gli altri materiali verranno inviati alla stazione di riempimento, per essere caricati su un cassoni scarrabili.

1.5 Valutazione dell'analisi di sicurezza

- 1.5.0.0.1 E' stato elaborato uno studio preliminare sulla sicurezza a supporto della definizione del progetto preliminare. L'obiettivo delle analisi è quello di confermare che le operazioni di smantellamento previste possano essere eseguite nel rispetto del principio radiologico ALARA e dei limiti relativi alle condizioni normali ed a quelle potenzialmente accidentali.
- 1.5.0.0.2 L'analisi di sicurezza indaga anche i problemi di sicurezza legati alle attività che possono esercitare un importante impatto sul programma di smantellamento, ad esempio la rimozione dell'acqua dalla piscina del combustibile esaurito e dal bacino di smantellamento del reattore.
- 1.5.0.0.3 L'analisi di sicurezza delle operazioni di smantellamento del reattore è stata eseguita riferendosi a condizioni di inviluppo che coprono tutte le possibili soluzioni di taglio.

2 INTRODUZIONE

2.1 Presentazione del proponente

- 2.1.0.0.1 La Commissione Europea è responsabile dei suoi impianti nucleari per tutta la durata del loro ciclo di vita e fino al momento in cui ne viene dismessa la licenza.
- 2.1.0.0.2 Pertanto il Centro Comune di Ricerche (CCR) di Ispra si impegna a conservare in condizioni di sicurezza ed a smantellare i suoi impianti nucleari. Per far fronte a questo impegno, il CCR ha istituito una sezione ad hoc, l'Unità di Disattivazione Nucleare, la cui missione è quella di smantellare gli impianti nucleari storici del CCR e di smaltire le relative scorie radioattive, portando il sito in una condizione di assenza di rischi radiologici, grazie al programma di disattivazione e gestione rifiuti (D&WM).

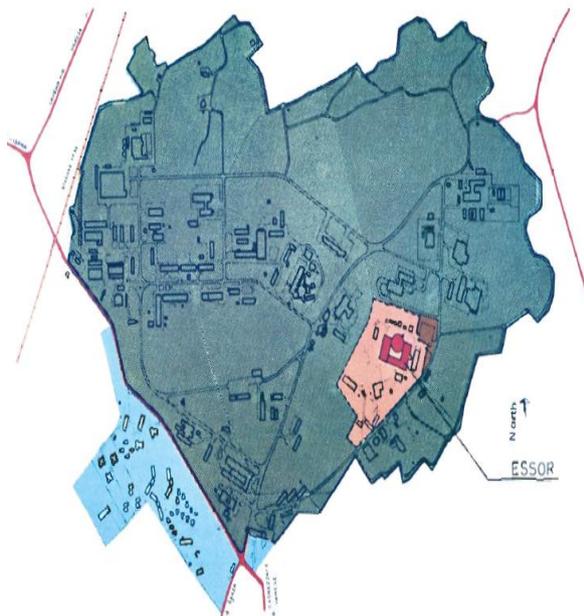
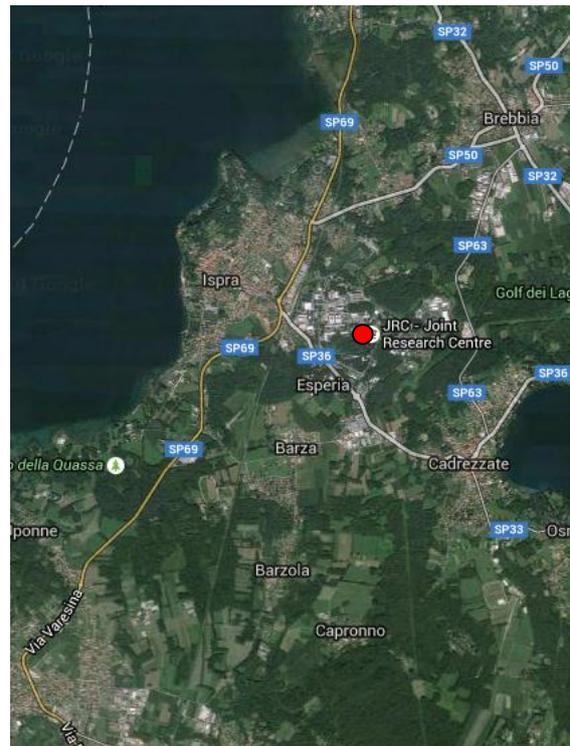
2.2 Entità del lavoro

- 2.2.0.0.1 Il CCR sta attuando un ampio programma di lungo termine per la disattivazione e gestione rifiuti (D&WM), volto ad eliminare progressivamente le installazioni che in passato sono state usate per ricerche nel campo della sicurezza nucleare svolte in sito.
- 2.2.0.0.2 Uno dei principali impianti da disattivare del programma D&WM è il Complesso INE, che si estende per 4,5 ettari nel sito del CCR e comprende una serie di edifici. L'edificio principale è la struttura di contenimento del reattore ESSOR. Il reattore ESSOR fu progettato e costruito negli anni Sessanta come reattore del tipo ORGEL (con moderatore ad acqua pesante e refrigerante organico) per svolgere attività di ricerca. Tuttavia, poco dopo aver raggiunto la sua potenza nominale nel 1969, questo tipo di reattore fu completamente abbandonato in Europa e si decise di convertire il reattore ESSOR in impianto di irraggiamento dotato di circuiti di prova e varie piattaforme sperimentali di irraggiamento.
- 2.2.0.0.3 Il presente documento contiene una descrizione del Complesso INE e delle attività di smantellamento da eseguire per implementare le operazioni di disattivazione e la relativa gestione dei rifiuti.

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	22 di 163
---	---------	--	-----------

2.3 Descrizione del sito

- 2.3.0.0.1 L'area oggetto del presente progetto è situata in Lombardia, regione nord-occidentale, e ricade nell'area del Joint Research Centre dell'Unione Europea (EU JRC o semplicemente JRC, anche detto Centro Comune di Recherche CCR), definita come Complesso INE, in provincia di Varese. ESSOR sta per Essai ORGEL.
- 2.3.0.0.2 L'area del Complesso INE si trova sulla riva orientale del lago Maggiore, ai piedi delle Alpi lombarde, tra 8° 37' 10" e 8° 38' 40" longitudine est (di Greenwich) e 45° 48' 05" e 45° 48' 55" latitudine nord, a circa 22 km dal valico di frontiera svizzero più vicino.
- 2.3.0.0.3 Il centro è delimitato a nord da una pianura leggermente ondulata, sulla quale scorre il corso del Torrente Acquanegra, a nord- est e ad est dalla strada Brebbia - Cadrezzate, a sud – est ed a sud da un sistema di piccole colline, disposte ad anfiteatro, che formano un confine naturale, a sud-ovest dalla strada Ispra – Cadrezzate e ad ovest dal tronco Sesto Calende - Laveno, della rete ferroviaria Novara – Luino. Il Centro ricade nei comuni di Ispra, Cadrezzate e Travedona Monate. In un raggio di 2 km si trovano i comuni di Ispra, Brebbia, Cadrezzate e Travedona Monate, oltre ad alcuni centri urbani minori.
- 2.3.0.0.4 La riva ovest del lago Maggiore, situata nelle province di Novara e Verbano-Cusio-Ossola, si trova a circa 6 km dal Centro. La superficie del Centro è prevalentemente pianeggiante, leggermente degradante da sud-est/sud verso nord-ovest/nord. L'altitudine oscilla tra 248 metri e 206 metri s.l.m.; la proprietà è interamente circondata da una doppia recinzione in filo metallico.
- 2.3.0.0.5 Il CCR copre una superficie (a forma di pentagono irregolare) di circa 155 ettari, di cui 109 ettari ad aree verdi e 27 ettari boschivi. Il centro è diviso in varie aree verdi:
- Zone verdi ornamentali con piccoli giardini ed arbusti, soprattutto attorno agli edifici;
 - Giardini più lontani dagli edifici, che coprono superfici più ampie, con piante rampicanti, alberi, siepi e fiori;
 - Boschi;
 - Prati.
- 2.3.0.0.6 Nella zona ad est degli impianti nucleari del sito si trovano alcune infrastrutture.
- 2.3.0.0.7 La Figura 2-1 mostra la posizione del CCR in Lombardia ed il Complesso INE all'interno del perimetro del CCR.



● Ubicazione del Complesso INE

Figura 2-1: Posizione del sito

3 DESCRIZIONE DEL COMPLESSO INE

3.1 Storia del Complesso INE

3.1.0.0.1 Questa sezione offre un quadro storico generale dell'intero Complesso INE. In particolare, la descrizione mira a fornire dettagli sulle seguenti unità strutturali:

- Reattore ESSOR;
- Laboratori;
- Piscina di decadimento.

3.1.0.0.2 Da notare che l'attività di INE è sempre stata regolamentata in conformità con la legge italiana n. 906/1960 (dell'1/8/1960) ai fini di raggiungere un accordo legale tra il Governo italiano e la Commissione europea dell'energia atomica (Euratom) per l'istituzione di un centro comune di ricerca nucleare.

3.1.1 Reattore ESSOR

3.1.1.0.1 Il reattore ESSOR è stato progettato e costruito per eseguire:

- Studi ed esperimenti sui reattori moderati ad acqua pesante e raffreddati mediante refrigerante organico (ORGEL);
- Studi ed esperimenti su canali ed elementi di combustibile del tipo CIRENE (impianto CART).

3.1.1.0.2 Il progetto ESSOR è partito nel 1962 e l'impianto fu costruito da un consorzio internazionale di imprese, tra le quali G.A.A.A. (Groupement Atomique Alsacienne Atlantique, France), Interatom (G.F.R.) e Montecatini (Italy). Il reattore entrò in funzione alla fine del 1968, raggiungendo la sua potenza nominale a metà del 1969.

3.1.1.0.3 I reattori di tipo ORGEL, sono moderati con acqua pesante che consente una buona economia neutronica, e raffreddati grazie ad una miscela di terpenilene a basso punto di fusione. Tuttavia, nel 1969, si decise di interrompere gli esperimenti sui refrigeranti organici.

3.1.1.0.4 In seguito, il reattore ESSOR fu utilizzato per esperimenti sull'irraggiamento dei combustibili nucleari ed altri tipi di materiali. A partire dalla metà degli anni 70, i canali assegnati ai test sperimentali di ORGEL sono stati impiegati per altre finalità. Le caratteristiche dello stesso reattore, dell'area sperimentale e dei laboratori annessi hanno fatto del complesso sperimentale INE un luogo idoneo per lo svolgimento di numerosi progetti di ricerca, come ad esempio prove su materiali strutturali e combustibili nucleari per reattori di ricerca e di potenza.

3.1.1.0.5 La zona sperimentale (EZ) comprendeva 12 canali, con annessi circuiti esterni al blocco del reattore, per esperimenti adeguatamente progettati ed autorizzati. La " Driver Zone" (DZ) era costituita da 16 canali raffreddati a D₂O, ognuno contenente un elemento combustibile altamente arricchito. La potenza termica complessiva del reattore (zona sperimentale e di alimentazione) era pari a 42,6 MW.

3.1.1.0.6 L'operatività del reattore del 1980 fu mirata soprattutto a proseguire l'irradiazione degli elementi di combustibile CIRENE (Clse Reattore a Nebbia).

3.1.1.0.7 Nel 1981 il reattore rimase in condizione di esercizio 4R (fermo prolungato).

3.1.1.0.8 Dal luglio 1983 il reattore è sempre stato in blocco.

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	25 di 163
---	---------	--	-----------

3.1.1.0.9 Dal 1987, data di rinnovo della licenza di esercizio ad oggi la condizione di esercizio del reattore è stata di "arresto di lunga durata."

3.1.2 Laboratori

3.1.2.0.1 In Figura 3-2 viene rappresentata una mappa dei laboratori attivi nel Complesso INE. Dal gennaio 1987 ad oggi, lo stato di esercizio di ADECO-ATFI è stato: "Laboratorio in funzione" (1L) e "Laboratorio in carico" (2L).

3.1.2.1 ADECO

3.1.2.1.1 Anni 87/91:

ADECO è un complesso di celle calde fatto di cemento baritico che occupa l'intera parte ovest dell'edificio 81.

All'interno delle celle ADECO sono state eseguite tutte le attività pianificate, prima di procedere ad un recupero delle celle ed alla manutenzione delle apparecchiature installate, al fine di svolgere le attività collegate all'esercizio dell'esperienza PETRA.

PETRA è stata realizzata per svolgere un programma di ricerca nel campo della sicurezza del ciclo del combustibile nucleare. In particolare, l'impianto, era destinato ad investigare la separazione dei prodotti di fissione e degli attinidi dal combustibile irradiato, e il loro successivo trattamento ed immobilizzazione in matrici solide.

3.1.2.1.2 Durante gli anni 90 è stata eseguita un'attività di restauro delle celle, che ha condotto alla rimozione delle apparecchiature, allo smantellamento del "gamma-scanning" ed alla completa decontaminazione delle celle, seguita dalla riverniciatura di pavimenti e pareti.

3.1.2.1.3 Successivamente i manipolatori "masterslaves" sono stati sottoposti a revisione generale e poi sono state sostituite le gru a ponte.

3.1.2.2 Celle ATFI

3.1.2.2.1 Dal 1987 queste celle furono impiegate per il programma PISC (Programma di ispezione dei componenti in acciaio). L'attività prevedeva l'esame di grandi componenti strutturali in acciaio di centrali elettriche, leggermente attivi o con contaminazione "non trasferibile". I test sono stati eseguiti avvalendosi di radiografie e ultrasuoni per la ricerca di fratture.

3.1.2.2.2 Nel 1992 furono condotte le misurazioni di laboratorio sulla macchina Phonid (il programma PISC era stato completato) e fu avviata una nuova attività per il trasferimento dei componenti al centro di Petten (Paesi Bassi). Le attività furono completate nell'agosto 1993. Attualmente in laboratorio ci sono solo materiali leggermente contaminati (macchine utensili), confinati nelle celle.

3.1.2.3 Laboratorio ETHEL

3.1.2.3.1 Alcune attività furono sviluppate fino alla fine del 1998, quando furono interrotti gli esperimenti sulla manipolazione del trizio. Dal 1994 al 1998 furono condotti alcuni test (detti "prove di sistema") e si eseguì l'intero "programma di prova non nucleare" ("prove combinate non nucleari").

3.1.2.4 Laboratorio Pre-PERLA

3.1.2.4.1 Il laboratorio Pre-PERLA svolgeva attività per il programma "Safeguards" trattando campioni di materiali fissili contenenti plutonio ed uranio. Dal gennaio 1994 a maggio 2002 non furono più svolte attività sperimentali. Il laboratorio è stato utilizzato solo per lo

stoccaggio dei materiali "fissili-fertili", conservati nel locale 1406. I campioni sperimentali sono stati in parte trasferiti nel laboratorio "PERLA".

3.1.2.5 Laboratorio PERLA

3.1.2.5.1 Il laboratorio PERLA svolge attività di analisi non distruttive su campioni di materiali fissili contenenti Plutonio e Uranio.

3.2 Configurazione generale dell'impianto

3.2.0.0.1 Il Complesso INE occupa un'area di circa 4,5 ettari, all'interno del perimetro del CCR ad Ispra (VA). E' delimitato da una recinzione appartenente al sistema di protezione fisica di INE. La Figura 3-1 mostra l'ubicazione del complesso all'interno del Centro.

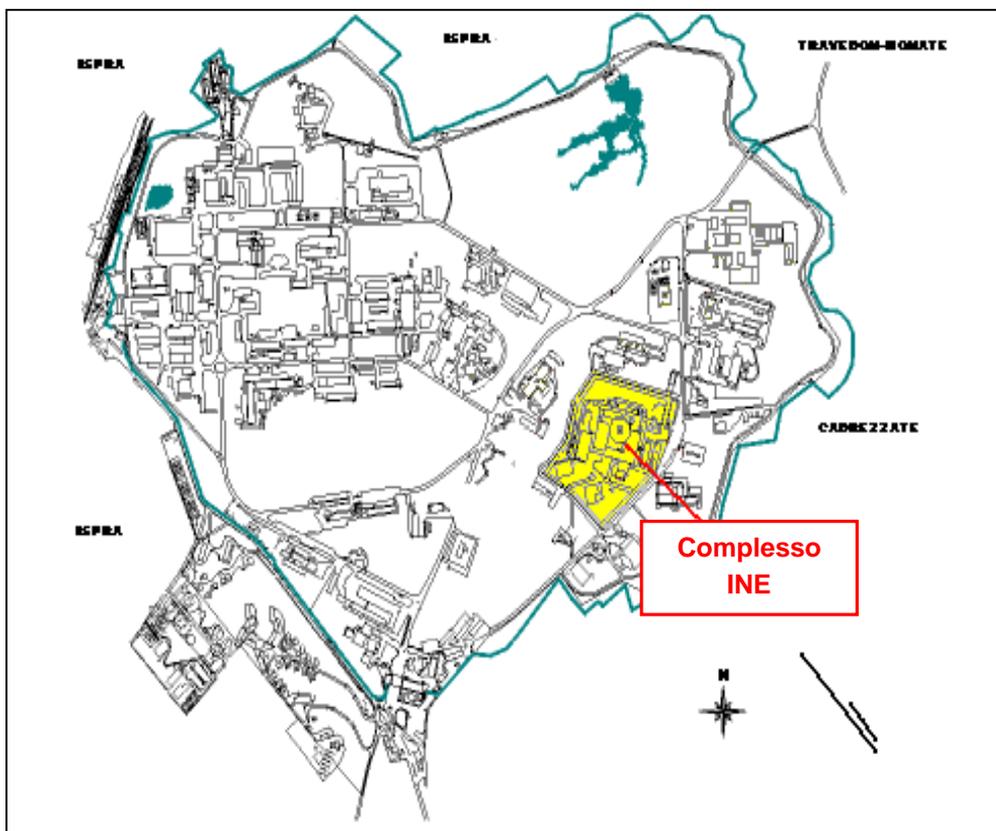


Figura 3-1: Ubicazione del Complesso INE all'interno dell'area del CCR

3.2.0.0.2 Il Complesso INE si trova in un'area riservata agli impianti nucleari e si compone del reattore e di due celle calde, denominate rispettivamente ADECO e ATFI, le cui funzioni sono lo smantellamento e l'esame del combustibile e dei componenti irradiati. Vi sono inoltre diversi laboratori, come ATEN, per l'assemblaggio dei dispositivi di irradiazione e le sezioni di prova e completamento di misurazioni e controlli prima che i componenti vengano inseriti nel nocciolo del reattore. Il Complesso include anche una piscina di decadimento e numerosi dispositivi di supporto nelle aree di chimica analitica, elettronica, elettromeccanica e strumentazione.

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	27 di 163
---	---------	--	-----------

3.2.0.0.3 Il Complesso INE include un certo numero di edifici raggruppati attorno all'edificio di contenimento del reattore.

3.2.0.0.4 Inoltre, alcuni sistemi ausiliari di seguito descritti sono in condivisione con tutto il sito del CCR:

- Impianto elettrico: l'alimentazione elettrica al sito CCR viene assicurata dalla rete ENEL con una linea da 130kV ed un sistema di cogenerazione del sito CCR. Due trasformatori (2 MVA 11.6/0.4 kV) alimentano la barra di distribuzione della bassa tensione del Complesso INE. La parte del sito CCR comprende i cavi di media tensione che alimentano INE, mentre INE è responsabile dell'impianto di alimentazione elettrica che parte dagli interruttori di media tensione che alimentano i trasformatori di media e bassa tensione;
- Impianto antincendio: un adeguato afflusso e portata dell'acqua sono assicurati da un vaso di espansione e dalla sua rete. Dopo l'utilizzo, l'acqua viene convogliata nella rete fognaria del sito CCR e, una volta trattata, viene scaricata nel rio Novellino. Le aree controllate del Complesso INE sono protette da sistemi di spegnimento a secco.
- Impianto acque industriali: l'impianto di acque industriali del sito CCR viene alimentato da due pompe, costantemente in funzione. Il filtraggio ed il trattamento delle acque industriali vengono eseguiti prima della distribuzione. Un serbatoio da 5000 m³ funge da accumulatore ed alimenta acqua all'impianto del Complesso INE. Un sistema interno mantiene l'acqua alimentata in pressione ed assicura la portata richiesta dagli utilizzatori dello stesso. Dopo il suo utilizzo, l'acqua viene convogliata nella rete fognaria del sito CCR e, una volta trattata, viene scaricata nel rio Novellino;
- Impianto acqua potabile: l'impianto di acqua potabile del sito CCR è alimentato da tre pompe che funzionano in sequenza. Il filtraggio ed il trattamento dell'acqua potabile vengono eseguiti prima della distribuzione. Un serbatoio costituito da due unità, per un volume totale di 800 m³, funge da accumulatore;
- Impianto dell'acqua surriscaldata: l'acqua surriscaldata, che scorre in un sistema a circuito chiuso, viene alimentata ai sistemi di condizionamento INE dalla centrale termica del sito CCR.

3.3 Edifici ed infrastrutture

3.3.0.0.1 Il presente capitolo contiene una descrizione degli edifici e delle infrastrutture del Complesso INE.

3.3.0.0.2 Qui di seguito un elenco degli edifici del Complesso INE:

- Edificio 80 Struttura di contenimento;
- Edificio 81 Piscina del combustibile esausto, Laboratorio ADECO, Laboratorio PERLA, etc.;
- Edificio 82 Laboratorio ATFI;
- Edificio 83 Sala di comando principale, sala energia, sale impianto meccanico;
- Edificio 85 Sala Diesel con adiacente Struttura 85a, ospitante il reostato ed un serbatoio sotterraneo;
- Edificio 86 Torri di raffreddamento;
- Edificio 87e Stazione di stoccaggio intermedia fluidi radioattivi;
- Edificio 88 Camino di ventilazione;
- Edificio 87 Laboratorio neutroni PUNITA;

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	28 di 163
---	---------	--	-----------

- Edificio 86b ETHEL;
- Edificio 97 Magazzino generale reattore ESSOR;
- Edificio 99 Officina convenzionale e magazzino INE;
- Edificio 86a-86c-86d-87a-87b-87c altri edifici ausiliari;
- Edificio 84 Uffici;
- Edificio 84a Accesso, recinzione e protezione fisica;
- Gallerie tecniche tra gli edifici.

3.3.0.0.3 La Figura 3-2 mostra tutte le strutture e gli edifici precedentemente elencati. Inoltre la Mappa 1 mostra in maggiore dettaglio la pianta del Complesso INE.

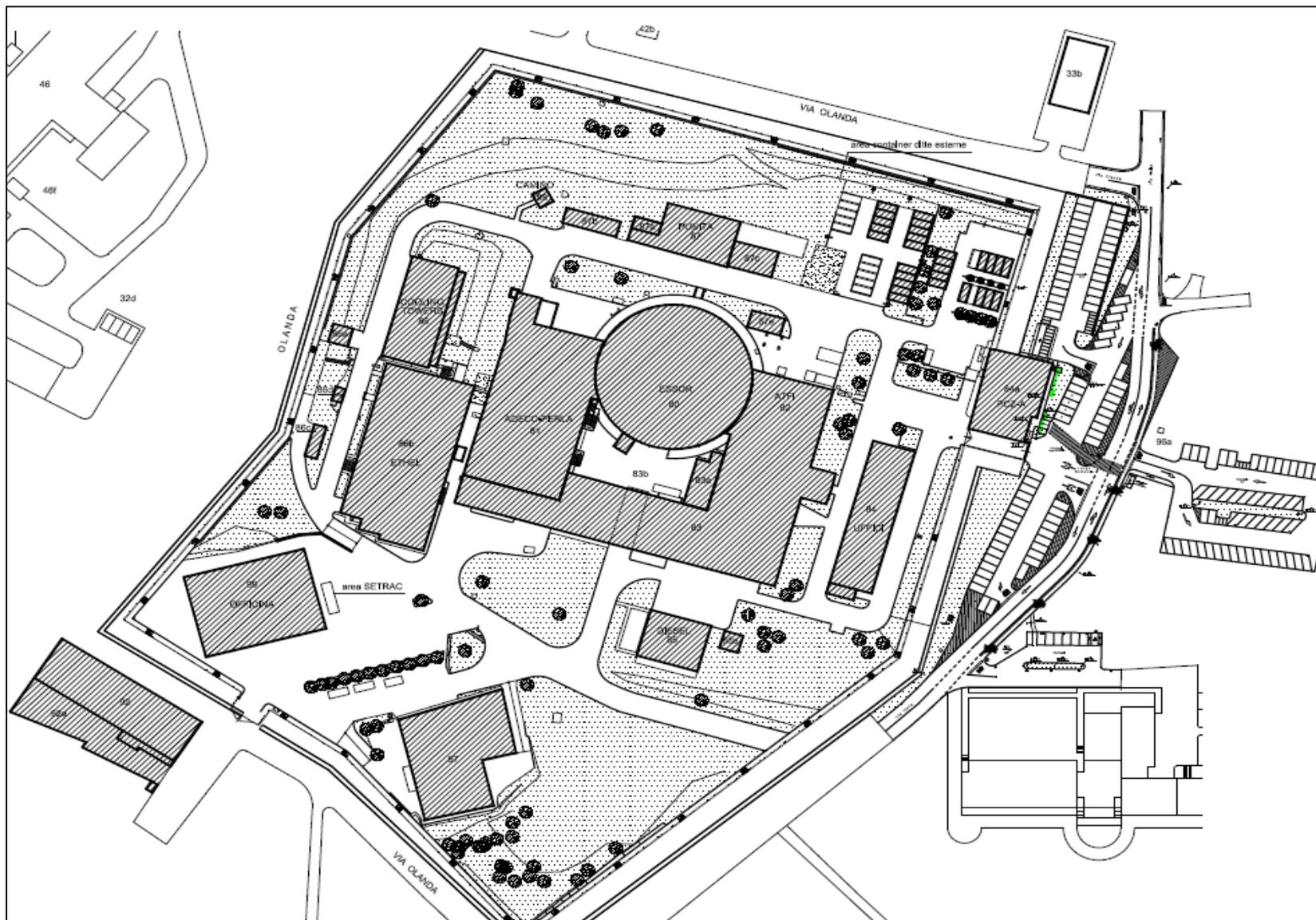


Figura 3-2: Pianta del Complesso INE



Mappa 1: Pianta del Complesso INE in dettaglio

3.3.0.0.4 I paragrafi seguenti forniscono maggiori dettagli sull'edificio 80 ed 81 (piscina combustibile esausto, Laboratorio ADECO e Laboratorio PERLA).

3.3.1 Edificio 80 - Struttura di contenimento

3.3.1.0.1 L' Edificio 80 si compone di una struttura di contenimento esterno a tenuta stagna e di strutture interne in cemento armato. Il rivestimento del contenimento è in acciaio saldato con un spessore variabile di 17 - 18 mm. Si tratta di un cilindro verticale con un diametro di 45 m, una cupola sferica ed una base piana che poggia sulla soletta delle fondamenta, per un'altezza totale di 45 m. La sezione di contenimento collocata al di sotto del livello del terreno è circondata da una struttura cilindrica in cemento armato, a formare il corridoio che prende il nome di "cuvelage".

3.3.1.0.2 La Figura 3-3 mostra l'esterno dell'Edificio 80.



Figura 3-3: Edificio 80 – Struttura di contenimento

3.3.1.0.3 Il contenimento è termicamente isolato grazie a lana di vetro, rivestita da lamiera metallica. L'interno del contenimento fino alla quota +5m è costituito da pareti e lastre in cemento armato. Il contenimento è indispensabile per l'isolamento radiologico e fisico di circuiti e / o componenti che, in caso di incidente, potrebbero danneggiare altri sistemi o aumentare il rischio di attività nelle aree vicine.

3.3.1.0.4 Il reattore è contenuto in un blocco di cemento armato che si estende dalla base del contenitore a tenuta stagna (livello -11 m) fino ad un livello di +5,00 m (spessore parete: 2,4 m). La pavimentazione in cemento armato a livello +5,00 m è spessa 1,5 m ed è stata progettata per consentire agli operatori di lavorare quando il reattore funziona a regime, senza particolari precauzioni radiologiche.

3.3.1.0.5 La struttura di contenimento è dotata di accessi per personale e materiali (LxA 1,8 x 2,0 m) e per veicoli di trasporto (LxA 4,5 x 3,9 m).

3.3.1.0.6 La Figura 3-4 mostra una sezione trasversale ovest-est del contenimento.

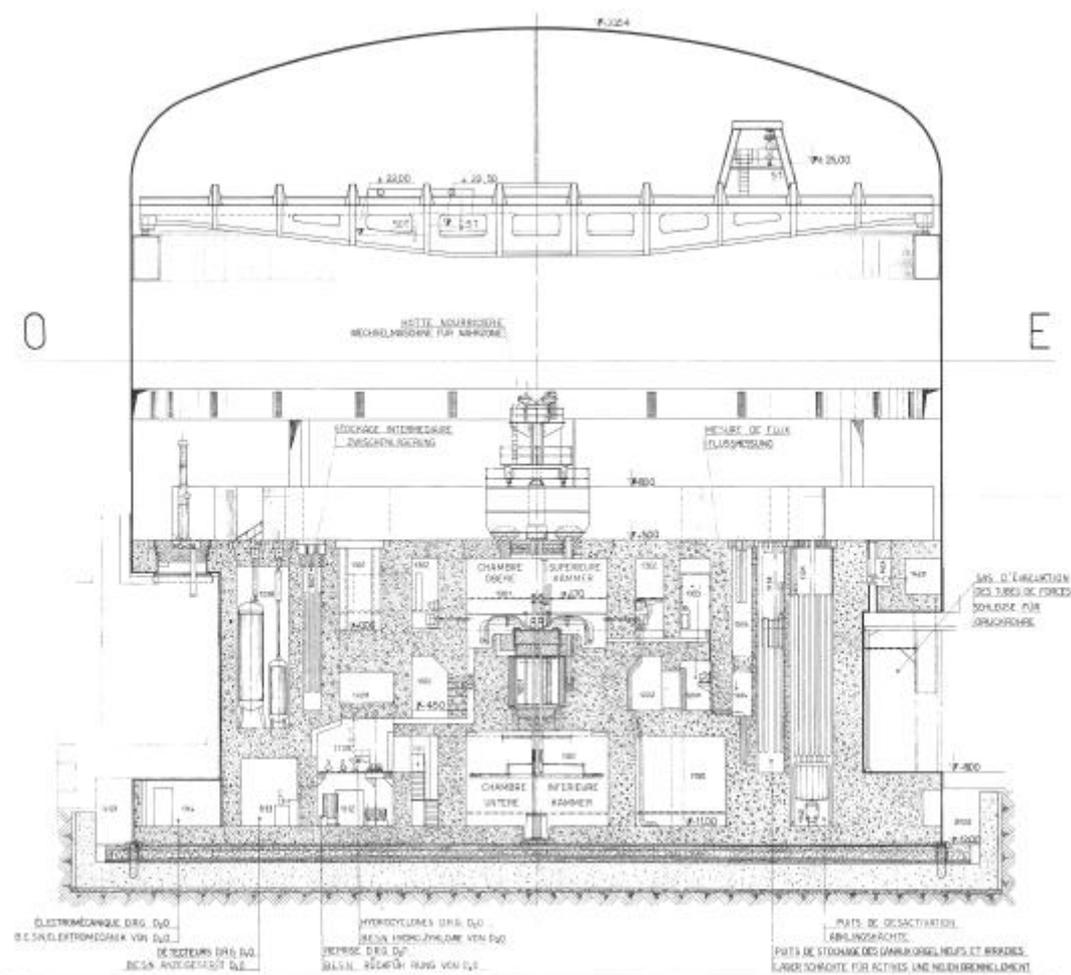


Figura 3-4: Edificio 80 – Sezione trasversale ovest-est del la struttura di contenimento contenitore

3.3.1.0.7 Nella struttura di contenimento sono previsti a finalità operative alcuni ingressi a tenuta stagna elettrici/meccanici. La struttura di contenimento è dotata di sportelloni appositamente progettati per consentire l'ingresso del combustibile irradiato nella piscina (ingresso o uscita) ed anche per l'ingresso dei "tubi in pressione irradiati" dei canali sperimentali verso l' ATFI. E' inoltre dotato di sportelloni a tenuta stagna per l'ingresso di nuovo combustibile da ATEN (attualmente trasformato nel Laboratorio PERLA), utilizzato per la preparazione degli elementi radioattivi. I numerosi piani sono collegati tra loro da rampe di scale e da un ascensore. Nei solai sono state previste aperture per l'operatività dei sistemi di sollevamento. In particolare, al livello +5,00 m, sono presenti 4 aperture: tre hanno dimensioni 2,8 x 3,5 m, ed una 7,0 x 4,5 m.

3.3.1.0.8 Sono inoltre presenti molte aperture per la comunicazione tra sale ad altezze differenti.

3.3.1.0.9 Nel cortile interno Sud di ESSOR, lungo l'esterno di PERLA, si trova un scala metallica alla marinara di accesso al couvelage (da quota $\pm 0,00$ m a quota -6,00 m).

3.3.2 Edificio 81 - Piscina combustibile esausto, Laboratorio ADECO e Laboratorio PERLA

3.3.2.0.1 L'Edificio 81 si trova nella zona ovest, verso la struttura di contenimento, e comprende le seguenti sezioni:

- Piscina combustibile esausto;

- Laboratorio ADECO;
- Laboratorio PERLA;
- Locali riservati ad Impianti di ventilazione della struttura di contenimento, piscina combustibile esausto, ADECO ed PERLA;
- Sale utilizzate per i sistemi ausiliari del Complesso;
- Sale riservate per le varie attività sperimentali, tra le quali l'attuale laboratorio di fisica in attività;
- Aree uffici.

3.3.2.0.2 Nella vista in pianta, l'area ha una superficie di circa 1600 m² su più piani ed un'altezza compresa tra -8,00 m e +14,00 m.

3.3.2.0.3 La struttura portante dell'Edificio è costituita da travi e colonne in cemento armato, mentre la superficie esterna è in mattoni ed il tetto di travi e lastre di materiale composito.

3.3.2.0.4 Viene qui fornita una breve descrizione dei principali componenti dell'Edificio 81 (Piscina combustibile esausto, laboratori ADECO e PERLA) solo al fine di presentarne funzioni e struttura.

3.3.2.1 Piscina combustibile esausto

3.3.2.1.1 La Piscina combustibile esausto si trova nell'area nord dell'Edificio 81 ed include due bacini collegati da un canale in acqua.

3.3.2.1.2 I bacini del combustibile esausto sono collegati alla cella di separazione ADECO (Figura 3-5).



Figura 3-5: Edificio 81 – Vista d'insieme della piscina del combustibile esausto

3.3.2.2 Laboratorio ADECO

3.3.2.2.1 Il Laboratorio ADECO (Figura 3-6) è un complesso di celle calde in calcestruzzo baritico (spessore 1,10 m), che occupa l'intera parte ovest dell' Edificio 81. Il laboratorio si compone di tre aree distinte:

- Un'area che include le celle calde, dove si manipolano sostanze e materiali radioattivi;
- Un'area costituita dalle sale poste dietro e superiormente alle celle, dove materiali e componenti radioattivi estratti dalle celle stesse vengono manipolati in adeguate condizioni di sicurezza;
- Un'area a bassissimo livello di contaminazione, costituita da zone di lavoro di fronte alle celle.



Figura 3-6: Laboratorio ADECO – Area anteriore celle

3.3.2.2.2 Le celle comunicano con l'area posteriore attraverso porte metalliche non schermate (0,6 x 1,5 m e 1 x 1,5 m), portelloni sui soffitti delle celle e coperture (1,3 x 2,3 m), in grado di proteggere dalle radiazioni e smontabili mediante apposite manovelle.

3.3.2.2.3 Le coperture schermanti nell'area posteriore della cella sono montate su guide e movimentabili a mano. Le coperture schermanti nell'area superiore della cella possono essere rimosse grazie ad un'apposita gru a ponte. L'area posteriore delle celle è provvista di gru a ponte.

3.3.2.2.4 E' possibile accedere dall'esterno al laboratorio grazie a due porte situate sul lato sud dell' Edificio (Figura 3-7).



Figura 3-7: Edificio 81 – Laboratorio ADECO –Accessi esterni

3.3.2.2.5 Un'area di stoccaggio transitoria (TSA) è stata appositamente creata per lo stoccaggio temporaneo del combustibile irradiato e di speciali materiali fissili.

3.3.2.3 Laboratorio PERLA

3.3.2.3.1 PERLA è un laboratorio per analisi non distruttive di campioni di materiale fissile contenenti plutonio ed uranio.

3.3.2.3.2 PERLA è in funzione dal Novembre 1994. Il Laboratorio PERLA si compone delle seguenti sale:

- "Sala di misurazione", dove sono installati i dispositivi di misurazione; è qui che opera il personale tecnico e scientifico;
- "Magazzino campioni" dei materiali fissili, a fianco della "Sala di misurazione", dove sono stoccati i campioni affidati al laboratorio per l'esecuzione del programma sperimentale. Il magazzino è diviso in due aree fisicamente separate: una per i campioni di uranio e l'altra per il plutonio ed i campioni di MOX, oltre a elementi contenenti uranio;
- Sistema di accesso di sicurezza (SAS) per il personale, mediante tessere a banda magnetica;
- Sale di radioprotezione e delle attrezzature;
- Sala di controllo" per la strumentazione di controllo del laboratorio;
- Accesso SAS per consentire al personale di accedere alla sala con la scatola a guanti cabina ermetica per manipolazione dei campioni.



Figura 3-8: Edificio 81 – Vista generale del Laboratorio PERLA

3.3.2.3.3 L'installazione del Laboratorio PERLA nelle sale del vecchio laboratorio ATEN ha richiesto l'adattamento delle opere civili originali:

1. Sono state eseguite modifiche strutturali per creare un laboratorio anti-sismico;
2. Nuova porta di accesso al magazzino, per consentire il transito di veicoli adibiti al trasporto, quali carrelli e muletti;
3. Si prevede l'installazione di materiale per l'accesso al Laboratorio attraverso una porta situata sul lato sud dell'Edificio, che collega il Laboratorio all'esterno tramite un corridoio di uscita in comune con il Laboratorio ADECO.

3.4 Configurazione fisica dell'impianto

3.4.0.0.1 Il Complesso INE è costituito dai seguenti due diversi sistemi operativi:

- Sistemi del reattore;
- Sistemi ausiliari.

3.4.0.0.2 Il paragrafo seguente contiene un breve schema per la descrizione dei principali componenti di entrambi i sistemi, incentrato sull'attuale condizione dell'impianto.

3.4.1 Sistemi del reattore

3.4.1.0.1 I componenti del reattore possono essere così riassunti:

- Blocco reattore;
- Acqua pesante e circuiti ausiliari.

3.4.1.1 Blocco del reattore

3.4.1.1.1 Il nocciolo del reattore ESSOR è stato originariamente progettato e costruito per test tecnologici sui canali e gli elementi di combustibile dei reattori ad acqua pesante sotto pressione. Nel nocciolo del reattore era previsto quanto segue:

- Una "Zona Nutrice" con 16 canali ciechi, in cui erano sospesi elementi combustibili ad uranio arricchito. Questa parte del nocciolo era raffreddata mediante acqua pesante circolante sotto pressione;
- Una "zona sperimentale", costituita da un massimo di 12 canali sperimentali, raggruppati in 5 circuiti sperimentali (4 circuiti a canale singolo ed 1 circuito a otto canali). Quest'area era stata prevista per testare i canali e gli elementi combustibili sperimentali.

3.4.1.1.2 Il blocco del reattore ESSOR include i seguenti componenti:

- Un contenitore centrale, contenente il moderatore (acqua pesante), in cui erano immersi gli elementi del nocciolo (elementi combustibili, canali, barre di controllo e sicurezza, ecc.);
- Schermo biologico assiale;
- Schermi termici radiali, che fungono anche da schermi biologici con la funzione di ridurre il livello di radiazioni gamma ed il flusso termico verso lo schermo biologico;
- Canali sperimentali, composti ciascuno da un tubo a pressione interno ed un tubo di rivestimento esterno che attraversa totalmente il contenitore centrale;
- Canali della Zona Nutrice, costituiti da un tubo a pressione (parte interna) ed un tubo di rivestimento (parte esterna), che attraversano solo la serie di tubi superiori;
- 12 barre di controllo (6 barre di compensazione, 4 barre evolutive e 2 barre pilota) per la regolazione del reattore;
- 4 barre di sicurezza per lo spegnimento rapido del reattore;
- Tubi ciechi dei rilevatori di flusso di neutroni, installati esternamente al contenitore centrale;
- Dispositivi vari, quali:
 - Misuratori e rilevatori del livello del moderatore;
 - Dispositivi per il rilevamento della distribuzione del flusso di neutroni nel moderatore.

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	38 di 163
---	---------	--	-----------

3.4.1.1.3 Rispetto alla configurazione presentata nella precedente documentazione progettuale, sono state rilevate le seguenti variazioni di configurazione nel corso delle ispezioni in campo eseguite nel contesto nel progetto:

- Lo schermo rotante è stato rimosso dalla sua posizione originale ed è temporaneamente riposto ad un'altezza di +5,00 m. Si suppone che lo schermo rotante sarà rimontato nella sua posizione originale prima dell'avvio delle attività di smantellamento ed entro il completamento dello stesso;
- Tutte le estensioni dei canali ORGEL erano già state rimosse: quelle sul lato superiore completamente, mentre quelle della parte inferiore fino al manicotto di guida.

3.4.1.2 Acqua pesante e circuiti ausiliari

3.4.1.2.1 Il progetto del reattore ESSOR prevede due circuiti distinti per l'acqua pesante:

- Uno per il raffreddamento dei 16 canali della "Zona Nutrice";
- Uno (che interessa la "zona del moderatore"), per il raffreddamento e le piastre inferiori, il rivestimento della "zona sperimentale" e le barre di controllo.

3.4.1.2.2 I due circuiti dell'acqua pesante erano a loro volta raffreddati da acqua leggera (circuiti secondario) con due serie di scambiatori di calore.

3.4.1.2.3 Il volume libero sopra il D2O nel nocciolo del reattore è stato riempito con elio ad una pressione variabile tra 30 e 300 g/cm². L'elio proveniente dal reattore e quello del serbatoio di espansione del circuito della Zona Nutrice vengono indirizzati su circuiti distinti per ricombinarsi con D2 e O2 dissociati mediante radiolisi dal D2O in esso contenuto.

3.4.1.2.4 L'acqua pesante veniva poi trattata da due circuiti dedicati in ciclo continuo.

3.4.1.2.5 Le principali attrezzature dei diversi circuiti vengono conservate in sale schermate in cemento armato (casematte). Le casematte dei circuiti della "Zona Nutrice" e della "zona del moderatore" sono separate e chiuse verso l'esterno da coperchi mobili, con le stesse caratteristiche di schermatura delle mura perimetrali.

3.4.1.2.6 Con il reattore in modalità di "arresto di lunga durata", tutti gli impianti dei circuiti dell'acqua pesante vengono mantenuti solo per preservare la loro integrità strutturale ed assicurare il contenimento della contaminazione interna, poiché il sistema non è di per sé necessario a mantenere in sicurezza l'impianto.

3.4.1.2.7 Pertanto, la Zona Nutrice, la zona del moderatore ed i circuiti ausiliari sono stati svuotati, per recuperare tutta l'acqua pesante dall'impianto. I circuiti sono stati successivamente asciugati, riscaldandoli esternamente e facendo passare contemporaneamente aria asciutta all'interno.

3.4.1.2.8 Al momento vengono tenuti vuoti e asciutti, con le valvole di spurgo aperte. I circuiti elettrici di potenza e controllo sono isolati.

3.4.1.2.9 I principali circuiti dell'acqua pesante sono:

- Il circuito del moderatore, utilizzato per il raffreddamento del moderatore, dei 12 tubi di rivestimento dei canali sperimentali, delle barre di controllo e della schermatura dei tubi inferiori e superiori;
- Il circuito della Zona Nutrice, che garantiva il raffreddamento dei 16 elementi combustibili della Zona Nutrice ed i relativi canali;

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	39 di 163
---	---------	--	-----------

- Il circuito di scarico rapido, utilizzato per ridurre velocemente il livello di D₂O nel contenitore centrale;
- I circuiti di trattamento dell'acqua pesante, utilizzati per mantenere la conduttività indicata e per assicurare la rimozione delle particelle solide in sospensione; questi circuiti erano separatamente collegati ai circuiti della zona del moderatore e della Zona Nutrice;
- I circuiti di alimentazione e stoccaggio dell'acqua pesante, che consentivano lo svuotamento verso serbatoi speciali ed il reintegro del D₂O nei singoli circuiti. I circuiti venivano svuotati utilizzando sia i serbatoi di stoccaggio sia quello di svuotamento e l'acqua pesante veniva inviata alla sua destinazione finale in Canada.

3.4.1.2.10 I circuiti ausiliari degli impianti dell'acqua pesante erano:

- L'impianto dell'elio (He) che alimentava con elio alla giusta pressione i circuiti della Zona Nutrice e della zona del moderatore;
- I circuiti di ricombinazione, per la ricombinazione del D₂O contenuto nell' He;
- L'impianto di condensazione che avrebbe dovuto garantire il mantenimento della bassa pressione nel nocciolo, condensando in un canale sperimentale il D₂O evaporato, immediatamente dopo un'interruzione in un tubo in pressione o in uno scambiatore a fascio tubiero;
- La trappola a condensazione, utilizzata per intrappolare l'azoto trasportato dall'elio, garantendone la purezza.

3.4.2 Sistemi ausiliari

3.4.2.0.1 Questo paragrafo descrive i sistemi ausiliari ancora presenti e funzionanti nel Complesso INE. Esso contiene brevi informazioni generali sullo stato originale dei sistemi, ma utilizzabili anche per le attività di disattivazione del Complesso e per quelle relative al suo smantellamento. La descrizione verterà sullo stato attuale dei sistemi.

3.4.2.1 Impianto dell'aria compressa

3.4.2.1.1 L'impianto fornisce aria compressa a tutto il Complesso INE. L'aria viene utilizzata per attivare le valvole pneumatiche ancora in funzione, per gestire i componenti elettropneumatici degli impianti di ventilazione, per i dispositivi di protezione personale e per la manutenzione programmata e straordinaria.

3.4.2.1.2 Requisiti per la disattivazione

Questo impianto non è necessario per le attività di smantellamento. Le operazioni di smantellamento che necessitano di aria compressa (ad esempio utensili pneumatici) saranno eseguite con l'ausilio di dispositivi portatili. L'impianto dell'aria compressa, d'altro canto, dovrà essere mantenuto in sicurezza, ed essere utilizzabile nell'attuale condizione, fino allo smantellamento dei sistemi a cui è asservito.

3.4.2.2 Impianto dell'acqua industriale

3.4.2.2.1 La fonte di acqua ad uso industriale è rappresentata dal lago (Lago Maggiore). La rete dell'acqua industriale all'interno del Complesso INE è stata progettata per:

- Raffreddare i circuiti ausiliari (ad esempio per alimentare i sistemi di raffreddamento dell'impianto di condizionamento e l'unità Diesel 2);
- Produrre acqua riscaldata per l'impianto di condizionamento asservito.

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	40 di 163
---	---------	--	-----------

3.4.2.2.2 L'acqua è fornita al Complesso INE dal sistema di distribuzione centralizzato del sito CCR. Dopo il suo utilizzo all'interno del sito CCR, l'acqua industriale viene inviata alla rete fognaria interna e, dopo un adeguato trattamento, viene scaricata nel rio Novellino.

3.4.2.2.3 Requisiti per la disattivazione

L'attuale rete dell'acqua industriale all'interno del Complesso INE sarà adeguatamente conservata per i servizi sanitari e per l'impianto di condizionamento dell'aria degli uffici. Inoltre il sistema di raffreddamento dell'acqua industriale, visto il suo continuo impiego per gli impianti di ventilazione dell'edificio e le potenziali esigenze, non dovrà presentare eccessivi accumuli di condensa, per un'adeguata gestione dell'igiene e sicurezza operativa. Per quanto riguarda la disattivazione, il circuito dell'acqua di raffreddamento industriale sarà parte del processo di gestione e controllo del piano di sicurezza del lavoro (ad esempio sarà esercitata un'adeguata valutazione ingegneristica a fronte delle specifiche attività di disattivazione del momento). L'acqua industriale sarà utilizzata anche per gli utensili e per le operazioni di smantellamento.

3.4.2.3 Acqua potabile

3.4.2.3.1 La fonte di acqua ad uso potabile è rappresentata dal lago (Lago Maggiore). L'acqua entra nelle stazioni di filtraggio e trattamento prima della distribuzione. Un serbatoio costituito da due bacini, per un totale di 800 m³, funge da accumulatore.

3.4.2.3.2 Requisiti per la disattivazione

La distribuzione sarà adeguatamente conservata per tutto il periodo delle attività di decommissioning. Sarà installato un ulteriore circuito per gli spogliatoi del personale addetto alla disattivazione.

3.4.2.4 Impianto acqua surriscaldata

3.4.2.4.1 L'acqua surriscaldata arriva nell'Edificio 83. L'acqua industriale viene attualmente riscaldata solo fino a 90° per il condizionamento invernale delle stanze del complesso.

3.4.2.4.2 Requisiti per la disattivazione

L'attuale rete dell'acqua surriscaldata all'interno del Complesso INE non sarà più necessaria durante la fase di disattivazione, se non per alimentare i servizi sanitari e l'impianto di condizionamento dell'aria. Per la disattivazione, la rete non più necessaria sarà isolata, mentre la parte che alimenta l'acqua sanitaria sarà riorganizzata per assolvere solo a quel servizio.

3.4.2.5 Impianto dell'acqua demineralizzata

3.4.2.5.1 L'acqua demineralizzata viene ora utilizzata principalmente per riempire la piscina del combustibile esausto dell'area INE. Attualmente, il consumo annuo stimato è di circa 30 m³.

3.4.2.5.2 Requisiti per la disattivazione

L'impianto dell'acqua demineralizzata, che attualmente serve solo l'area della piscina del combustibile esausto, sarà ben conservato e sottoposto a manutenzione fino a quando i raccordi e la componentistica sott'acqua saranno stati rimossi e la struttura della piscina (pavimentazione e pareti) sarà stata adeguatamente decontaminata.

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	41 di 163
---	---------	--	-----------

3.4.2.5.3 Durante le attività di smantellamento (ad esempio taglio in acqua) potrebbe essere necessario alimentare acqua demineralizzata e ciò sarà reso possibile grazie ad unità portatili e / o riconfigurando l'impianto esistente.

3.4.2.6 Sistema di reintegro dell'acqua della piscina

3.4.2.6.1 I materiali radioattivi vengono tenuti sotto il battente idrostatico nella piscina dell'area INE. Secondo i requisiti tecnici, il livello dell'acqua nella piscina non deve mai scendere al di sotto di 6,50 m.

3.4.2.6.2 Il livello della piscina viene costantemente monitorato dagli indicatori di livello. La misurazione del livello dell'acqua deve essere sempre garantita e gli indicatori di livello della piscina devono essere regolarmente in funzione. Se uno dei due indicatori di livello è fuori servizio, in via eccezionale sarà consentito l'utilizzo dell'indicatore di livello del bacino adiacente, collegando i due bacini.

3.4.2.6.3 I segnali di allarme degli indicatori di livello sono sempre in funzione e vengono inviati alla sala di comando principale. Il sistema di reintegro dell'acqua della piscina può funzionare in modalità automatica o manuale.

3.4.2.6.4 Requisiti per la disattivazione

Il sistema di reintegro dell'acqua della piscina sarà adeguatamente conservato e sottoposto a manutenzione fino a quando i raccordi e la componentistica saranno stati rimossi e la struttura della piscina (pavimentazione e pareti) sarà stata adeguatamente decontaminata.

3.4.2.7 Impianto di trattamento dell'acqua della piscina

3.4.2.7.1 L'acqua della piscina necessita di ulteriore filtraggio giornaliero, eseguito attraverso un sistema di ricircolo. Vi sono due pompe di aspirazione (PB1 e PB2), una di riserva, con una capacità di 8 m³/h, che consente il ricircolo dell'acqua nella piscina dopo il filtraggio. L'acqua aspirata dal sistema di ricircolo attraversa due filtri a tasche. Uno sterilizzatore ad ultravioletti è stato installato dopo i filtri. Il ciclo di filtraggio viene eseguito tutti i giorni 24 ore su 24 e quindi quotidianamente 64 m³ di acqua vengono trattati e rimessi in circolazione. Tutta la componentistica del sistema a contatto con l'acqua demineralizzata è in acciaio. I tubi sono saldati, mentre valvole e pompe sono flangiate.

3.4.2.7.2 Requisiti per la disattivazione

L'impianto di trattamento dell'acqua della piscina sarà adeguatamente conservato e sottoposto a manutenzione fino a quando i raccordi e la componentistica saranno stati rimossi e la struttura della piscina (pavimentazione e pareti) sarà stata adeguatamente decontaminata.

3.4.2.8 Sistema di raccolta degli effluenti attivi e dubbi

3.4.2.8.1 Il sistema di raccolta degli effluenti raccoglie e gestisce gli effluenti radioattivi e quelli di dubbia radioattività prodotti durante le seguenti attività:

- Utilizzo dei diversi impianti ancora in funzione;
- Attività di decontaminazione;
- Utilizzo di docce e lavandini nelle aree controllate;
- Manipolazione dei campioni per analisi.

3.4.2.8.2 Gli effluenti provenienti dalle diverse aree vengono raccolti in appositi serbatoi. I serbatoi di stoccaggio degli effluenti radioattivi e di quelli di dubbia radioattività sono dotati di

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	42 di 163
---	---------	--	-----------

uscite di scarico ed indicatori di livello. Il sistema comprende anche due pompe centrifughe di ricircolo e scarico, una per gli effluenti dubbi ed una per quelli radioattivi e come punto di campionamento.

3.4.2.8.3 Requisiti per la disattivazione

Il sistema di raccolta degli effluenti radioattivi e di dubbia radioattività sarà adeguatamente conservato e sottoposto a manutenzione fino al completamento di tutte le attività di smantellamento. Tutta l'acqua industriale utilizzata per gli utensili sarà scaricata mediante un collegamento provvisorio all'attuale sistema di raccolta degli effluenti.

3.4.2.9 Impianto di rilevamento delle perdite di acqua

3.4.2.9.1 In tutto il Complesso INE le perdite di acqua vengono costantemente monitorate. L'impianto di rilevamento delle perdite di acqua si compone di rilevatori collocati in diverse zone dell'impianto. I segnali di allarme sono raggruppati in base alla loro distanza da terra e vengono inviati a 4 centraline dedicate (una per ogni altezza), situate nella sala di distribuzione ed in collegamento con la sala di comando principale. Il rilevamento dell'acqua in una sala attiva un segnale di allarme, che viene inviato alla centralina del gruppo interessato, che a sua volta lo invia alla sala di comando principale.

3.4.2.9.2 Requisiti per la disattivazione

L'impianto di rilevamento delle perdite di acqua sarà adeguatamente conservato e sottoposto a manutenzione fino al completamento di tutte le attività di smantellamento. L'impianto potrà essere gradualmente smantellato durante le attività di disattivazione (ad esempio la parte del sistema inerente la piscina del combustibile esausto può essere isolata e rimossa una volta smantellata la piscina).

3.4.2.10 Impianto di raccolta degli scarichi

3.4.2.10.1 Il vano pompe dispone di canali di raccolta per la raccolta degli scarichi provenienti dai compressori e dai diversi circuiti. Gli scarichi vengono indirizzati ad un bacino di raccolta contenente due pompe centrifughe ad immersione. Il livello dei liquidi nel bacino è controllato da due indicatori di livello (uno per il rilevamento del livello alto e l'altro per l'indicazione del livello basso). I liquidi vengono estratti e trasferiti alla rete fognaria. Le pompe vengono singolarmente attivate ogni settimana.

3.4.2.10.2 Requisiti per la disattivazione

L'impianto di raccolta degli scarichi sarà adeguatamente conservato e sottoposto a manutenzione fino al completamento di tutte le attività di smantellamento. L'impianto potrà essere gradualmente modificato e smantellato durante le attività di disattivazione, a seconda delle esigenze di attività.

3.4.2.11 Impianto antincendio

3.4.2.11.1 L'impianto antincendio del Complesso INE copre i seguenti edifici e zone (Figura 3-2):

- Edificio 80;
- Aree di stoccaggio Edificio 81;
- Edificio 83;
- Edificio 87;
- Edificio 86b;
- Edificio 85;
- Edificio 84;

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	43 di 163
---	---------	--	-----------

- Edificio 97;
- Edificio99.

3.4.2.11.2 Il regolamento di gestione prevede che l'impianto antincendio sia idoneo alla protezione del Complesso e mantenuto in esercizio.

3.4.2.11.3 Il Complesso INE dispone di un impianto di rivelazione incendi, costituito da rivelatori termovelocimetrici e di fumo, che controllano i locali della struttura di contenimento e l'esterno degli edifici, ad eccezione dei seguenti, che sono controllati da un sistema indipendente:

- Camere inferiore e superiore del reattore;
- Cassematte del reattore;
- Celle ATFI;
- Cella ADECO 4305.

3.4.2.11.4 L'impianto di rilevamento generale si compone di sensori distribuiti nelle varie sale (uno per ogni sala), raggruppati e collegati a 7 centraline con funzioni di potenza, segnalazione ed allarme, che controllano un uguale numero di settori:

- Aree esterne:
 - Piscina C1 ADECO;
 - PiscinaC1A ADECO;
 - C2 ATFI;
 - C3 Convenzionale;
 - C3A Convenzionale;
- Aree interne:
 - Struttura di contenimento C4;
 - Struttura di contenimento C4A.

3.4.2.11.5 Requisiti per la disattivazione

L'impianto di rilevamento degli incendi verrà tenuto in funzione con tutta la componentistica attualmente installata. L'impianto antincendio sarà mantenuto, ad eccezione del circuito idraulico. Il circuito sarà progressivamente isolato dalla rete e smantellato. Inoltre, durante le attività di disattivazione, estintori a CO2 e polvere saranno forniti in base allo specifico rischio di incendio nelle diverse aree in cui vengono eseguite le attività di disattivazione.

3.4.2.12 Riscaldamento ventilazione ed impianto di condizionamento dell'aria

3.4.2.12.1 Le principali funzioni della ventilazione e dell'impianto di condizionamento dell'aria del Complesso INE sono:

- Mantenimento nei locali delle condizioni di umidità e temperatura idonee alla conservazione degli edifici e delle attrezzature ed allo svolgimento delle attività lavorative;
- Mantenimento delle condizioni di pressione negativa necessarie a garantire un confinamento dinamico;
- Eliminazione degli inquinanti gassosi (inclusi i materiali radioattivi).

3.4.2.12.2 L'aria in ingresso viene filtrata e ritorna in atmosfera attraverso la ciminiera dell'Edificio 88. Il flusso dell'aria indirizzata alla ciminiera dell'impianto è di circa 140.000 m³/h. L'aria di scarico viene controllata radiologicamente prima di essere immessa in atmosfera. Il

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	44 di 163
---	---------	--	-----------

monitoraggio degli effluenti viene eseguito attraverso un sistema di campionamento degli stessi, con l'esame del residuo di particolati, depositatisi alla base della ciminiera dell'impianto del Complesso INE. Per ridurre il rischio di dispersione di contaminazione radioattiva, la pressione all'interno dell'area è tale da consentire un flusso di aria che si sposta dalle aree a minor rischio radiologico verso quelle a maggior rischio.

3.4.2.12.3 La ventilazione e l'impianto di condizionamento dell'aria si trovano nelle aree di seguito elencate:

- Struttura di contenimento:
 - Pre-Laboratorio PERLA (inclusa l'area di stoccaggio 1406);
 - Off-gas;
 - Aree di stoccaggio 1212 e 1408;
- Sale ADECO:
 - Piscina combustibile esausto;
 - Sale ausiliarie della Piscina del combustibile esausto,;
 - Sale ausiliarie celle ADECO;
 - Celle ADECO;
 - Laboratorio PERLA;
- Sale HBR;
- Sale ATFI,
- Edificio convenzionale;
- Punti di raccolta;
- Edificio 84;
- Laboratorio ETHEL.

3.4.2.12.4 Requisiti per la disattivazione

L'impianto di ventilazione principale sarà mantenuto nella normale configurazione, per assicurare le pressioni negative ed i ricambi di aria; l'unica eccezione è che l'impianto di condizionamento dell'aria (cioè acqua calda e fredda) sarà isolato e smantellato.

Il confinamento delle aree di lavoro sarà eseguito mediante strutture provvisorie, dotate di SAS, ed un impianto di ventilazione portatile. L'impianto di ventilazione portatile è costituito da un sistema di estrazione, in grado di assicurare una pressione negativa e uno scambio dell'aria, e lo scarico sarà temporaneamente collegato all'impianto di ventilazione permanente. Si preve l'utilizzo di tre impianti di ventilazione portatili.

Questi saranno composti da:

- Collegamento alla struttura di confinamento;
- Ventola di estrazione;
- Pre-filtro;
- HEPA con efficienza 99,5%;
- HEPA con efficienza 99,95%;
- Collegamento di scarico flessibile all'impianto di ventilazione permanente.

Per le operazioni di taglio, si installeranno in loco unità portatili di estrazione dei fumi. Le unità sono così composte:

- Cappa di estrazione;
- Tubo di estrazione flessibile;

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	45 di 163
---	---------	--	-----------

- Ventola di estrazione;
- Pre-filtro;
- HEPA con efficienza 99,5%;
- HEPA con efficienza 99,95%;
- Collegamento di scarico flessibile all'impianto di ventilazione permanente.

Una volta ultimate le attività di smantellamento di un'unità di intervento, ed una volta che le sale o l'area dell'UI saranno pulite ed decontaminate, la ventilazione sarà isolata e l'impianto di ventilazione principale sarà gradualmente ribilanciato.

3.4.2.13 Sistemi di movimentazione

3.4.2.13.1 I diversi edifici dell'impianto INE sono dotati di sistemi di movimentazione e sollevamento di tipologie e portate diverse. Alcuni sono ancora in funzione e sottoposti a regolari controlli e manutenzione; la maggior parte, tuttavia, è rimasta inutilizzata per anni e non è stata più collaudata per lungo tempo. Qui di seguito gli edifici dotati di sistemi di trasporto:

- Edificio 80;
- Edificio 81;
- Edificio 82;
- Edificio 83;
- Edificio 85;
- Edificio 99.

3.4.2.13.2 Requisiti per la disattivazione

In varie fasi di smantellamento del Complesso INE, i sistemi dell'impianto esistente saranno quanto più possibile riutilizzati, dopo averne verificato la funzionalità e conformità con le normative in materia di movimentazione e sollevamento. I dispositivi di movimentazione saranno riqualificati per garantirne la conformità alle normative vigenti.

Eventualmente saranno installati nuovi sistemi di movimentazione e sollevamento, qualora la valutazione dei rapporti tecnici sulle attrezzature evidenzia l'inadeguatezza dei coefficienti di sicurezza delle relative strutture e dei meccanismi, nel rispetto della normativa vigente in materia di movimentazione di materiali radioattivi/contaminati (ad esempio pezzi del reattore).

Da prevedere anche le seguenti attrezzature:

- Sistemi di sollevamento per i pallet (dotati di celle di carico, per conoscere il peso dei colli);
- Muletti equipaggiati per la movimentazione di fusti, il trasferimento all'interno di container e contenitori di rifiuti di categoria 3;
- Gru e / o muletto mobili (capacità 10 t.) per il trasporto dei contenitori di rifiuti verso le aree di stoccaggio previste ed ISF;
- Muletti per la movimentazione dei container CP-5.2 e cassoni scarrabili;
- Paranco di sollevamento mobile per il trasferimento dei contenitori e componenti tra edifici a diverse altezze.

3.4.2.14 Impianto elettrico

3.4.2.14.1 L'elettricità richiesta per alimentare il Complesso INE durante la normale operatività può essere fornita dalla rete locale di distribuzione "ENEL" (alta tensione a 130 kV) oppure da un impianto di cogenerazione termica situato nello stabilimento. Ognuna delle due

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	46 di 163
---	---------	--	-----------

- soluzioni riesce a soddisfare in modo indipendente le esigenze elettriche del Complesso. Comunque, in condizioni normali, entrambe le soluzioni operano in parallelo e la potenza dell'impianto di cogenerazione viene regolata in modo da ridurre al minimo lo scambio di potenza tra il sito CCR e la fonte di alimentazione esterna. Le variazioni di configurazione della potenza per il Sito CCR sono gestite in modo da garantire la migliore qualità possibile di potenza alle utenze del sito.
- 3.4.2.14.2 La linea dell'alta tensione di "ENEL Distribuzione" è collegata (mediante una speciale barra di distribuzione) a due trasformatori principali (da 16 MVA ciascuno) che convertono la tensione da 130 kV a 11,6 kV, alimentando le barre di distribuzione da 2 MW. L'impianto di cogenerazione è direttamente collegato a queste barre di distribuzione.
- 3.4.2.14.3 Le barre di distribuzione da 2 MW alimentano la barra di distribuzione principale (ET0) del quadro 8100 EQ01, situato nel Vano Energia dell'Edificio 83. Questo vano e le sale adiacenti ospitano i quadri di distribuzione principale del Complesso.
- 3.4.2.14.4 La barra di distribuzione ET0 è collegata a due trasformatori da 1,6 MVA (EC1 e EC3), la cui funzione è quella di trasformare la tensione da 11,6 kV a 380 V. Questi trasformatori a loro volta alimentano il quadro 8100 EQ01, che ha 3 barre di distribuzione a bassa tensione (ET1, ET2 e ET3). Il trasformatore EC1 è collegato alla barra di distribuzione ET1, collegata alla barra di distribuzione ET2 tramite connettore (ED12).
- 3.4.2.14.5 Il trasformatore EC3 è collegato solo alla barra di distribuzione ET3.
- 3.4.2.14.6 Ci sono 3 generatori diesel (EE1, EE2, EE3) che forniscono elettricità alle barre di distribuzione del quadro 8100 EQ01, qualora l'alimentazione della rete di alta tensione "ENEL Distribuzione" e dell'impianto di cogenerazione non sia disponibile. Il generatore EE2 risale al 1965, è raffreddato ad acqua e si avvia con l'ausilio di starter ad aria compressa. I generatori EE1 e EE3 sono stati installati di recente (rispettivamente nel 2006 e 2013), sono raffreddati ad aria, hanno uno starter elettrico alimentato a batteria ed una potenza (circa 1000 kW) che copre tutto il fabbisogno del Complesso INE (stimato a circa 500 kW).
- 3.4.2.14.7 Il generatore EE3 si avvia in automatico in caso di emergenza (mancanza di alimentazione dei trasformatori EC1 e EC3), mentre i generatori EE1 e EE2 vengono avviati manualmente e utilizzati solo se il generatore EE3 non è disponibile.
- 3.4.2.14.8 I generatori diesel in funzione sono sottoposti a manutenzione periodica e testati ogni due settimane utilizzando il reostato situato vicino all' Edificio 85 come carico di prova.
- 3.4.2.14.9 Le barre di distribuzione ET1, ET2 e ET3 alimentano:
- Attrezzatura di correzione del fattore di potenza (50 kVA e 100 kVA);
 - Alimentazione continua (gruppo di continuità N. 1 e gruppo di continuità N. 2);
 - Quadro 8100 EQ03 (220 V);
 - Raddrizzatori (8300 EG01 e 8300 EG02) per la distribuzione della corrente diretta a 127 V al quadro 8300 EQ04;
 - Quadro 8200 EQ01, per la distribuzione dell'alimentazione elettrica all'impianto di illuminazione ed alle prese a 220 V (sistema TN);
 - Quadri locali degli impianti ausiliario e di emergenza (ventilazione, acqua antincendio, ecc.), direttamente collegati al quadro 8100 EQ01.
- 3.4.2.14.10 Ognuno dei due gruppi di continuità può alimentare continuamente a 220V anche in caso di assenza di potenza delle barre di distribuzione a 380V, utilizzando una serie speciale di batterie. Solo un gruppo di continuità alla volta è in funzione (normalmente il gruppo di

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	47 di 163
---	---------	--	-----------

continuità N. 1, mentre l'altro è di riserva) ed alimenta il quadro 8300 EQ03, che alimenta (con trifase a 220 V senza neutro) i sistemi di comando dell'impianto ed i dispositivi di monitoraggio radiologico. Le utenze di questo quadro sono collegate in parallelo alle barre di distribuzione del quadro stesso (B1 e B2), in modo da essere costantemente alimentate. Le unità del gruppo di continuità sono sottoposte a regolare manutenzione.

3.4.2.14.11 Oltre ad una serie di carichi dell'impianto di ventilazione, il quadro 8100 EQ03 alimenta un raddrizzatore (8300 EG03) che genera corrente continua a 24 V per il quadro 8300 EQ05 (che alimenta i sistemi di monitoraggio e comando). Inoltre il raddrizzatore è collegato ad una batteria tampone che assicura un'alimentazione continua al quadro 8300 EQ05.

3.4.2.14.12 Il quadro 8300 EQ04 alimenta le valvole elettropneumatiche, i circuiti di controllo, i dispositivi di segnalazione di commutazione e le valvole motorizzate con corrente continua a 127 V. Le utenze di questo quadro sono collegate in parallelo ad entrambe le barre di distribuzione del quadro stesso (B1 e B2), e quindi sono sempre alimentate. Inoltre i raddrizzatori 8300 EG01 e 8300 EG02 sono collegati a batterie tampone che assicurano un'alimentazione continua al quadro 8300 EQ04.

3.4.2.14.13 L'impianto elettrico del Complesso INE comprende anche i seguenti sistemi, descritti nella documentazione relativa:

- Impianto di messa a terra;
- Impianto di messa a terra illuminazione.

3.4.2.14.14 Requisiti per la disattivazione

L'alimentazione elettrica per il reattore e gli ausiliari è stata già isolata ed i relativi interruttori sono già stati rimossi o tenuti come pezzi di ricambio. L'impianto elettrico attualmente alimenta i sistemi necessari per l'operatività in sicurezza di INE (ventilazione, antincendio, aria compressa, monitoraggio radiologico, comunicazione, illuminazione acqua industriale e potabile, scarichi, sistemi di controllo corrente continua). Il sistema è alimentato da due linee provenienti dalla rete elettrica ed è supportato da tre generatori diesel e dal gruppo di continuità.

Pertanto l'impianto elettrico sarà mantenuto per alimentare gli attuali sistemi durante la disattivazione.

L'alimentazione a tutti i nuovi impianti necessari per i servizi di disattivazione (stazione di caratterizzazione ed isolamento, utensili di smantellamento, unità di ventilazione portatile, ecc.) sarà fornita mediante nuove pulsantiere e nuovi cavi.

3.4.2.15 Impianto di illuminazione

3.4.2.15.1 L'impianto di illuminazione del Complesso INE può essere distinto in due tipologie:

- Illuminazione convenzionale: gli Edifici ed impianti all'interno del Complesso INE sono dotati di impianto di illuminazione convenzionale, sottoposto a regolare manutenzione. Inoltre l'impianto di illuminazione convenzionale di alcuni locali è stato recentemente rinnovato. L'illuminazione convenzionale si basa prevalentemente su lampade a tubo fluorescente. Questi dispositivi possono contenere una o due lampade ed hanno dimensioni differenti. Alcuni ambienti del Complesso sono dotati di fari industriali, con alimentazioni comprese tra 250 W e 400 W. L'impianto di illuminazione convenzionale è alimentato da barre di distribuzione a 220 V (B2 e B3) del quadro 8200 EQ01;

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	48 di 163
---	---------	--	-----------

- **Illuminazione di emergenza:** gli ambienti del Complesso INE dispongono di un impianto di illuminazione di emergenza, costituito da dispositivi indipendenti con batteria di riserva e segnalazioni illuminate con pittogrammi, che indicano le vie di fuga da seguire in caso di pericolo. Ogni dispositivo dell'illuminazione di emergenza è collegato ad un gruppo batteria ricaricabile, in grado di assicurare un'autonomia di 1 ora. Normalmente questi dispositivi sono spenti e le batterie tenute in carica dall'impianto elettrico del Complesso INE. In caso di mancata alimentazione da parte dell'impianto elettrico, i dispositivi dell'illuminazione di emergenza si attivano automaticamente.

3.4.2.15.2 Requisiti per la disattivazione

L'illuminazione delle diverse aree del Complesso INE e di altre zone, ove necessario (ad esempio spogliatoi, uffici, aree esterne, ecc.) sarà tenuta in funzione durante le attività di disattivazione. In caso di interferenza con le operazioni di smantellamento, l'alimentazione per l'illuminazione sarà sostituita da un'alimentazione portatile e nelle aree saranno disponibili anche dispositivi portatili per l'illuminazione.

3.4.2.16 Sistema di comunicazione- citofoni, altoparlanti e reti telefoniche

3.4.2.16.1 Il sistema di comunicazione del Complesso INE è così composto:

- Una rete di citofoni;
- Una rete di altoparlanti per i messaggi generali;
- Una rete telefonica.

3.4.2.16.2 I citofoni collegano le varie stanze e le relative sale di comando (inclusa la sala di comando principale, SCP) per le comunicazioni interne, incluse quelle necessarie per lo svolgimento delle attività sui sotto-sistemi. La rete di altoparlanti può essere utilizzata per individuare persone, comunicare informazioni di interesse generale e trasmettere allarmi (questi ultimi hanno la precedenza su ogni altra comunicazione). La rete dispone di una serie di altoparlanti situati in tutto il Complesso INE. Il pannello di controllo e gli amplificatori si trovano nella Sala di distribuzione dell'Edificio 83. Infine la rete telefonica permette la comunicazione tra il Complesso INE e l'esterno. Le tre reti utilizzano gli stessi dispositivi telefonici (digitali e di recente installazione). Le comunicazioni sono gestite da una centralina situata nella sala di distribuzione dell' Edificio 83.

3.4.2.16.3 Requisiti per la disattivazione

Il sistema di comunicazione funziona correttamente in tutti gli edifici del Complesso INE ed è sottoposto a manutenzione periodica. Si prevede di mantenerlo in funzione per tutto il periodo di disattivazione.

3.4.2.17 Sistema di monitoraggio della radioattività

3.4.2.17.1 Il sistema che controlla i livelli di radioattività di alcuni impianti e zone è diviso nei seguenti sotto-sistemi:

- Monitoraggio dei sistemi;
- Monitoraggio delle aree dell'impianto;
- Monitoraggio del personale.

3.4.2.17.2 Inoltre è presente una rete di monitoraggio ambientale distinta composta da 44 dosimetri TLD distribuiti in tutta l'area dell'INE (incluse le aree esterne), stazioni di monitoraggio perimetrale ed anche un programma per la raccolta di routine di campioni ambientali che

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di disattivazione INE	49 di 163
---	---------	--	-----------

sono successivamente analizzati in laboratorio. Questa rete controlla l'impatto degli scarichi radioattivi del sito CCR in generale e del Complesso INE in particolare sull'ambiente esterno.

3.4.2.17.3 Requisiti per la disattivazione

Le operazioni di smantellamento richiedono una nuova configurazione del sistema di monitoraggio attualmente presente nell'impianto, perché i percorsi per il personale e le attrezzature durante lo smantellamento saranno diversi da quelli seguiti durante la normale operatività. Le operazioni di smantellamento necessitano delle seguenti attrezzature:

- Attrezzature per il monitoraggio dei contaminanti rilasciati in atmosfera;
- Sistemi di monitoraggio in continuo dell'aria per emettitori alfa/beta (CAM) in specifiche aree operative;
- Dispositivi di monitoraggio della dose per emettitori beta/gamma (ARM) in specifiche aree operative.
- Attrezzature per il monitoraggio del personale (dosimetri personali, dosimetri TLD, sistemi total-body per la misurazione della contaminazione interna).

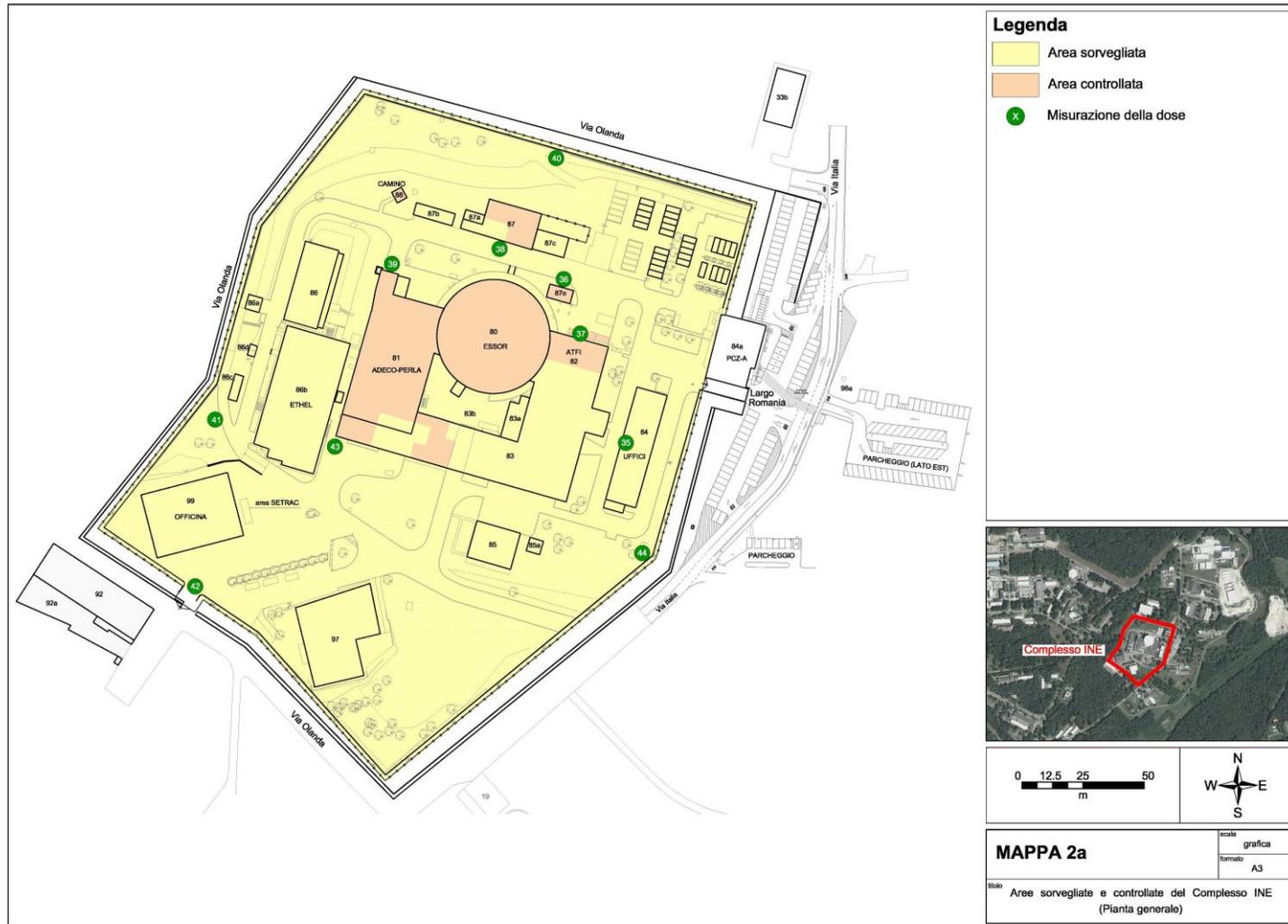
Il sistema di protezione dalla radioattività comprende le attrezzature già presenti presso l'impianto INE ed eventuali altre, costituite da nuove attrezzature e da strumentazione mobile.

3.5 Caratterizzazione radiologica del Complesso INE

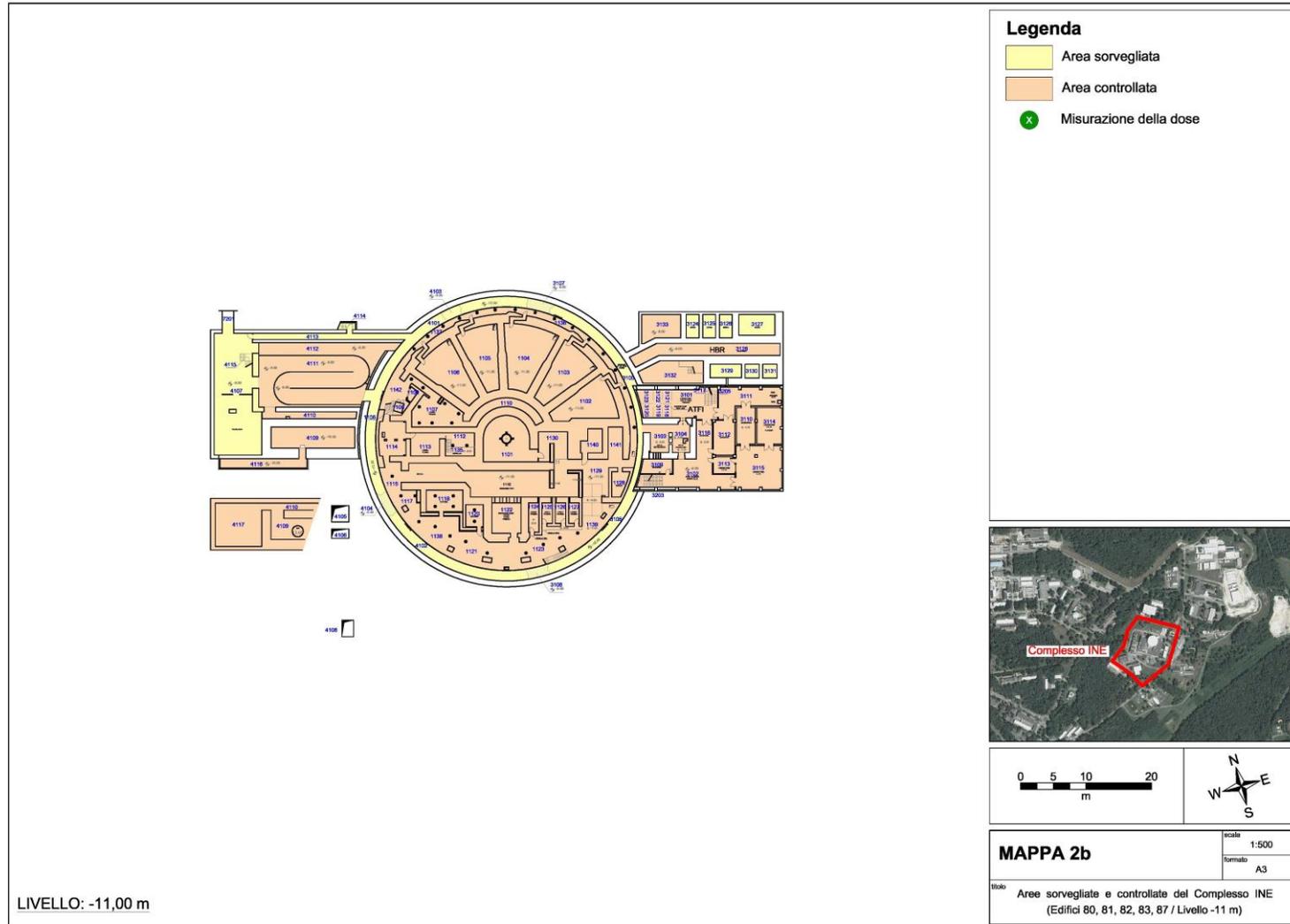
3.5.0.0.1 In base alla caratterizzazione radiologica dell'intero Complesso, si noti che gli edifici contenenti materiale radioattivo (o contaminazione residua sulle superfici delle stanze) sono i seguenti:

- Edificio 80: Struttura di contenimento;
- Edificio 81: Piscina, Laboratorio ADECO;
- Edificio 82: Laboratorio ATFI;
- Edificio 86: Torri di raffreddamento;
- Edificio 87e: Stazione di stoccaggio dei liquidi radioattivi;
- Edificio 88: Ciminiera dell'impianto.

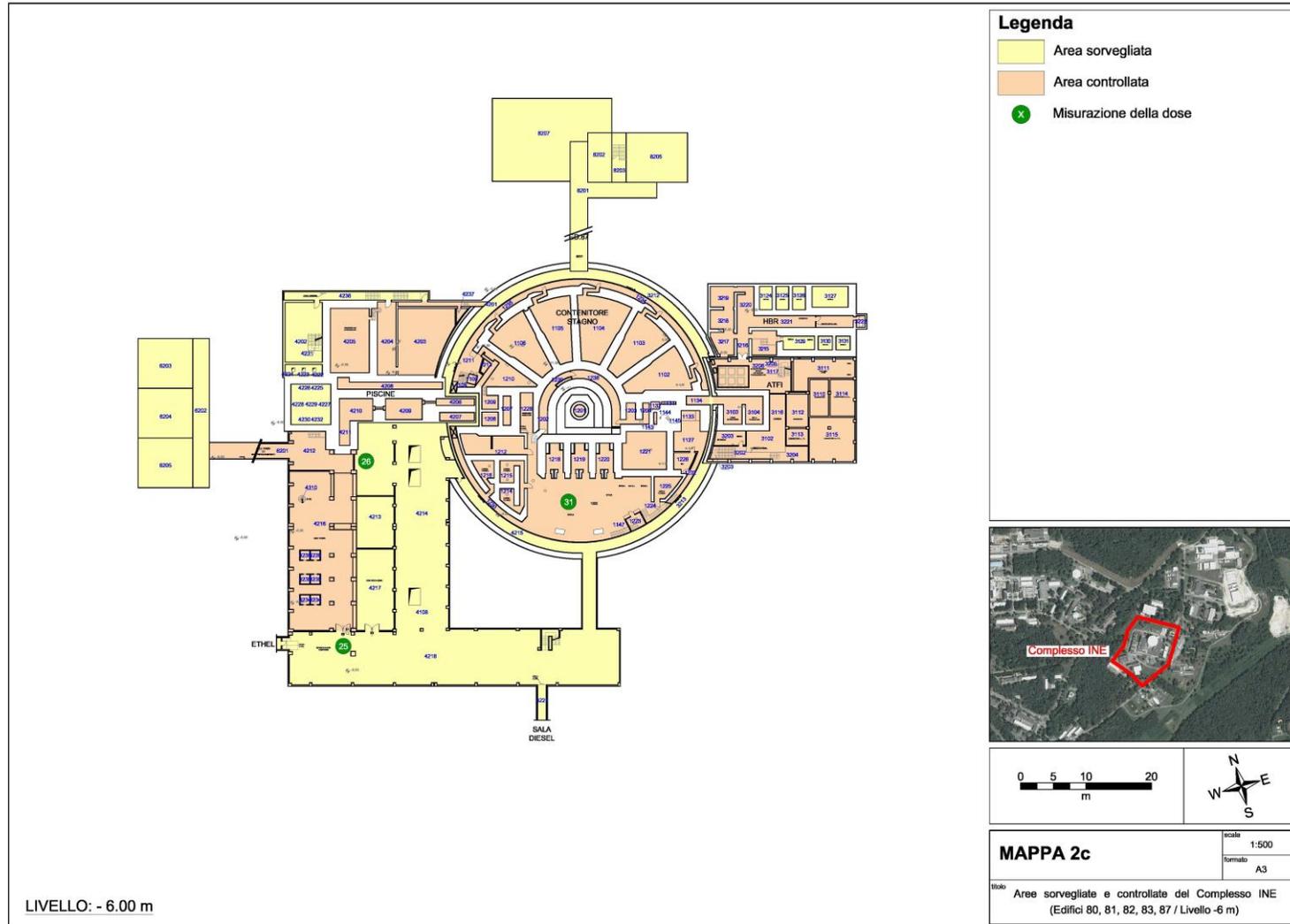
3.5.0.0.2 Questi Edifici, ai quali si dovrebbe prestare particolare attenzione durante le operazioni di smantellamento, corrispondono sostanzialmente alle aree INE classificate come Area Controllata. Le Mappe 2a÷2e mostrano le aree sorvegliate e controllate degli Edifici 80, 81, 82, 83 e 87.



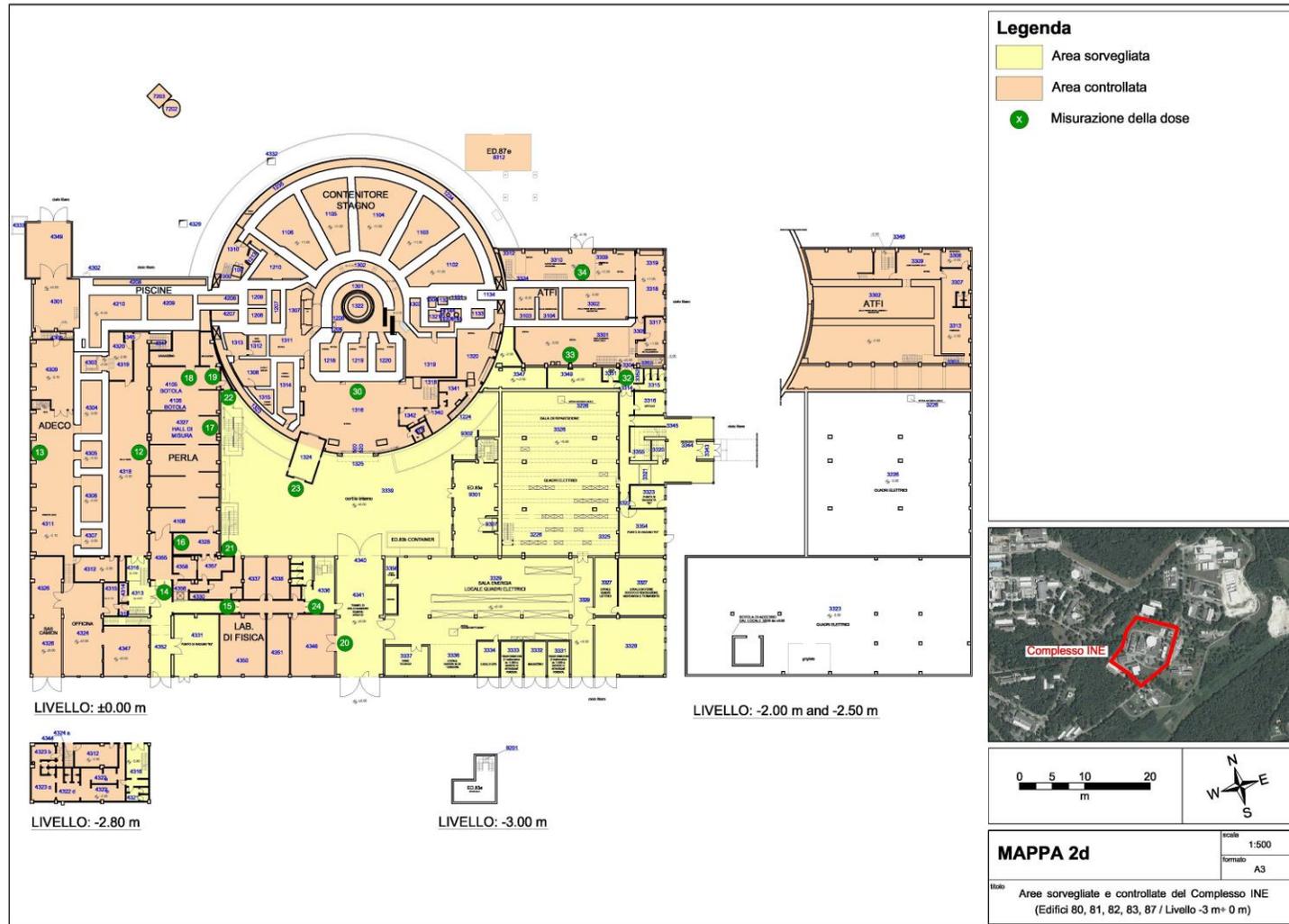
Mappa 2 a: Aree sorvegliate e controllate del Complesso INE (1)



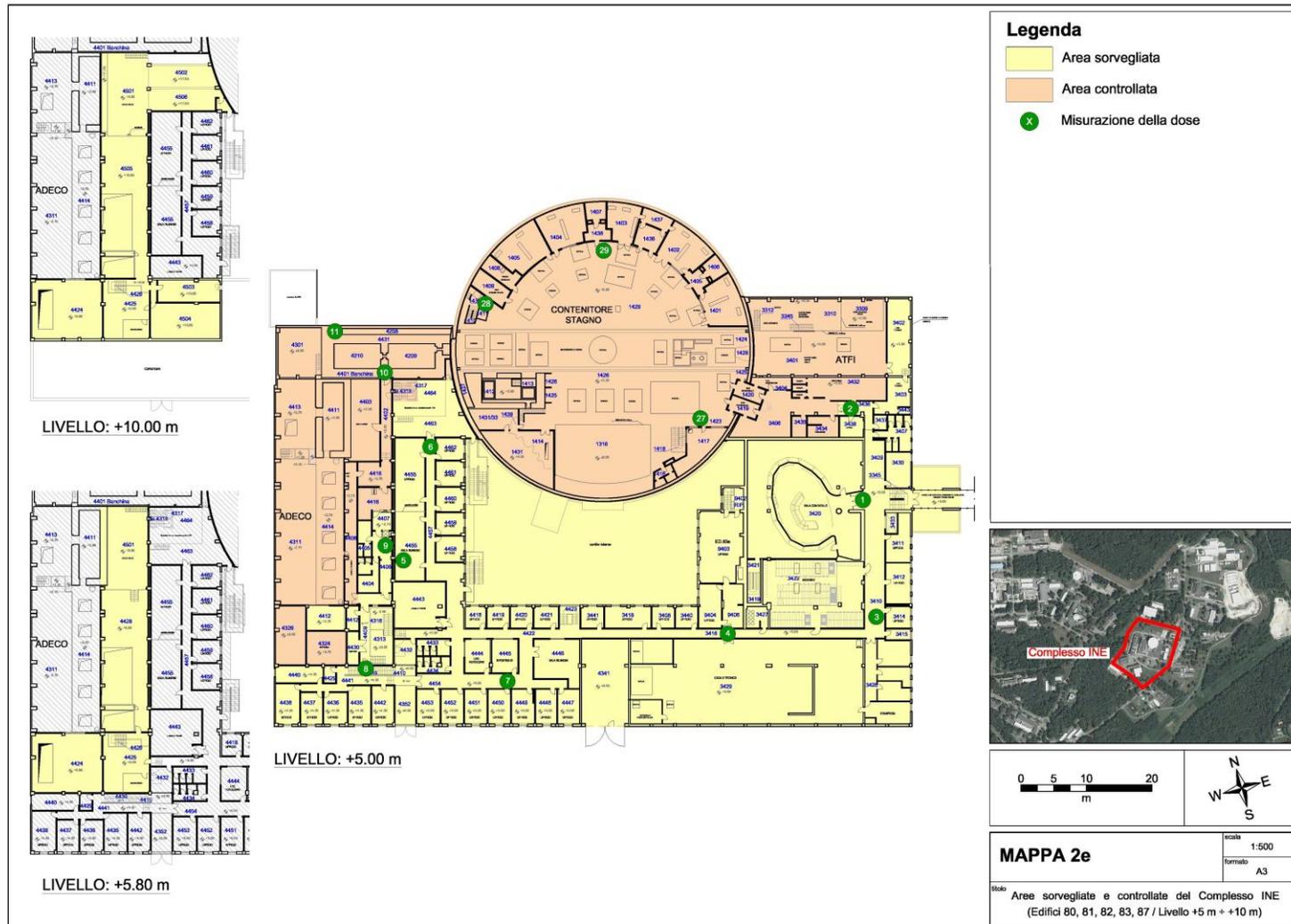
Mappa 2 b: Aree sorvegliate e controllate del Complesso INE (2)



Mappa 2 c: Aree sorvegliate e controllate del Complesso INE (3)



Mappa 2 d: Aree sorvegliate e controllate del Complesso INE (4)



Mappa 2 e: Aree sorvegliate e controllate del Complesso INE (5)

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	55 di 163
---	---------	--	-----------

3.5.0.0.3 La caratterizzazione radiologica dell'impianto mira principalmente a:

- Pianificare le varie attività in base al rischio radiologico;
- Valutare le dosi del personale coinvolto nelle attività di disattivazione;
- Fornire una stima preliminare del materiale rilasciabile e dei rifiuti che invece necessitano di ulteriore trattamento e condizionamento;
- Definire ed ottimizzare la strategia di gestione dei rifiuti.

3.5.0.0.4 Sono state eseguite varie campagne di caratterizzazione radiologica e valutazioni in passato per ottenere le informazioni necessarie alla definizione dello stato fisico e radiologico di tutti i rifiuti e materiali attualmente presenti all'interno del Complesso INE. I dati principali sono stati ottenuti dalla campagna radiologica eseguita da ENVINET nel 2010 comprendente sia un'analisi distruttiva (soprattutto misurazioni radiochimiche dei campioni) sia una non distruttiva (principalmente tamponi e spettrometrie gamma). Questi dati sono inseriti nel database MiRadIs.

3.5.0.0.5 Inoltre, l'inventario radiologico sarà probabilmente modificato prima dell'inizio dell'attività di smantellamento a causa del fatto che alcune attività saranno eseguite sotto l'attuale licenza in attesa dell'approvazione dell'Istanza di disattivazione:

- Trasferimento dall'attuale posizione di tutto il materiale nucleare irradiato, al momento stoccato nella piscina, nei pozzi ed in altri luoghi all'esterno di INE. Questo materiale sarà trasferito in un'area dedicata all'interno dell'Edificio ADECO (cella 4305, ora Area di transito sicura);
- Evacuazione del combustibile nucleare attualmente stoccato all'interno di INE;
- Esecuzione di varie attività nella cella di separazione ADECO;
- Rimozione di tutti gli scarti e dei rifiuti POCO già imballati, attualmente stoccati nel Complesso INE;
- Decontaminazione di alcune aree e sistemi.

3.5.0.0.6 Tutti i rifiuti ed i materiali derivanti da queste attività saranno imballati in contenitori idonei e stoccati temporaneamente nell'impianto, in attesa della fase principale dell'operazione e della disponibilità di stazioni di trattamento situate nell' Area 40.

3.5.1 Ubicazione e stoccaggio dei materiali nucleari

3.5.1.0.1 I materiali nucleari (freschi ed irradiati) e le scorie storiche I/HL attualmente si trovano in diverse aree all'interno del Complesso INE: pozzi di contenimento, piscina del combustibile, sala 1212, cella ADECO 4411 e area retrocella ADECO.

3.5.1.0.2 Inoltre il Complesso INE riceverà altri materiali nucleari e scorie storiche di livello I-H da altri impianti esterni al Sito CCR, ad esempio pozzi secchi Edificio 39b e LCSR.

3.5.1.0.3 Secondo la strategia di disattivazione:

- I materiali nucleari irradiati saranno recuperati ed imballati in contenitori cilindrici che transiteranno per l'Area di stoccaggio di transito, o TSA, all'interno della Cella ADECO 4305, in attesa del trasferimento finale all'esterno di INE, dentro contenitori di trasporto a doppio uso;
- Il materiale nucleare fresco è attualmente stoccato nella sala 1212 (Laboratorio PERLA);
- Le scorie storiche di livello I/HL saranno recuperate ed imballate in adeguati contenitori che transiteranno per un'area di stoccaggio provvisoria interna ad INE, in

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	56 di 163
---	---------	--	-----------

attesa del trasferimento finale fuori da INE, in un adeguato impianto di stoccaggio di categoria 3, da costruire presso il Sito CCR.

3.5.1.0.4 Tutto il materiale nucleare sarà conservato presso il Sito CCR in attesa in un sito di stoccaggio nazionale per le scorie nucleari. Nel 2014 si è discusso a livello nazionale della scelta di un luogo idoneo e l'“Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale” (ISPRA) ha redatto una Guida Tecnica sui criteri di elaborazione da soddisfare nella scelta del miglior luogo di stoccaggio (Guida Tecnica n. 29 - *“Criteri per la localizzazione di un impianto di smaltimento superficiale di rifiuti radioattivi a bassa e media attività”, 2014*). In fase di stesura la Guida Tecnica è stata oggetto di revisione da parte dell'IAEA internazionale e di consultazione tra autorità nazionali ed istituzioni tecniche coinvolte, conformemente all'art. 153, D.L. N. 230/1995e successive integrazioni.

3.5.1.0.5 Si sottolinea altresì che lo stato radiologico finale di tutte le aree coinvolte in questi o in futuri progetti potrebbe cambiare rispetto a quello attuale. Lo stato effettivo delle celle (e delle aree adiacenti) potrà essere definito con precisione solo una volta eseguite queste operazioni.

3.5.2 Nuovo Piano di caratterizzazione

3.5.2.0.1 A causa della mancanza di una serie completa di dati radiologici e per verificare le stime prodotte sulla base di quelli attuali, tra le prime attività preparatorie è stata prevista una campagna radiologica mirata.

3.5.2.0.2 La campagna interesserà i seguenti sistemi ed aree:

- Schermo biologico del reattore (campioni di calcestruzzo);
- Esperienza CART (livelli di contaminazione e caratteristiche fisiche delle incrostazioni);
- Sistema SINCOS (livelli di contaminazione e presenza di depositi e/o resine);
- Pareti di cemento all'interno dell'Area Controllata (per verificare l'assenza di contaminazione da K-40 e per pianificare specifiche misure di decontaminazione);
- Torri di raffreddamento (controlli della contaminazione superficiale prima dello smantellamento previsto);
- Cabine ermetiche per manipolazione con guanti (installate o “libere”, principalmente per la contaminazione alfa);
- Contaminazione interna dei serbatoi inutilizzati (verifica della presenza di contaminanti liberi).

3.5.2.0.3 Infine, il terreno sotto l'impianto non è stato caratterizzato; tuttavia le informazioni storiche ed il monitoraggio ambientale periodico evidenziano l'assenza di perdite nel terreno intorno agli Edifici del Complesso. Una valutazione radiologica dei terreni sarà eseguita prima dell'avvio delle operazioni, per definirne la situazione attuale.

3.5.2.0.4 Per determinare il livello delle attività di recupero del suolo, necessario dopo il completamento delle attività di smantellamento, sarà opportuno ottenere una nuova serie di informazioni radiologiche sul suolo al termine delle operazioni di smantellamento e prima dell'inizio della fase di demolizione degli edifici.

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	57 di 163
---	---------	--	-----------

3.5.3 Contributo alla radioattività

3.5.3.1 Contaminazione

3.5.3.1.1 I valori complessivi della radioattività previsti in INE a causa della contaminazione sono illustrati nella seguente Tabella.

3.5.3.1.2 L'inventario della contaminazione include:

- Le informazioni attualmente disponibili ottenute dal MiRadIs;
- I dati sulla parte dell'Area Controllata non coperta dal database (ovvero edificio piscina ADECO), ottenuti dalle ultime cartografie, ove disponibili;
- L'acqua della piscina.

3.5.3.1.3 Si noti che l'inventario radiologico non include tutti i rifiuti secondari derivanti dal condizionamento di INM, le sorgenti radioattive ed il combustibile attualmente stoccato all'interno dell'impianto (soprattutto nella piscina).

3.5.3.1.4 Infine i valori riportati in Tabella 3-1 non includono i materiali attivati, che sono parte del recipiente in pressione RPV, le sue strutture interne e la relativa schermatura biologica (Edificio 80), la cui attività specifica è stata valutata separatamente a causa dell'esposizione al flusso di neutroni (e rientra nell'inventario di attivazione) nel paragrafo 3.5.3.

3.5.3.1.5 Questi dati sono stati aggiornati e proiettati per estrapolazione negli anni seguenti, per evidenziare gli effetti del decadimento dei diversi radionuclidi misurati sulla radioattività totale all'inizio delle attività di smantellamento.

3.5.3.1.6 La Figura 3 9 mostra l'andamento dei dati contenuti nella Tabella 3-1.

Tempo	2015	2020 (5 anni)	2025 (10 anni)	2040 (25 anni)
Attività Totale	7.5E+10	6.5E+10	5.7E+10	3.9E+10
Variazione	-	-13%	-24%	-48%
Frazione di vari radionuclidi				
Am-241	0.6%	0.7%	0.8%	1.1%
C-14	<0.1%	<0.1%	<0.1%	<0.1%
Co-60	0.2%	0.1%	0.1%	<0.1%
Cs-137	85.1%	86.9%	88.4%	91.8%
Eu-152	<0.1%	<0.1%	<0.1%	<0.1%
Fe-55	<0.1%	<0.1%	<0.1%	<0.1%
H-3	13.6%	11.8%	10.2%	6.4%
Ni-59	<0.1%	<0.1%	<0.1%	<0.1%
Ni-63	0.4%	0.5%	0.5%	0.7%
U-235	<0.1%	<0.1%	<0.1%	<0.1%

Tabella 3-1: Attività residua dell'impianto per effetto della contaminazione

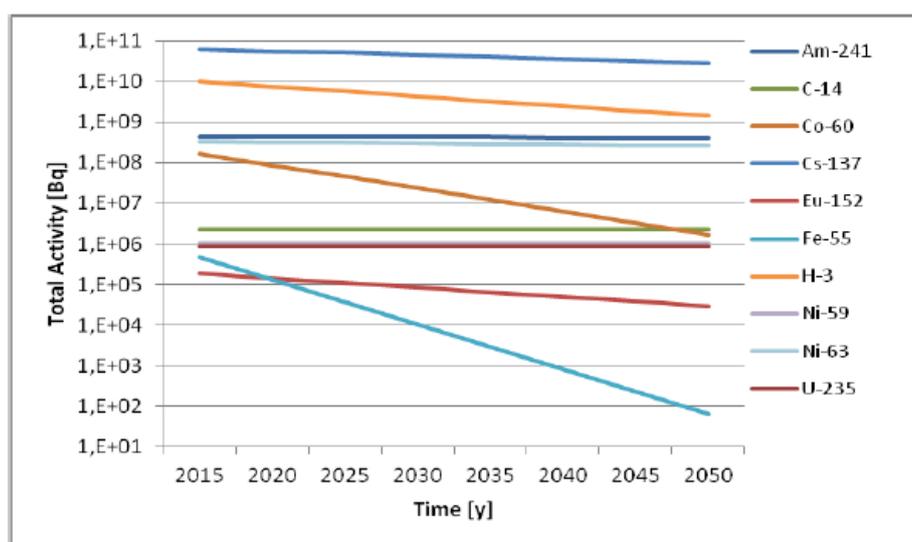


Figura 3-9: Attività residua dei componenti contaminati situati nel Complesso INE

3.5.3.2 Attivazione

3.5.3.2.1 I risultati del nuovo calcolo di attivazione sono stati effettuati nel rispetto del nuovo documento "Supporto ingegneristico alla fase iniziale del progetto"(Rif. [26]). Il flusso di

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	59 di 163
---	---------	--	-----------

neutroni durante la fase operativa del reattore deve essere valutato, perché la corrispondente concentrazione di attività attuale dei materiali, in Bq/cm³ (o Bq/g), che rappresenta uno dei parametri più importanti nei processi di disattivazione/smantellamento, dipende fortemente dalla composizione dei materiali irradiati, dalle intensità del flusso di neutroni e dalla storia di irradiazione (sequenza dell'irradiazione e tempi di esposizione).

3.5.3.2.2 L'approccio mirato per una migliore stima delle concentrazioni attuali dell'attività, in base alle reazioni di attivazione [Bq/cm³], è il seguente:

- a) Analizzare la potenza pregressa del reattore ESSOR;
- b) Considerare il livello effettivo di potenza durante ogni ciclo del combustibile;
- c) Considerare il corretto decadimento degli isotopi radioattivi durante i periodi di arresto a freddo e / o manutenzione;
- d) Definire uno spettro completo di riferimento dei neutroni;
- e) Eseguire i calcoli 3D Montecarlo (ovvero MCNP5) per ottenere una buona stima del flusso di neutroni (valori assoluti e spettri);
- f) Utilizzare il flusso ottenuto al punto e) come input per il codice di attivazione (ovvero ANITA-2000) per calcolare l'attivazione ed il successivo decadimento.

3.5.3.2.3 Dati del reattore

Sono stati analizzati gli istogrammi di operatività del reattore ESSOR. Durante ogni ciclo il reattore ha operato ad una potenza di riferimento di circa 22 MW (la potenza dei soli 16 canali di alimentazione).

A volte durante lo stesso ciclo, il carico del reattore è stato ridotto ad una potenza zero o a condizioni di spegnimento, per poter predisporre i test. Il periodo di fermo tra due cicli consecutivi è stato più lungo del previsto, per consentire una nuova valutazione dei circuiti sperimentali.

Si noti che, dal punto di vista dei calcoli di attivazione, è un approccio conservativo supporre che il reattore funzioni ad un livello di potenza medio durante ogni ciclo, senza considerare lo spegnimento o la riduzione del livello di potenza all'interno del ciclo stesso.

Studi specifici del CCR hanno inoltre dimostrato che il flusso di neutroni interno al Recipiente in Pressione (RPV) nella regione interna è leggermente influenzato dai profili di carico dei canali di alimentazione. Si è inoltre verificato che il flusso di neutroni previsto in condizioni di assenza di perturbazioni (canali di irradiazione non caricati) è sempre minore di 1,0E+15 n/cm²s (con un ampio margine). L'analisi delle relazioni di sicurezza sulle diverse esperienze, congiuntamente all'analisi della nuova documentazione recuperata dal CCR, evidenzia come l'esigenza di controllare la densità di potenza all'interno dei canali irradiati abbia richiesto l'uso di sistemi di assorbimento locali su ogni circuito, il che generalmente riduce il flusso termico all'interno del canale irradiato, con la sola eccezione dell'esperienza GIOCONDA, in cui il flusso è stato mantenuto a 3,0E+14 n/cm²s.

Inoltre, i principali assorbitori del reattore vengono posizionati esternamente all'anello di alimentazione riducendo il flusso di neutroni verso la parete laterale del Recipiente in Pressione (RPV).

Sono disponibili diverse misurazioni del flusso termico e Wescott all'interno dei canali ed in prossimità degli alimentatori ad altezze differenti. La forma della potenza assiale di riferimento del reattore ESSOR può essere quella con picco inferiore o centrale, in funzione del grado di inserimento degli assorbitori nella regione più esterna. Comunque il flusso termico assiale massimo è compreso tra 1,0E+14 n/cm²s – 1,5E+14 n/cm²s.

Di conseguenza, il flusso di neutroni sul piano intermedio del reattore alla potenza massima di riferimento di 25 MW, da utilizzare per i calcoli di attivazione, può essere definito come in Tabella 3-2.

Flusso neutronico [n/(cm ² s)]	Centrale (Rif.[19])	Su superficie esterna dell'alimentatore (Rif.[19])
Termico	6,68E+14	1,61E+14
Epitermico	2,93E+14	1,66E+14
Veloce	1,37E+14	3,31E+13

Tabella 3-2: Flusso di neutroni sul piano intermedio del reattore alla massima potenza (25 MW)

3.5.3.2.4 Composizione del materiale

In assenza di dati costruttivi, la composizione standard del materiale e la densità si evincono dalla letteratura utilizzata.

Per mantenere un approccio conservativo, si è tenuto conto del massimo livello di impurità indicato in "NUREG/CR-3474 Prodotti ad attivazione duratura nei materiali del reattore".

Ciò introduce un inevitabile livello di incertezza nel calcolo, che sarà eliminato una volta disponibile il risultato delle analisi sperimentali sui campioni dei diversi materiali del reattore.

La Tabella 3-3 qui di seguito mostra la composizione dei materiali ed il livello di impurità preso in considerazione per il calcolo dell'attivazione.

	Composizione del materiale	Livello massimo di impurità come indicato nel Rif.[28]
Calcestruzzo in boro barite	Stessa composizione di (Rif.[20])	Co 31 ppm Eu 1,3 ppm
Calcestruzzo	Stessa composizione del compendio PNNL – 15870 Rev 1 (Rif.[21])	Co 31 ppm Eu 1,3 ppm
Acciaio inossidabile 304		Co 2570 ppm (0,25%) Nb 300 ppm Mo 5500 ppm (0,55%)
Acciaio al carbonio		Co 126 ppm Nb 151 ppm Mo 270 ppm

Tabella 3-3: Composizione dei materiali

3.5.3.2.5 Modelli geometrici Monte Carlo

Per valutare il comportamento del flusso di neutroni negli schermi biologici inferiore, superiore e laterale, sono stati elaborati quattro diversi modelli tridimensionali Montecarlo (programma MCNP5):

- Un modello assiale della schermatura superiore;
- Un modello assiale della schermatura inferiore;
- Un modello radiale della schermatura laterale;
- Un modello completo della parte superiore della cavità per valutare il flusso di neutroni sullo strato di protezione e sugli schermi rotanti.

I risultati dell'applicazione del modello sono brevemente riportati nelle seguenti Tabelle.

- Tabella 3-4: Attivazione schermatura superiore;
- Tabella 3-5: Attivazione cavità superiore;
- Tabella 3-6: Attivazione serbatoio e schermo laterale;
- Tabella 3-7: Attivazione piastra intermedia, parte inferiore del serbatoio e schermatura inferiore;
- Tabella 3-8: Attivazione canali interni.

La classificazione dei rifiuti riportata nelle Tabelle seguenti sarà definita successivamente.

Elemento	Flusso max. totale (n/cm ² s)	Attività specifica max (Bq/g)	Categoria rifiuto
Schermatura superiore 1	2,91E+14	6,19E+08	3
Schermatura superiore 2	1,69E+14	7,27E+02	2
Schermatura superiore 3	7,66E+13	5,59E+06	3
Schermatura superiore 4	2,19E+13	7,05E+01	2
Schermatura superiore 5 ¹	2,82E+13	3,63E+06	In parte 3 In parte 2
Schermatura superiore 6	9,68E+09	1,38E+02	3
Schermatura superiore 7	1,96E+07	9,13E+02	2
Schermatura superiore 8	3,44E+06	3,32E-01	Pot. Allontanabile

¹I valori massimi si riferiscono ai primi centimetri e non a tutto l'elemento

Tabella 3-4: Attivazione schermatura superiore

Elemento	Flusso max. totale (n/cm ² s)	Attività specifica max (Bq/g)	Categoria rifiuto
Strato di protezione	9,35E+05	Pot. Allontanabile	2
Schermo rotante1	2,76E+05	Pot. Allontanabile	2
Schermo rotante2	2,79E+05	Pot. Allontanabile	2
Schermo rotante3	2,52E+04	Pot. Allontanabile	2
Schermo rotante4	1,30E+04	Pot. Allontanabile	2
Schermo rotante5	1,81E+03	Pot. Allontanabile	2
Cemento 0-10cm	2,35E+05	Pot. Allontanabile	2
Cemento 10-20cm	1,27E+05	Pot. Allontanabile	2
Cemento 20-30cm	4,31E+04	Pot. Allontanabile	2

Tabella 3-5: Attivazione cavità superiore

Elemento	Flusso max. totale (n/cm ² s)	Attività specifica max (Bq/g)	Categoria rifiuto
Recipiente in Pressione (Laterale)	3,17 E+14	4,27E+08	3
Schermatura termica 1	1,14E+14	1,52E+08	3
Schermatura termica 2	1,35E+13	1,96E+07	3
Schermatura termica 3	1,16E+11	4,18E+03	2
Schermatura termica 4	5,07E+10	1,52E+03	2
Schermatura termica 5	3,89E+10	3,67E-02	Pot. Allontanabile
Schermatura termica 1	2,14E+10	5,78E+02	2
Schermo biologico 1 (da 0 a 10 cm)	1,65E+10	5,75E+02	2
Schermo biologico 2 (da 10 a 20 cm)	6,90E+09	3,13E+02	2
Schermo biologico 3 (da 20 a 30 cm)	6,52E+09	2,92E+02	2

Tabella 3-6: Attivazione Recipiente in Pressione e schermo laterale

Elemento	Flusso max. totale (n/cm ² s)	Attività specifica max (Bq/g)	Categoria rifiuto
Piastra intermedia	3,91 E+14	3,44E+08	3
Fondo del Recipiente in Pressione	3,18E+14	4,19E+08	3
Schermatura inferiore 1	1,46E+14	1,02E+07	3
Schermatura inferiore 2	2,54E+13	2,55E+02	2
Schermatura inferiore 3	3,26E+13	4,19E+06	In parte 3 In parte 2
Schermatura inferiore 4	1,75E+10	2,10E+02	2
Schermatura inferiore 5	5,83E+07	1,56E+03	2
Schermatura inferiore 6	1,01E+07	9,80E-01	2

¹valori massimi si riferiscono ai primi centimetri e non a tutto l'elemento

Tabella 3-7: Attivazione piastra intermedia, fondo del Recipiente in Pressione e schermatura inferiore

Elemento	Attività specifica max (Bq/g)	Categoria rifiuto
Schermatura superiore copertura 1	6,19E+08	3
Schermatura superiore copertura 2	7,27E+02	2
Schermatura superiore copertura 3	5,59E+06	3
Schermatura superiore copertura 4	7,05E+01	2
Schermatura superiore copertura 5	3,63E+06	3 (parte di)
Zona alimentazione tubi ciechi	4,58E+06	3
Prolunga superiore zona di alimentazione	5,59E+06	3 (parte di)
Zona sperimentale (Barre Liquide) – Tubo esterno	8,14E+06	3
Zona sperimentale (Barre Liquide) – Incrocio schermatura superiore	5,59E+06	3 (parte di)
Zona sperimentale (Barre Liquide) – Incrocio schermatura inferiore	2,10E+02	2
Zona sperimentale – Tubi calandra	8,14E+06	3
Zona sperimentale – Prolunga superiore tubi calandra	-	Pot. Allontanabile
Barra di sicurezza – Cilindro esterno acciaio	9,15E+08	3
Barra di sicurezza – Cilindro interno acciaio	9,15E+08	3
Barra di sicurezza – Boro carburo	3,38E+08	3
Barra di sicurezza – Tubo cieco	4,58E+06	3
Barra di sicurezza – Supporto	9,15E+08	3
Barra bilanciamento – Tubo esterno	4,04E+00	2
Barra bilanciamento – Tubo interno	4,04E+00	2
Barra bilanciamento – Cadmio	7,40E+06	3
Barra bilanciamento – Tubo cieco	4,58E+06	3
Barra bilanciamento – Supporto	4,04E+00	2
Barra operatrice – Tubo esterno	4,04E+00	2
Barra operatrice – Tubo interno	4,04E+00	2
Barra operatrice – Cadmio	7,48E+06	3
Barra operatrice – Tubo cieco	4,58E+06	3
Barra bilanciamento – Supporto	4,04E+00	2
Barra inseguimento carico – Tubo	9,15E+08	3
Barra inseguimento carico – Tubo cieco	4,58E+06	3
Barra inseguimento carico – Supporto	4,04E+00	2
Tubo cieco (φ11,25)	4,58E+06	3
Piede cilindrico	4,58E+06	3
Ammortizzatore cilindrico	4,04E+00	2

Tabella 3-8: Attivazione canali interni

3.5.3.2.6 L'inventario dell'attività globale del blocco reattore è contenuto nella Tabella 3-9 seguente e la Figura 3-10 mostra il grafico dei dati che tiene conto del decadimento naturale dei diversi nuclidi.

Tempo	2015	2020 (5 anni)	2025 (10 anni)	2040 (25 anni)
Attività Totale	5.9E+15	4.8E+15	4.2E+15	3.3E+15
Variazione	-	-19%	-30%	-44%
Contributo dei maggiori radionuclidi				
Ba-133	0.7%	0.6%	0.5%	0.2%
Co-60	32.7%	20.9%	12.5%	2.2%
Eu-152	<0.1%	<0.1%	<0.1%	<0.1%
Eu-154	<0.1%	<0.1%	<0.1%	<0.1%
Fe-55	1.3%	0.4%	0.1%	<0.1%
H-3	0.1%	<0.1%	<0.1%	<0.1%
Mo-93	<0.1%	<0.1%	<0.1%	<0.1%
Nb-93m	<0.1%	<0.1%	<0.1%	<0.1%
Ni-59	0.5%	0.7%	0.8%	1.0%
Ni-63	64.7%	77.3%	86.0%	96.6%

Tabella 3-9: Inventario delle attività di stabilimento per effetto dell'attivazione

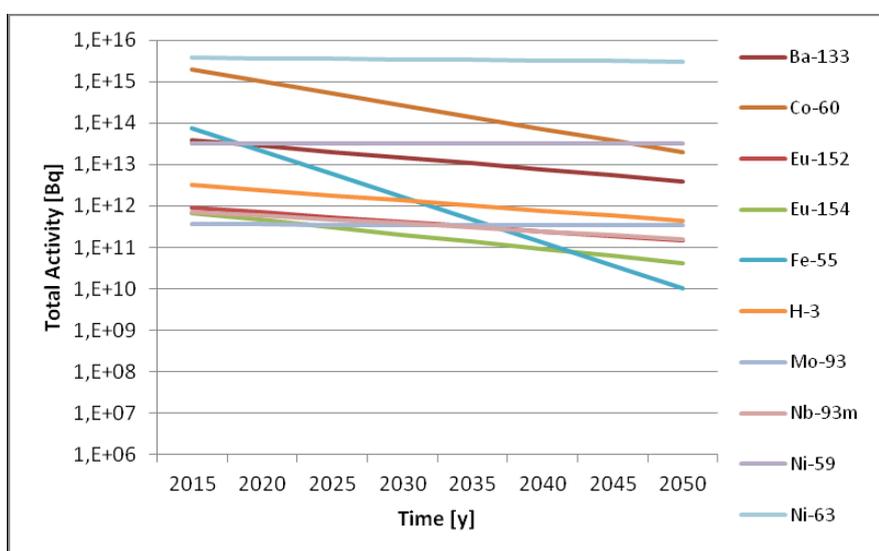


Figura 3-10: Inventario delle attività di stabilimento per effetto dell'attivazione

4 STRATEGIA DI DISATTIVAZIONE

4.0.0.0.1 La strategia adottata prevede lo smantellamento del Complesso INE in una sola fase (smantellamento immediato) e la rimozione di tutti i materiali radioattivi, consentendo il rilascio senza vincoli radiologici del sito.

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	65 di 163
---	---------	--	-----------

4.0.0.0.2 Nel presente documento viene valutata anche la rimozione di tutti gli Edifici e sistemi attualmente all'interno del Complesso INE, ad eccezione dell'impianto PUNITA, che deve mantenere la sua operatività secondo i programmi D&WM. Per consentire il rilascio del sito e mantenere l'operatività di PUNITA, il confine perimetrale di INE va modificato per escludere l'impianto dall'attuale perimetro del sito.

4.0.0.0.3 Nell'approccio generale alla disattivazione, sono stati valutati svariati fattori:

- Organizzazione e sequenza del lavoro;
- Gestione dei rifiuti;
- Pianificazione del lavoro.

4.0.0.0.4 Le scelte adottate nell'attuale progetto preliminare si basano sull'assunto che la dose massima (per la popolazione) relativa alle emissioni in atmosfera ed acqua del CCR, di cui il Complesso INE fa parte, sia fissata a 10 $\mu\text{Sv/y}$.

4.1 Organizzazione e sequenza del lavoro

4.1.0.0.1 Considerando la configurazione dell'impianto INE ed il fatto che la radioattività è concentrata in aree specifiche, ed essendo queste aree divise tra edifici e piani differenti, è stata valutata la classica opzione serie/parallelo, in base al tipo di attività per poter lavorare in più di un Edificio.

4.1.0.0.2 La disattivazione interesserà innanzitutto lo smantellamento all'interno di tutti gli Edifici e poi la bonifica del suolo ed il rilascio del sito. Successivamente sarà valutata anche la demolizione degli Edifici.

4.1.0.0.3 La migliore sequenza dell'attività di smantellamento inizia dagli edifici dove vi sono zone contaminate, ESSOR, ATFI, ADECO, per poi passare a quelli non radioattivi.

4.1.0.0.4 Sono state valutate alcune alternative e quella selezionata si basa sulle seguenti motivazioni.

4.1.0.0.5 Il trasferimento dell'acqua della piscina combustibile esausto a STEL, dopo il trattamento in piscina, deve iniziare il prima possibile, per non ostacolare le ulteriori attività di smantellamento.

4.1.0.0.6 Lo smantellamento dell'Edificio ADECO è condizionato dal trasferimento del combustibile e dei materiali nucleari dalle celle calde esternamente ad INE. Lo smantellamento di ADECO deve essere eseguito dopo quello di ESSOR e ATFI.

4.1.0.0.7 Lo smantellamento del reattore ESSOR richiede spazio libero intorno e la non-sovrapposizione con altre opere allo stesso livello (piano di lavoro), poiché presuppone elevata radioattività nelle sale superiori ed inferiori e necessita di schermatura nella sala del reattore. Lo smantellamento del reattore preferibilmente non dovrebbe avvenire in concomitanza con altre attività nell'Edificio ESSOR. Saranno possibili attività in parallelo in altri edifici.

4.1.0.0.8 La disposizione generale dell'Edificio ESSOR, fatta di molte stanze, corridoi stretti e spazi aperti soprattutto nella parte sud, comporta la scelta di una singola stazione di caratterizzazione per i rifiuti radioattivi e la creazione di aree tampone dove si dispone di spazio.

4.1.0.0.9 La ventilazione è disposta dalla parte superiore verso quella inferiore, principalmente nell'Edificio ESSOR. La migliore sequenza prevede lo smantellamento di componenti,

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	66 di 163
---	---------	--	-----------

- sistemi e strutture nella sala, poi nelle stanze, partendo dall'alto (altezza +5,0) e procedendo verso il basso (altezza -1,0).
- 4.1.0.0.10 Lo smantellamento nel cuvelage potrebbe essere eseguito in qualunque momento e deve essere ottimizzato in base al carico delle squadre di lavoro. È pianificato in parallelo ad altre attività, quando le sequenze richiedono meno personale in altre aree.
- 4.1.0.0.11 Una parte consistente da smantellare è quella dei sistemi ausiliari. È ragionevole, per i vari locali, smantellare anche i sistemi ausiliari, prevedendo i necessari adattamenti delle parti che rimangono in funzione.
- 4.1.0.0.12 La migliore sequenza è la seguente: rimozione della struttura interna alla piscina combustibile esausto ed inizio del trasferimento dell'acqua a STEL, intervento sulle aree ESSOR e sul reattore e, in parallelo, intervento su ATFI e ADECO, e poi smantellamento negli edifici non radioattivi.
- 4.1.0.0.13 Sono state definite le unità di intervento per eseguire le opere di disattivazione in modo ordinato, secondo una sequenza di attuazione pre-definita.
- 4.1.0.0.14 Alcune unità di intervento, dove si è in presenza di attività o contaminazione, dovranno essere recintate da tende collegate ad un'unità di ventilazione portatile, che possa essere trasferita da una tenda all'altra, con un tubo di scarico collegato a condutture prestabilite nell'edificio di attuazione.
- 4.1.0.0.15 Prima e dopo lo smantellamento, sarà eseguita la decontaminazione delle aree di lavoro.
- 4.1.0.0.16 La strategia prevede che ogni unità di intervento sia eseguita prevalentemente secondo una sequenza stabilita; in alcuni casi, per ridurre i tempi di smantellamento, sono previste attività in parallelo in due o tre unità.

4.2 Gestione dei rifiuti

- 4.2.0.0.1 La strategia di gestione dei rifiuti per il progetto di disattivazione del complesso INE è descritta nel Capitolo 6. Essa si basa sulla generazione di diversi flussi di materiale, classificati, in base al loro contenuto radiologico in una categoria al fine di delineare una procedura di gestione.
- 4.2.0.0.2 Una caratterizzazione di componenti, sistemi e strutture è attualmente disponibile, ma in alcuni casi andrebbe confermata e migliorata. A tal fine, è prevista una campagna di caratterizzazione nelle attività preparatorie, sulla base dei criteri di cui al paragrafo 4.3.
- 4.2.0.0.3 Nel frattempo sono previste misure con sistemi di monitoraggio portatili della radioattività durante i turni dello smantellamento, al fine di classificare e predeterminare l'imballo ed i percorsi da utilizzare per parti specifiche dell'unità di intervento.
- 4.2.0.0.4 Tutti i prodotti dell'unità di intervento saranno segregati e assegnati in situ (all'interno dell'unità) all'imballo corrispondente, per flusso e tipo di materiale.
- 4.2.0.0.5 Tutti gli imballi dei rifiuti radioattivi saranno caratterizzati misurando i campioni all'interno dell' Edificio ESSOR, in una sala protetta e riservata a livello +5,0. La caratterizzazione comprende la pesatura e la misurazione con uno specifico spettrometro gamma in una piattaforma di caratterizzazione. Gli imballi verranno poi inviati al trattamento all'interno di fusti, attraverso processi esterni oppure riempiti in contenitori CP-5.2 per poi essere imballati all'interno della stazione di riempimento a livello +0,0.
- 4.2.0.0.6 Gli imballi saranno etichettati facendo riferimento alle principali caratteristiche radiologiche, al peso, all'origine ed al flusso di rifiuti di assegnazione.

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	67 di 163
---	---------	--	-----------

- 4.2.0.0.7 Tutto il materiale pre-assegnato alla categoria di trattamento, sarà imballato in contenitori di trasferimento metallici ed inviato alla stazione di allontanamento. In questa stazione verrà eseguita la caratterizzazione dei campioni rappresentativi. Tutti gli altri materiali verranno inoltrati alla stazione di riempimento per essere caricati sul cassone scarrabile.
- 4.2.0.0.8 Sono state create aree tampone per lo stoccaggio provvisorio dei materiali smantellati radioattivi e allontanabili. Le aree tampone per i materiali radioattivi si trovano all'interno degli Edifici ESSOR, ATFI e ADECO, mentre per i materiali rilasciati, le aree tampone saranno situate in aree dedicate all'interno del complesso INE.
- 4.2.0.0.9 L'area tampone riservata ai materiali soggetti a allontanamento è considerata sufficiente a regolare il trasferimento degli imballi rilasciabili all'esterno di INE, tenendo conto dell'attività di misurazione e certificazione.
- 4.2.0.0.10 Gran parte dei materiali convenzionali che saranno allontanati da INE provengono dal lavoro successivo allo allontanamento.
- 4.2.0.0.11 Secondo la strategia generale D&WM del Sito CCR, l'area formalmente dedicata al rilascio definitivo dei materiali derivanti anche dalle attività di disattivazione è la "Stazione di Gestione Rifiuti Radioattivi (SGRR), ubicata nell'Area 40.
- 4.2.0.0.12 La normativa sulle attività dell' Area 40 impatta soprattutto quanto segue nella disattivazione di INE:
- **Limiti di allontanamento:** tutti i materiali devono essere verificati radiologicamente per essere rilasciati come rifiuti convenzionali. Anche se, in base alla procedura del CCR, gli elementi non possono transitare attraverso SGRR per essere rilasciati, quest'attività deve essere formalmente monitorata da SGRR (Rif.[11]);
 - **Criteri di accettazione per il trattamento degli effluenti liquidi:** tutti gli effluenti liquidi saranno trasferiti a STEL e, se necessario, trattati prima del rilascio. Sebbene riportate nella documentazione tecnica (Rif.[22]), le disposizioni normative presentano una lacuna formale (ovvero la tabella dei limiti di rilascio annuale non indica le diverse tipologie di particelle radioattive che possono essere rilasciate). Pertanto, si rende necessario un aggiornamento della disposizione attuale, parallelamente alla procedura di autorizzazione delle attività di smantellamento. Inoltre vari fattori contribuiranno a queste ri-definizioni:
 - La definizione di una nuova formula di scarico, relativamente al criterio "10 μ Sv/y".
 - L'effettiva capacità tecnica dell'impianto STEL (300 m³/anno di acqua, indipendentemente dalla concentrazione dell'attività specifica dell'acqua).
 - Pre-trattamento dell'acqua (piscina e allagamento reattore) all'interno del Complesso INE.
- 4.2.0.0.13 Sulla base di quanto detto, l'attuale valutazione presuppone che il trattamento delle acque derivanti dalle attività di disattivazione e dalla piscina combustibile esausto utilizzerà circa il 28% della capacità di scarico di STEL, in un periodo di tre anni.

4.3 Pianificazione del lavoro

- 4.3.0.0.1 La pianificazione delle attività di disattivazione tiene conto delle fasi di progettazione, approvvigionamento ed esecuzione. Il paragrafo 5.1 contiene un GANTT provvisorio ed una Tabella delle principali attività. La pianificazione del lavoro ha tenuto conto dell'interfacciamento con altre linee di progetto:

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	68 di 163
---	---------	--	-----------

- La rimozione dei prodotti chimici e dell'amianto avverrà prima dello smantellamento per ridurre i rischi convenzionali per i lavoratori;
- ADECO sarà smantellata dopo ATFI e ESSOR per evitare vincoli e consentire la lavorazione e lo stoccaggio provvisorio dei materiali nucleari irradiati internamente ad ADECO;
- Si suppone che le attività previste al punto precedente si concludano prima dell'inizio delle attività di disattivazione per evitare ritardi sul programma.

4.3.0.0.2 Da un punto di vista organizzativo, poiché l'autorizzazione alla disattivazione totale dell'impianto richiede molto tempo (almeno due/tre anni), le attività eseguibili con l'attuale licenza sono state pianificate in parallelo al processo autorizzativo, con l'obiettivo di averle pronte quando sarà concessa la licenza di disattivazione.

4.3.0.0.3 Queste attività includeranno lavori preparatori quali:

- Raccolta e recupero dei rifiuti sciolti, presenti in varie aree dell'impianto;
- Pulizia di alcune aree;
- Decontaminazione di sistemi-componenti;
- Preparazione delle aree tampone all'interno ed all'esterno degli Edifici, per consentire il trasferimento, la movimentazione e lo stoccaggio provvisorio dei materiali smantellati;
- Modifiche al layout per facilitare la disattivazione ed in particolare la preparazione di una nuova area per gestire gli accessi ad ESSOR;
- Modifiche o ristrutturazione dei sistemi ausiliari ed in particolare di quello di manipolazione;
- Preparazione della stazione di caratterizzazione;
- Preparazione della stazione di allontanamento.

4.3.0.0.4 La caratterizzazione dei sistemi, delle strutture e dei componenti, lo scarico dell'acqua della piscina del combustibile esausto a STEL richiederebbe molto tempo, a causa della concentrazione di attività dell'acqua. Una campagna di trattamento attraverso un sistema portatile sarà eseguita parallelamente al processo autorizzativo al fine di scaricare l'acqua della piscina all'inizio della disattivazione e per non porre limitazioni alle ulteriori attività di smantellamento.

4.3.0.0.5 Oltre alle suddette considerazioni, sono stati presi in considerazione altri due criteri, con l'obiettivo di ottimizzare la tempistica e rendere fattibile l'organizzazione del lavoro:

- Le attività saranno svolte quanto più possibile in parallelo;
- Il numero di lavoratori direttamente coinvolti sarà mantenuto il più possibile costante e sufficientemente elevato rispetto ai lavoratori indirettamente coinvolti.

4.3.0.0.6 L'applicazione di questi due criteri determina una pianificazione in parallelo/in serie, ottimizzata per le attività di smantellamento.

4.3.0.0.7 L'intera pianificazione inizia dal piano di disattivazione ed include tutte le attività ingegneristiche, di approvvigionamento e smantellamento, fino alla demolizione degli edifici.

4.4 Requisiti e criteri generali

4.4.0.0.1 I seguenti paragrafi descrivono obiettivi e criteri generale da adottare per la disattivazione del Complesso INE.

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	69 di 163
---	---------	--	-----------

4.4.1 Obiettivi e criteri generali per la sicurezza

4.4.1.0.1 Le operazioni di disattivazione saranno pianificate, progettate ed eseguite con lo scopo di proteggere, per quanto ragionevolmente possibile, i singoli, la comunità in genere e l'ambiente circostante da rischi di natura radiologica e convenzionale.

4.4.1.0.2 Questo principio generale è integrato nei criteri specifici e generali di seguito riassunti:

- Mantenere l'esposizione degli individui (addetti e popolazione) al livello minimo ragionevolmente possibile di radiazioni ionizzanti, durante l'esecuzione delle normali attività di disattivazione;
- Adottare ogni ragionevole precauzione per prevenire incidenti;
- Mitigare le conseguenze radiologiche al personale operativo ed alla popolazione, garantendo che gli obiettivi predefiniti nella legislazione in vigore per le emergenze radiologiche siano soddisfatti.

4.4.1.0.3 L'approccio descritto nel presente capitolo si basa in particolare sui seguenti aspetti:

- Classificazione degli eventi e metodologia per l'analisi degli eventi accidentali;
- Obiettivi di protezione dalla radioattività;
- Identificazione delle funzioni di sicurezza.

4.4.1.1 Classificazione delle condizioni operative (categorie di eventi)

4.4.1.1.1 Le condizioni operative applicabili alle attività di disattivazione sono classificate come segue:

- **Categoria I** – operazioni di disattivazione pianificate e comprensive di opere complementari quali ispezione e manutenzione su sistemi e macchinari;
- **Categoria II** – eventi anomali statisticamente possibili durante le attività di disattivazione e causati, ad esempio, dal cedimento di componenti o da errore umano;
- **Categoria III** – eventi accidentali che, sebbene non previsti durante le attività di disattivazione, vengono comunque presi in considerazione ai fini dell'analisi degli incidenti (condizioni accidentali).

4.4.1.2 Criteri progettuali di protezione dalla radioattività

4.4.1.2.1 Gli obiettivi delle dosi per la protezione dalla radioattività, definiti nel VEQ 2012-109 Verbale dell'esperto qualificato n. 109/2012 "Obiettivi di Radioprotezione al CCR" e adottati nel progetto di disattivazione del Complesso INE, sono di seguito indicati:

- Lavoratori esposti:
 - Eventi di Categoria I e Categoria II (obiettivi adottati):
- Dose effettiva media annuale inferiore a 6 mSv;
- Dose effettiva massima annuale inferiore a 10 mSv;
 - Eventi di Categoria III (sono stati adottati criteri progettuali, equivalenti ai limiti di dose): dose effettiva inferiore a 20 mSv per evento (limite annuale di 20 mSv definito nel D.Lgs. 17 marzo 1995, n. 230 e ss. mm. ii. per la normale operatività).
- Popolazione:
 - Eventi di Categoria I e Categoria II (obiettivi): dose efficace annuale inferiore a 10µSv/y (limite delle attività senza rilevanza radiologica);

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	70 di 163
---	---------	--	-----------

- Eventi di Categoria III: dose effettiva inferiore a 1 mSv per evento (i livelli di riferimento per l'avvio delle azioni protettive nei confronti della popolazione in caso di emergenze radiologiche sono definiti nell'Allegato XII al D.Lgs. 17 marzo 1995, n. 230 e ss. mm. ii.).

4.4.1.2.2 Tuttavia, lo scopo delle misure di protezione dalla radioattività adottate nella pianificazione e progettazione di tutti gli interventi, non è soltanto quello di garantire che le dosi siano inferiori ai limiti stabiliti, ma anche quello di soddisfare i livelli minimi ragionevolmente raggiungibili (ALARA). L'applicazione del principio ALARA sarà perseguita negli interventi sui materiali radioattivi con le seguenti modalità:

- Minimizzazione dei livelli di dose individuale per il personale operativo e non, grazie ad un'adeguata organizzazione del lavoro, a misure di schermatura e monitoraggio dell'ambiente di lavoro;
- Confinamento della contaminazione al punto di produzione, grazie all'adozione di tende dotate di apposita ventilazione;
- Minimizzazione dei rilasci all'esterno (di liquidi e/o particelle trasportate in atmosfera) per rendere trascurabile l'impatto sulla popolazione e sull'ambiente;
- Minimizzazione dei rischi radiologici in seguito ad eventi accidentali che possono verificarsi durante le operazioni;
- Uso di tecniche di decontaminazione per massimizzare il rilascio di materiali solidi rimossi dall'impianto;
- Minimizzazione della produzione di rifiuti radioattivi secondari.

4.4.1.2.3 Le conseguenze degli eventi accidentali saranno valutate utilizzando l'analisi basata su assunzioni cautelative, sia per i parametri che caratterizzano l'evento scatenante sia della sua evoluzione successiva. Ciò condurrà ad una valutazione conservativa dei rilasci di radioattività nelle aree di lavoro e, ove applicabile, nell'ambiente e, di conseguenza, a dosi per operatori e popolazione. Per valutarne l'accettabilità, i livelli di rilascio saranno confrontati con i valori specificati come obiettivi di radioprotezione.

4.4.1.2.4 Tuttavia il rispetto degli obiettivi di radioprotezione non esclude la necessità di ricercare soluzioni migliori o ottimali per il raggiungimento degli obiettivi generali di sicurezza per la minimizzazione delle dosi.

4.4.1.2.5 Per raggiungere tali obiettivi, saranno implementate adeguate procedure operative, da eseguire nelle zone a rischio radiologico, durante le fasi di smantellamento e trasferimento dei rifiuti.

4.4.1.3 Funzioni di sicurezza

4.4.1.3.1 Le funzioni di sicurezza sono:

- Confinamento/contenimento dei materiali radioattivi;
- Schermatura delle radiazioni.

4.4.1.3.2 Le funzioni di sicurezza saranno garantite durante le attività di disattivazione per soddisfare i limiti radiologici precedentemente definiti.

4.4.1.3.3 Le funzioni di sicurezza saranno garantite come segue, per varie configurazioni dell'impianto:

- Integrità strutturale di barriere e schermature;
- Confinamento dinamico della radioattività.

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	71 di 163
---	---------	--	-----------

4.4.2 Protezione da eventi naturali esterni

4.4.2.1 Terremoto

4.4.2.1.1 Durante i processi autorizzativi per l'installazione dei nuovi sistemi nel Complesso INE (laboratori PERLA pre-PERLA, PETRA e ETHEL), sono state effettuate attività per la rivalutazione sismica delle strutture dei contenitori a tenuta, al fine di correggere le inadeguatezze strutturali individuate.

4.4.2.1.2 Nell'ambito di queste attività, sono state eseguite opere di rafforzamento strutturale sull'Edificio ADECO ed il Laboratorio PERLA. Questi interventi hanno ripristinato le condizioni di sicurezza delle strutture contro gli eventi sismici.

4.4.2.1.3 Pertanto, tutti gli edifici importanti ai fini della sicurezza possono essere considerati idonei a garantire la necessaria protezione in caso di terremoto, anche durante le operazioni di disattivazione dell'impianto.

4.4.2.1.4 Nelle varie fasi di smantellamento dell'impianto, poiché le condizioni di rischio generale evolvono in modo significativo (perché la radioattività presente nei sistemi/strutture viene progressivamente spostata, confinata e rimossa dall'impianto), il grado di protezione dagli eventi di natura sismica potrebbe andare incontro ad una graduale riduzione.

4.4.2.1.5 Tenuto conto delle suddette considerazioni, l'approccio proposto per la verifica della resistenza agli eventi sismici durante gli interventi di disattivazione è il seguente:

- Le strutture degli edifici dell'impianto classificati come qualificati per gli eventi sismici su base progettuale non saranno alterati fino allo smantellamento del Recipiente in Pressione (RPV) (incluse le strutture interne e la relativa schermatura) ed alla rimozione dei rifiuti generati durante questa attività da INE. Il livello di protezione delle strutture dell'impianto da eventi sismici sarà pertanto mantenuto.
- Possibili interventi mirati a creare un percorso del materiale smantellato non altereranno la resistenza degli edifici ad eventi sismici. Ove necessario, la resistenza ai terremoti sarà verificata mediante i seguenti parametri:
 - Spettro di riferimento definito in VEQ JRC 2011-095 Rev.0 – Sinottico delle Zone Sorvegliate e Controllate del CCR Ispra;
 - Fattore di amplificazione del 20% su tutte le accelerazioni dello spettro. Questo aumento è quello massimo derivante (a parità di "fattore suolo" e smorzamento) dal confronto tra riferimento sismico e quello determinato conformemente al DM14.01.2008 per il sito Ispra.
- Tutti i macchinari e le attrezzature (nuovi o esistenti) utilizzati per le operazioni di smantellamento dell'impianto saranno progettati/verificati conformemente ai requisiti del punto precedente, qualora l'analisi di sicurezza evidenziasse che sia improbabile, ma non impossibile, il verificarsi in contemporanea di un evento sistemico ed il loro utilizzo e le potenziali conseguenze non siano accettabili.
- Una volta completata la rimozione dei materiali contaminati ed attivati e scarificate le pareti interne degli edifici potenzialmente contaminati, la protezione di questi ultimi non sarà più necessaria per finalità di protezione radiologica.

4.4.2.2 Protezione da allagamento e acque di falda

4.4.2.2.1 In base all'analisi effettuate, il rischio di allagamento per INE è ritenuto trascurabile per le seguenti ragioni (Rif.[17]):

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	72 di 163
---	---------	--	-----------

- Nell'area occupata da INE, l'altitudine della falda acquifera è circa 220 m s.l.m. Confrontando questo valore con le altezze minime degli edifici classificati importanti per la sicurezza, la distanza tra il livello del terreno e quello medio delle acque di falda è di circa 14 m, il che lascia un ampio margine di sicurezza, anche senza considerare le opere di impermeabilizzazione; La regione Lombardia certifica che non vi sono ostacoli lungo i corsi d'acqua appartenenti al displuvio;
- Gli edifici sono adeguatamente protetti da inondazioni causate dal livello alto dell'acqua, poiché c'è una sufficiente distanza di sicurezza tra l'impianto ed i fiumi vicini; questa distanza assicura una capacità sufficiente ad eliminare i flussi calcolati tramite metodi di afflusso/deflusso;
- Si escludono fenomeni di inondazioni provocate da tracimazioni del lago;
- E' presente un adeguato sistema di drenaggio, raccolta e smaltimento dell'acqua meteorica il quale, grazie anche alla topografia dell'area, assicura la rimozione dell'acqua verso settori lontani, meno importanti del punto di accesso del container a tenuta e degli edifici ritenuti significativi per la sicurezza;
- Una valutazione della protezione delle acque di falda dalla contaminazione generata dalle attività di progetto sarà eseguita nella Valutazione di Impatto Ambientale.

4.4.2.2.2 Possibili infiltrazioni d'acqua dall'esterno, causate ad esempio da rotture nei pluviali o tracimazione delle grondaie di fronte agli accessi degli edifici, non possono influenzare le aree in cui si trovano sistemi e componenti significativi per la sicurezza o dove ci sia contaminazione radiologica o componenti attivati, poiché le possibili vie di infiltrazione (penetrazione) si trovano più in alto rispetto al livello circostante. Le porte di accesso infatti hanno cordoli rialzati rispetto al livello delle stanze

4.4.2.2.3 Le attività di disattivazione non modificheranno in alcun modo queste caratteristiche fino al rilascio degli edifici e quindi fino al completamento delle attività di rimozione dell'attuale radioattività.

4.4.2.2.4 Qualunque nuova installazione per la gestione dei materiali radioattivi e qualunque edificio la cui destinazione sia modificata (ad esempio per creare nuove aree tampone per i container di rifiuti in attesa di trasferimento all'Area 40) sarà eseguita o modificata in modo da garantire un adeguato livello di protezione da eventuali allagamenti.

4.4.2.3 Vento e uragani

4.4.2.3.1 Le strutture esistenti sono state originariamente progettate per sopportare venti la cui pressione statica equivalente è maggiore dei valori previsti dalla legge italiana in vigore al momento della costruzione.

4.4.2.3.2 Inoltre le strutture di rilievo sono state verificate per accertarsi che sopportino variazioni di pressione ed eventuali effetti provocati da uragani.

4.4.2.3.3 Le caratteristiche dell'uragano preso in considerazione nel progetto e dei relativi fenomeni ed i risultati delle verifiche progettuali sono descritti nel Rif.[26].

4.4.2.3.4 Tutti gli edifici ritenuti significativi ai fini della sicurezza dispongono di strutture in cemento armato.

4.4.2.3.5 Inoltre la struttura delle sale interessate da contaminazione ambientale, o che ospitano componenti attivati o radiologicamente contaminati, non può essere influenzata dagli effetti degli uragani perché gli edifici fungono da schermi protettivi per quelle zone. Considerato quanto sopra, anche in caso di un evento eccezionale come questo, le considerazioni che si applicano sono analoghe a quelle fatte per il terremoto.

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	73 di 163
---	---------	--	-----------

4.4.3 Criteri progettuali generali

4.4.3.1 Sicurezza del lavoro

4.4.3.1.1 Quello della sicurezza sul lavoro è l'approccio adottato per evitare rischi per i lavoratori e l'ambiente. La cultura della sicurezza viene applicata mediante le seguenti misure:

- Selezione di personale idoneo qualificato e con esperienza;
- Completamento dei requisiti formativi generali su sicurezza e protezione dalle radiazioni;
- Sezioni formative specifiche per condizioni particolari (ad esempio lavoro in spazi contenuti/confinati, utilizzo di utensili ed attrezzature speciali, adozione di dispositivi di protezione);
- Partecipazione a sessioni di feedback operativo "in campo" per il miglioramento della sicurezza e dell'efficienza nello svolgimento delle mansioni;
- Livelli di supervisione dal punto di vista della sicurezza e dell'operatività.

4.4.3.2 Sicurezza convenzionale

4.4.3.2.1 Le attività di smantellamento convenzionali coprono sia la demolizione degli Edifici e sistemi all'interno dell'Area Controllata sia la demolizione di quelli situati nelle altre aree del Complesso INE. Queste operazioni saranno pianificate ed eseguite in conformità con il quadro normativo di riferimento, applicabile alle misure di sicurezza e prevenzione sul lavoro.

4.4.3.2.2 In particolare si dovranno seguire questi criteri:

- Minimizzazione dell'esposizione a rischi convenzionali di operatori e dell'ambiente;
- Utilizzo di tecniche di demolizione controllate e direzionali;
- Minimizzazione degli impatti sulle aree esterne;
- Minimizzazione delle sorgenti di vibrazione che potrebbero impattare le strutture non ancora demolite;
- Minimizzazione dei rischi associati al funzionamento delle macchine demolitrici, attuando idonee condizioni lavorative;
- Ottimizzazione delle sequenze di smantellamento e della demolizione, con riferimento al trasferimento ed allo stoccaggio dei materiali che ne derivano;
- Utilizzo di tecniche selettive di demolizione per la gestione controllata dei materiali generati;
- Raccolta differenziata dei rifiuti generati, finalizzata al riciclaggio ed alla trasformazione, in conformità alla normativa vigente;
- Minimizzazione dei potenziali rischi di incendio;
- Minimizzazione dei costi operativi e della durata delle attività e ottimizzazione delle risorse umane.

4.4.3.3 Operazioni di disattivazione

4.4.3.3.1 Le attività di smantellamento saranno progettate al fine di garantire i seguenti criteri di base:

- Minimizzazione dei rischi nucleari e convenzionali per il personale operativo;
- Minimizzazione dell'impatto ambientale;
- Minimizzazione della quantità dei rifiuti radioattivi prodotti;
- Gestione dei materiali generati durante le attività di smantellamento in conformità con la legislazione vigente;

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	74 di 163
---	---------	--	-----------

- Ottimizzazione di tempi e costi.

4.4.3.3.2 I criteri di base saranno rispettati grazie ad una serie di specifici criteri progettuali, utilizzati nella pianificazione ed esecuzione delle operazioni di disattivazione ed indicati nei sottoparagrafi che seguono.

4.4.3.3.3 I criteri di base hanno un impatto su alcuni aspetti progettuali fondamentali, di seguito elencati:

- Quando si definisce la sequenza più idonea delle attività di smantellamento in una determinata area dell'impianto, è necessario eseguire una valutazione per definire se sia preferibile iniziare dai componenti più radioattivi (per ridurre le dosi al personale), oppure invertire la sequenza, qualora la rimozione dei componenti meno radioattivi permetta di facilitare le operazioni seguenti su quelli più radioattivi (con la conseguente riduzione dei tempi di intervento e quindi dell'esposizione degli operatori);
- Durante le attività di smantellamento sui sistemi contaminati, ci sarà almeno una barriera di confinamento, rappresentata dallo stesso Edificio, dotato almeno di un impianto di ventilazione (estrazione HEPA). In caso di sistemi con elevati livelli di contaminazione (criteri di doppio confinamento) sarà sempre presente un'ulteriore barriera di confinamento, per dividere la zona di lavoro dal resto delle aree/Edificio. Laddove si utilizzi un'unità di ventilazione per più di un tipo di contenimento congiunto, il sistema sarà suddiviso per far defluire l'aria da "sporca a pulita" (o dall'area sorgente al filtro);
- Le strade di accesso e le vie di trasporto non devono interrompere la funzione di confinamento;
- I potenziali rischi di incendio saranno ridotti al minimo;
- Saranno utilizzate tecniche di decontaminazione in tutti i casi in cui ciò sia ritenuto vantaggioso per l'allontanamento dei materiali o per ridurre le dosi al personale;
- Saranno attuate una raccolta differenziata dei rifiuti prodotti ed un'organizzazione del lavoro per ridurre al minimo i rischi di contaminazioni incrociate;
- I costi operativi e la durata delle attività saranno ridotti al minimo e si ottimizzeranno le risorse umane.

4.4.3.3.4 Tenuto conto delle suddette considerazioni, si utilizzeranno vari metodi di intervento a seconda del tipo di materiale coinvolto nelle operazioni di smantellamento/demolizione.

4.5 Tecniche di taglio

4.5.1 Principi operativi

4.5.1.0.1 La scelta dei metodi di taglio per ogni progetto di smantellamento dipende dalla situazione effettiva dell'impianto.

4.5.1.0.2 In base alle esigenze progettuali, tra le varie tecniche di taglio, le seguenti sono generalmente consigliate per le operazioni di smantellamento del Complesso INE:

- Recisione – metodo di taglio eccellente per la segmentazione di strutture interne, ove applicabile, utilizzato ove possibile per evitare la produzione di trucioli;
- Sega a nastro – metodo primario di taglio per segmentazione di strutture interne e RPV, per materiali molto duri e spessi; metodo di taglio consigliato per materiali molto irradiati come deflettori, strutture di supporto dei deflettori e la parte centrale della

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	75 di 163
---	---------	--	-----------

struttura di supporto del nocciolo a causa della ridotta formazione di trucioli per i solchi di taglio ristretti;

- Sega a disco – metodo di taglio secondario consigliato per la segmentazione delle strutture interne;
- Tornitura/fresatura/giunzione – per la maggior parte dei tagli a secco di tubi ed ugelli;
- Oxy-fuel – limitato ad elementi poco contaminati, ma abbastanza rapido per le strutture.

4.5.1.0.3 Per quanto riguarda i progetti di segmentazione del reattore, si deve tener conto delle seguenti considerazioni:

1. Taglio a getto di plasma (PAC) – Non è consigliato l'uso in acqua per via del problema della dose collegato al controllo dei trucioli. Per le strutture in acciaio inossidabile ci sono applicazioni di taglio a secco;
2. Oxy-fuel – Non utilizzabile in acqua. Se utilizzato in aria, necessita di confinamento e filtrazione. Il suo utilizzo andrebbe limitato ad elementi poco contaminati;
3. Taglio a getto d'acqua abrasivo (AWJC) – Il suo uso non è consigliato a causa dell'elevata quantità di rifiuti secondari e del costo elevato del sistema di filtraggio dell'acqua necessario per il controllo dei detriti. Il mancato controllo dei detriti è estremamente rischioso per questo processo. Le conseguenze possono essere, attività elevata nell'acqua della piscina con conseguente dose elevata per il personale, contaminazione dell'atmosfera e mancanza di visibilità in piscina. Anche nelle applicazioni in aria vi sono problemi di controllo dei detriti, che necessitano di confinamento e filtraggio;
4. Lavorazione con disintegrazione del metallo (MDM) – Il suo impiego andrebbe limitato a pochissime operazioni, a causa della formazione di idrogeno e della necessita di un ampio sistema di filtraggio.
5. Recisione – Metodo di taglio eccellente per la segmentazione delle strutture interne, ove applicabile. Andrebbe utilizzato, ove possibile, per eliminare la formazione di detriti.
6. Sega a nastro – Attualmente ritenuto il principale metodo di taglio per la segmentazione di strutture interne e RPV. E' importante che l'attrezzatura sia la più compatta possibile per evitare problemi di sovraffollamento nella cavità del reattore. Grazie alla sega a nastro, si possono tagliare materiali molto duri e spessi. Metodo di taglio consigliato per materiali molto irradiati come deflettori, strutture di supporto dei deflettori e la parte centrale della struttura di supporto del nocciolo a causa della ridotta formazione di trucioli nei solchi di taglio ristretti.
7. Sega a disco – metodo di taglio secondario attualmente consigliato per la segmentazione delle strutture interne. E' importante che l'attrezzatura sia la più compatta possibile per evitare problemi di sovraffollamento nella cavità del reattore.
8. Tornitura/fresatura/giunzione – per la maggior parte dei tagli a secco di tubi ed bocchelli.
9. Altri metodi possono essere più idonei per il taglio di pareti molto pesanti, come nel caso del taglio dei bocchelli di ingresso/uscita del reattore, a filo con la superficie esterna del recipiente in pressione (RPV).

4.5.2 Taglio di materiali specifici

4.5.2.0.1 Le proprietà fisiche di ogni materiale da gestire influenzano la scelta della tecnica di taglio. Nella pianificazione dell'operazione di taglio si dovrebbe tenere conto delle seguenti considerazioni.

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	76 di 163
---	---------	--	-----------

- **Piombo:** il piombo non andrebbe tagliato con metodi di taglio termico a causa della tossicità dei suoi vapori e degli effetti di auto-saldatura, in caso di riduzione della temperatura. Il piombo andrebbe tagliato utilizzando soprattutto utensili meccanici. Sebbene il metodo a getto d'acqua abrasivo possa essere considerato un'opzione fattibile, si deve tenere conto anche dei problemi connessi allo smaltimento delle miscele di materiale abrasivo+metallo.
- **Zircaloy:** Lo zircaloy è un materiale piroforico e la pericolosità del suo comportamento diminuisce in funzione della dimensione dei trucioli (nessun rischio se la dimensione supera 4 mm). La recisione e gli utensili con spigoli sono i metodi migliori per il taglio dello zircaloy in aria. Lo si può tagliare anche in acqua o in atmosfera inerte. Lo zircaloy può essere tagliato con un dispositivo di taglio a bassa velocità in aria (sega) con l'ausilio di un sistema di aspirazione posizionato vicino alla lama; i trucioli confluiscono in un tamburo riempito con acqua.

4.5.3 Rifiuti secondari derivanti da attività di taglio

4.5.3.0.1 I rifiuti secondari prodotti dal taglio meccanico includono trucioli metallici (soprattutto da tornitura), lame e dischi usati. Inoltre, è possibile che si generi una piccola quantità di cartucce dei filtri dell'impianto di pulizia ad acqua per le applicazioni in acqua. In quest'ultimo caso, potrebbe essere necessario gestire l'inventario dell'acqua della piscina, da smaltire come rifiuto liquido. L'AWJC genera un'elevata quantità di rifiuti secondari, principalmente materiale abrasivo al quale aderiscono particelle meccaniche. Esso viene raccolto da cicloni ad azione meccanica, ma potrebbe anche essere presente una piccola quantità di cartucce dei filtri, derivanti dalla raccolta di particelle piccolissime o materiali sciolti. Inoltre l'acqua utilizzata per il processo (se eseguito in aria) o tutto l'inventario dell'acqua della piscina (applicazioni in acqua), potrebbe dover essere gestita e smaltita come rifiuto liquido. I rifiuti secondari associati ai metodi termici includono soprattutto scorie macroscopiche, da raccogliere meccanicamente, e cartucce dei filtri dell'aria o dell'acqua, utilizzati per la raccolta di particelle fini, fumo, e polveri generate durante il taglio.

4.5.3.0.2 La creazione prevista di rifiuti secondari, associati a ciascuna metodologia, dipenderà in modo significativo da fattori quali:

1. Spessore, composizione e durezza del pezzo da lavorare;
2. Lunghezza e velocità di taglio;
3. Ambiente (in acqua o in aria);
4. Potenziale contaminazione dell'attrezzatura;
5. Potenziale riutilizzo dell'attrezzatura dopo la decontaminazione.

4.5.3.0.3 Pertanto il confronto tra diverse metodologie, con riferimento alla creazione di rifiuti secondari, varia a seconda dei casi.

4.5.4 Requisiti dell'impianto di ventilazione per il taglio

4.5.4.0.1 Il processo di taglio meccanico a freddo non necessita di confinamento, né di modifiche all'attuale impianto di alimentazione ed estrazione dell'aria. Il processo di taglio meccanico a caldo (ad esempio rettifica) può, invece, generare scintille e creare del fumo. Pertanto potrebbero rendersi necessari il confinamento ed il filtraggio dell'aria di scarico. I metodi termici richiedono l'utilizzo di un confinamento locale, con alimentazione dell'aria e filtraggio dedicato degli scarichi. I filtri HEPA dovranno essere protetti da particelle calde e la temperatura dei gas non deve superare un valore massimo, in base al tipo di filtro (ad esempio 80° C per i filtri standard Camfil).

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	77 di 163
---	---------	--	-----------

- 4.5.4.0.2 Ciò richiede un ulteriore equipaggiamento specifico per bloccare le particelle incandescenti, come ad esempio pre-filtri (o filtri rimovibili) che proteggano gli HEPA. Andrebbero inoltre adottati filtri antincendio per proteggere gli HEPA dal rischio di incendi e sensori di temperatura sulle condutture e nei dispositivi di rilevamento degli incendi.
- 4.5.4.0.3 Si consiglia l'impiego di pre-filtri per proteggere gli HEPA quando si usano utensili a filo diamantato, soprattutto per le applicazioni di taglio del calcestruzzo, per la potenziale formazione di elevate quantità di polveri di cemento.
- 4.5.4.0.4 Infine, se si utilizza il taglio a getto d'acqua abrasivo (AWJC) in aria, potrebbe essere necessario asciugare il filtro HEPA a monte, per rimuovere goccioline di acqua dal flusso di ventilazione.

4.6 Tecniche di decontaminazione

4.6.1 Applicazione della decontaminazione

- 4.6.1.0.1 Ad eccezione del recipiente in pressione (RPV) del reattore, che è attivo, l'approccio migliore consiste nella riduzione delle dosi, preceduta da decontaminazione, in linea per i circuiti che lo consentono o localmente, mediante varie tecniche. Queste ultime saranno analizzate qui di seguito.
- 4.6.1.0.2 La decontaminazione offre il vantaggio di ridurre il rischio radiologico e le dosi per gli operatori, ma comporta la produzione di rifiuti secondari che devono essere trattati, con la conseguente produzione di ulteriori contenitori da inviare al deposito di livello radiologico intermedio.
- 4.6.1.0.3 Per ciò che concerne la contaminazione all'interno dei tubi, la decontaminazione potrebbe non essere sufficientemente efficace da permettere il rilascio incondizionato dell'elemento senza ulteriore trattamento dopo lo smantellamento; in questi casi la decontaminazione non è conveniente.
- 4.6.1.0.4 La decontaminazione finale dell'edifici è un'attività indispensabile che permette il rilascio del sito.

4.6.2 Scelta delle tecniche di decontaminazione

- 4.6.2.0.1 Tra le varie tecniche di decontaminazione, la scelta deve orientarsi verso quelle adeguate per la disattivazione del complesso INE, con il supporto di corrette motivazioni:
- Decontaminazione in linea solo su pochi circuiti selezionati poichè:
 - Solo pochi circuiti presentano una contaminazione che comporta elevate dosi per gli operatori;
 - Per i circuiti selezionati, la riduzione di dose che ne consegue è di circa un terzo della dose totale all'operatore durante le operazioni di disattivazione;
 - Per i circuiti selezionati, tenendo conto anche dei rifiuti secondari, si ottiene una riduzione dei rifiuti di Categoria II.
 - Decontaminazione manuale dei circuiti e delle superfici delle strutture prima dello smantellamento. Tra le tecniche manuali, si possono utilizzare rivestimenti rimovibili, gel aspirabili o tessuti umidi. Consigliata per le seguenti ragioni:
 - La contaminazione del Complesso INE non è diffusa, ma localizzata in alcuni circuiti ed aree; la maggior parte dei materiali da smantellare sono puliti;

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	78 di 163
---	---------	--	-----------

- L'operazione comporta una certa dose per gli addetti che eseguono la decontaminazione, tuttavia riduce le dosi della squadra addetta allo smantellamento ed alla manipolazione dei materiali essendo il tempo di smantellamento più lungo rispetto a quello di decontaminazione;
- I rifiuti secondari non sono liquidi e si limitano a rifiuti solidi o tecnologici normalmente compattabili.
- Decontaminazione manuale delle pareti in cemento dopo lo smantellamento. Tra le tecniche manuali, si possono utilizzare l'aspirazione con gli HEPA, i rivestimenti rimovibili, i gel aspirabili o tessuti umidi. I risultati migliori nella decontaminazione si ottengono associando varie tecniche. La si consiglia per le seguenti ragioni:
 - La contaminazione delle pareti del Complesso INE non è diffusa, ma concentrata in alcuni punti di determinate aree;
 - I rifiuti secondari non sono liquidi e si limitano a rifiuti solidi o tecnologici normalmente compattabili;
 - L'operazione, quando riesce, previene la scarificazione delle pareti, che è una tecnica molto più invasiva.
- Scarificazione delle pareti e dei pavimenti in cemento, quando la pulizia manuale non riesce. Le possibili tecniche da utilizzare saranno la raspatura, la graffiatura manuale o grattatura.

4.7 Unità di confinamento locale

- 4.7.0.0.1 Le unità di confinamento locale, generalmente vengono utilizzate quando le operazioni di smantellamento lo richiedano per motivi radiologici o di segregazione.
- 4.7.0.0.2 Le tende di confinamento solitamente delimitano:
- Un'area di intervento;
 - Un ingresso/uscita per il personale;
 - Un armadio dove riporre le attrezzature utilizzate per la decontaminazione.
- 4.7.0.0.3 Si può aggiungere un compartimento in caso di utilizzo di tute ad aria. Il compartimento sarà utilizzato per disindossare la tuta ad aria.
- 4.7.0.0.4 La configurazione delle aree di ventilazione assicura il rispetto dei seguenti criteri di sicurezza:
- Confinamento dinamico, che impone la circolazione dell'aria dalle aree a basso rischio di contaminazione verso quelle ad alto rischio;
 - Pulizia dell'atmosfera, attraverso il ricambio dei volumi di aria;
 - Trattamento dell'aria di scarico mediante un dispositivo di filtraggio con filtro HEPA;
 - Monitoraggio dell'aria di scarico, per individuare eventuale diffusione della contaminazione.

5 ATTIVITÀ DI DISATTIVAZIONE

5.1 Descrizione generale

- 5.1.0.0.1 La pianificazione delle attività di disattivazione è illustrata nella seguente Tabella:

ATTIVITA'	
Attività preparatorie (propedeutiche allo smantellamento) escluse dal SIA	ATTIVITA' 1: Allestimento aree buffer
	ATTIVITA' 2: Riconfezionamento di rifiuti POCO
	ATTIVITA' 3: Allestimento servizi ausiliari
	ATTIVITA' 4: Decontaminazione online
	ATTIVITA' 5: Caratterizzazione ADECO, Perla, camino
	ATTIVITA' 6: Modifiche layout di sito
Smantellamento principale (singola fase)	ATTIVITA' 7: Smantellamento componenti ESSOR
	ATTIVITA' 8: Smantellamento blocco reattore
	ATTIVITA' 9: Smantellamento componenti ATFI
	ATTIVITA' 10: Trasferimento acqua piscina
	ATTIVITA' 11: Smantellamento componenti ADECO
	ATTIVITA' 12: Smantellamento sistemi ausiliari
Rilascio del sito	ATTIVITA' 13: Decontaminazione delle strutture civili
	ATTIVITA' 14: Final survey (campagna finale di caratterizzazione)
Demolizioni (Convenzionale)	ATTIVITA' 15: Demolizione delle strutture civili
	ATTIVITA' 16: Demolizione del camino (ventilation stuck)
	ATTIVITA' 17: Demolizione Carroponte (polar craine)
Verifica finale	ATTIVITA' 18: Campagna finale di verifica

Tabella 5-1: Elenco delle attività pianificate per la disattivazione del Complesso INE

- 5.1.0.0.2 Tutti i lavori inseriti in ciascuna attività saranno di seguito descritti. Ovviamente i dettagli forniti si riferiscono al tipo di lavoro ed al tempo che si prevede intercorrerà tra l'inizio dell'attività di disattivazione e lo svolgimento di quei compiti specifici. Ciò significa che la descrizione delle attività inserite nelle attività preparatorie e nelle attività di disattivazione sarà molto più dettagliata di quella fornita per le altre tre attività.
- 5.1.0.0.3 In Figura 5-1 viene riportato un GANTT preliminare del progetto nel quale la durata delle attività precedentemente descritte viene messa in relazione coi tempi.

5.2 Lavori preparatori

5.2.0.0.1 Nell'ambito dell'attuale licenza, una serie di attività preparatorie è stata programmata; esse includono:

- Allestimento aree buffer
- Gestione dei rifiuti presenti nell'impianto
- Allestimento servizi ausiliari
- Decontaminazione in linea di sistemi selezionati
- Caratterizzazione ADECO, PERLA, Camino
- Modifiche layout di sito

5.2.1 Allestimento aree buffer

5.2.1.0.1 La preparazione di aree buffer è un aspetto fondamentale delle attività preliminari.

5.2.1.0.2 Per una gestione ottimale delle operazioni all'interno di INE saranno previste aree buffer provvisorie per lo stoccaggio dei materiali. Le aree di stoccaggio saranno utilizzate per accogliere e stoccare provvisoriamente i fusti vuoti ed i fusti ed i contenitori imballati.

5.2.1.0.3 Tutte le aree individuate al momento sono vuote e non presentano particolari vincoli di licenza. Non si prevede la rimozione di componenti o attrezzature. Esse saranno preparate ed equipaggiate appositamente per questo servizio.

5.2.1.0.4 Aree buffer interne a ESSOR

Sono state considerate quattro tipologie di aree buffer:

- Un'area buffer per fusti vuoti e contenitori.
- Un'area buffer per materiali potenzialmente allontanabili, imballati in scatole prismatiche.
- Un'area buffer per i rifiuti radioattivi di Categoria II, imballati in fusti.
- Un'area buffer per i rifiuti radioattivi di Categoria III, imballati in contenitori di Categoria III.

5.2.1.0.5 Aree buffer interne a ADECO

Si prendono in considerazione due tipologie di aree buffer:

- Un'area buffer per fusti vuoti e contenitori prismatici (come detto sopra, pronti all'utilizzo durante le attività).
- Un'area buffer per i rifiuti radioattivi, imballati in fusti.

5.2.1.0.6 Aree buffer interne a ATFI

Si prendono in considerazione tre tipologie di aree buffer:

- Un'area buffer per fusti vuoti e contenitori prismatici pronti all'uso.
- Un'area buffer per i rifiuti radioattivi, imballati in fusti.
- Un'area buffer per i rifiuti radioattivi, imballati in fusti ed in contenitori per il trasporto interno.

5.2.1.0.7 Aree buffer per contenitori CP-5.2

Per questi contenitori un'adeguata area buffer è prevista all'interno del complesso INE.

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	82di 163
---	---------	--	-------------

5.2.2 Gestione dei rifiuti presenti nell'impianto

5.2.2.0.1 Attualmente in vari punti degli edifici ESSOR, ADECO ed ATFI, stoccati in fusti, si trovano una certa quantità di materiali, apparecchiature (tossici, pericolosi a bassa attività radiologica) denominati " loose" e POCO, generati dallo smantellamento post-operativo (POCO).

5.2.2.0.2 Le Figure 5-2, 5-3, 5-4 e 5-5 seguenti mostrano i relativi locali.

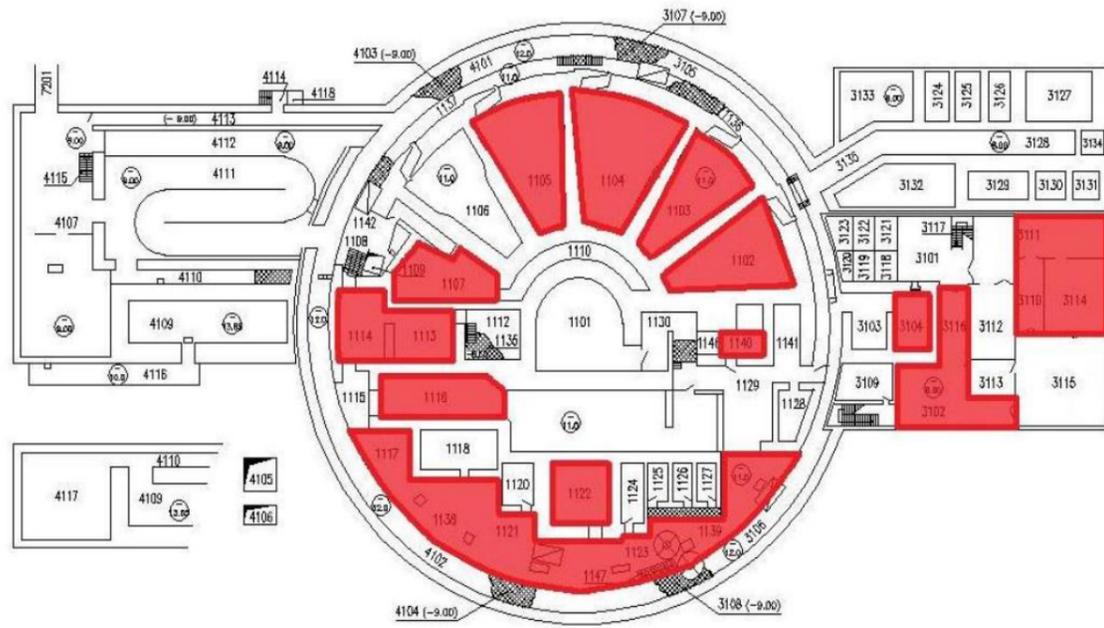


Figura 5-2: Ubicazione attuale dei rifiuti LOOSE/POCO (altezza -11,0 m)

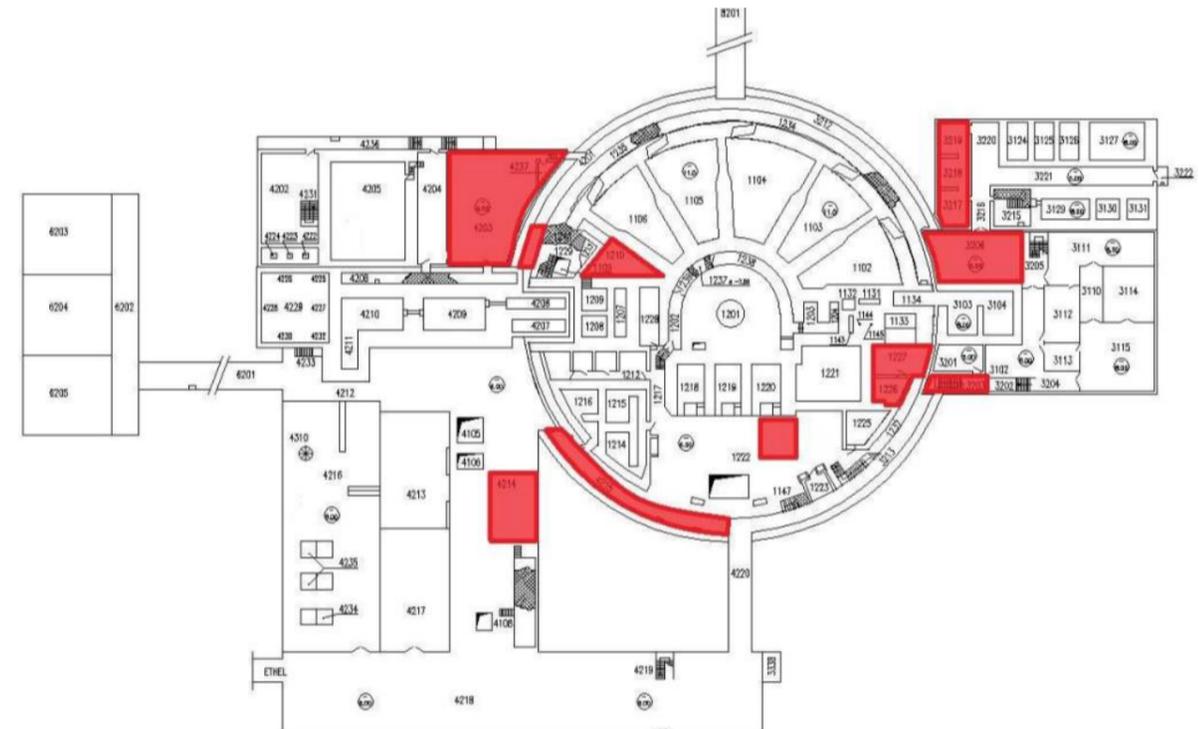


Figura 5-3: Ubicazione attuale dei rifiuti LOOSE/POCO (altezza -6,5 m)

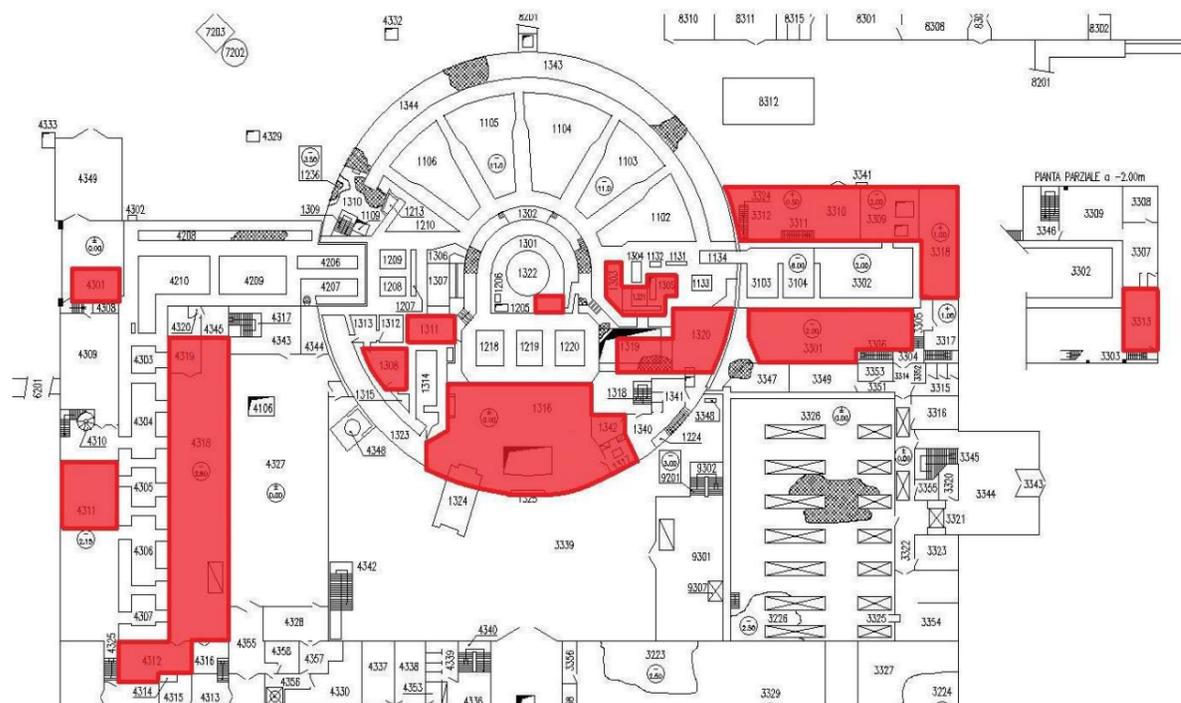


Figura 5-4: Ubicazione attuale dei rifiuti LOOSE/POCO (altezza+0,0 m)

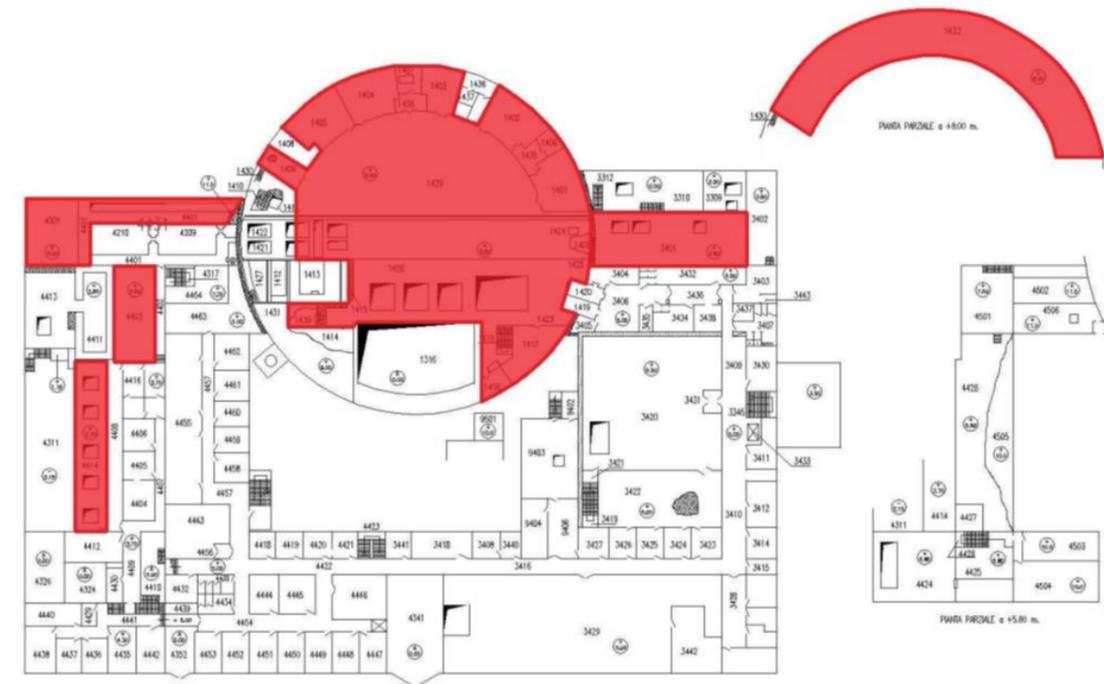


Figura 5-5: Ubicazione attuale dei rifiuti LOOSE/POCO (altezza+5,0 m)

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	84 di 163
---	---------	--	-----------

5.2.2.0.3 La Tabella seguente mostra la quantità totale di rifiuti presenti in ogni locale (ESSOR, ATFI, ADECO, altre aree).

Locale	Peso (kg)								
	Acciaio al carbonio	Rame	Piombo	Plastica	Mat. Cellul.	Organico	Cemento	Mat. da demoliz.	Vetro
ESSOR	58.963,5	245,0	10.029,2	3.684,2	320,0	3.000,0	2.475,0	5.426,5	5.690,0
ATFI	39.501,4	490,0	1.134,0	6.090,5	220,0	3.750,0	500,0	-	-
ADECO	17.930,0	-	-	3700,0	370,0	150,0	-	-	-
Altre aree	5.980,0	-	-	50,0	-	-	-	-	-
TOTALE	122.374,9	735,0	11.163,2	13.524,7	910,0	6.900,0	2.975,0	5.426,5	5.690,0

Tabella 5-2: Quantità di rifiuti presenti

5.2.2.0.4 La gestione dei rifiuti LOOSE e POCO all'interno degli edifici ATFI, ADECO, ESSOR ed altre aree prevede la caratterizzazione preliminare del materiale attualmente stoccato, la sua identificazione nei corrispondenti flussi ed il riempimento dei contenitori per il loro stoccaggio (fusti e contenitori prismatici). Una volta gestito in sicurezza tutto il materiale e quando lo si sarà disposto nei contenitori, si provvederà al suo stoccaggio provvisorio nell'Area Controllata e lo si tratterà nel rispetto della strategia di gestione generale durante la fase di smantellamento generale.

5.2.3 Allestimento servizi ausiliari

5.2.3.0.1 Una valutazione ed eventualmente riorganizzazione dei principali sistemi ausiliari, di seguito elencati, è prevista:

- Sistema elettrico
- Sistema antincendio
- Ventilazione
- Aria compressa
- Acqua industriale
- Monitoraggio ambientale.

5.2.4 Decontaminazione in linea di sistemi selezionati

5.2.4.0.1 E' stata eseguita un'analisi della decontaminazione in linea di alcuni sistemi attualmente fuori servizio per ridurre la quantità finale di rifiuti radioattivi (declassificando alcuni materiali contaminati) e l'esposizione del personale durante lo smantellamento di elementi fortemente contaminati. La decontaminazione in linea prevede le seguenti fasi:

- Controllo dell'integrità dei sistemi /componenti per i quali la decontaminazione in linea è idonea ed efficace;
- Misurazione e valutazione del tipo di decontaminazione;
- Scelta della tecnica di decontaminazione in linea e progettazione dell'intervento;
- Approvvigionamento dell'unità di decontaminazione portatile e di serbatoi provvisori per la soluzione di decontaminazione;
- Interventi e misure provvisorie per il ricircolo delle soluzioni di decontaminazione;
- Esecuzione della decontaminazione;
- Controllo della contaminazione ancora presente nel circuito;
- Rimozione delle misure provvisorie;

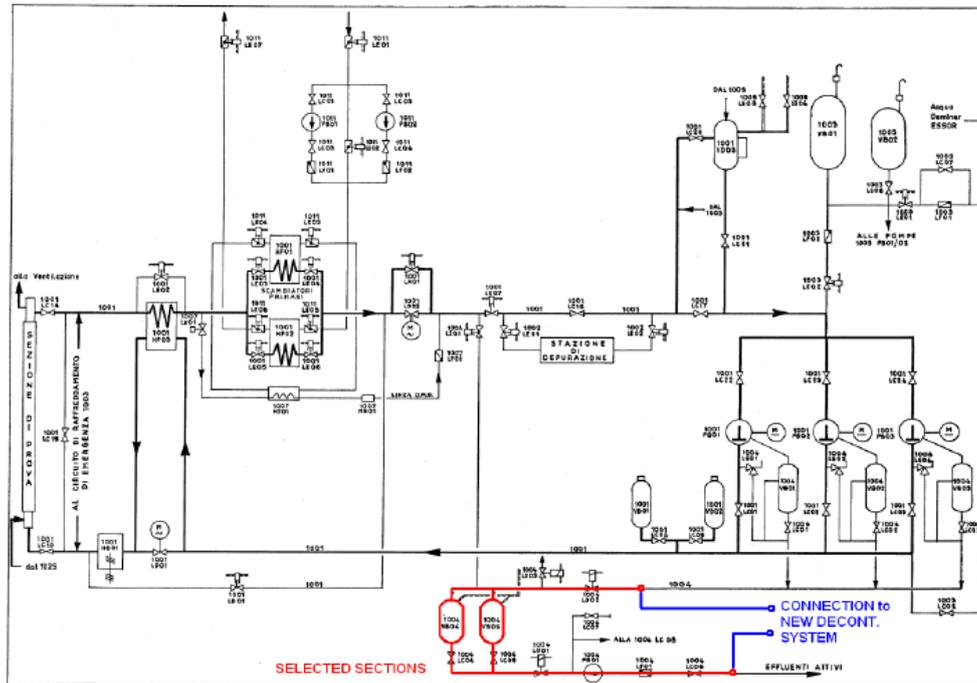


Figura 5-7: Decontaminazione in linea (circuito di scarico CART)

5.2.4.0.5 I sistemi proposti sono stati prescelti perché:

- Gran parte della contaminazione è contenuta lì;
- In generale è possibile realizzare un circuito chiuso di decontaminazione con vantaggi, quali la portata elevata e quindi un'efficace decontaminazione.

5.2.4.0.6 Il Recipiente in Pressione (RPV) e le sue strutture interne sono esclusi perché un attacco chimico ai componenti attivati:

- È inutile ai fini della decontaminazione;
- Aumenta la produzione di rifiuti secondari;
- Comporta un sostanziale incremento dell'attività trasferita ai rifiuti secondari prodotti;
- Può provocare una cross-contamination tra serbatoio e sistema ad esso collegato.

5.2.4.1 Risultati previsti

5.2.4.1.1 La decontaminazione in linea dei circuiti selezionati permetterà la declassificazione di gran parte dei componenti: se i limiti di allontanamento non vengono soddisfatti, il processo produrrà comunque una netta riduzione della dose integrata per gli operatori coinvolti nelle attività di smantellamento.

5.2.4.1.2 Si noti inoltre che nei processi di decontaminazione in linea, il fattore di decontaminazione (DF) è funzione di numerosi parametri (processi di decontaminazione adottati, livello di contaminazione iniziale, materiali trattati, portata nei circuiti di decontaminazione, numero di cicli di decontaminazione eseguiti).

5.2.4.1.3 Ecco perché è preferibile fissare un obiettivo DF (da controllare durante il processo di decontaminazione); grazie ad un teledosimetro si controllerà il DF ed il processo sarà eseguito fino al raggiungimento dell'obiettivo.

5.2.4.1.4 La scelta del target è il risultato di una complessa analisi economica, necessaria per ottenere il miglior valore di decontaminazione nella lavorazione dei rifiuti. Più cicli di

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	87 di 163
---	---------	--	-----------

applicazione portano ad una maggiore efficienza di decontaminazione, ma anche ad un aumento dei costi di lavorazione e dei rifiuti secondari.

5.2.5 Caratterizzazione ADECO, PERLA, Camino

5.2.5.0.1 Per avere una fotografia completa ed esaustiva dello stato dell'impianto, è programmata una caratterizzazione fisica e radiologica di ADECO, Perla, Camino e altri parti di impianto non ancora caratterizzati.

5.2.6 Modifiche layout

5.2.6.0.1 Eventuali modifiche relative a locali ed accessi, per facilitare le attività di smantellamento, sono previste nel programma sia dal punto di vista autorizzativo che da quello esecutivo.

5.2.7 Altre attività preliminari

5.2.7.0.1 Oltre alle attività sopra menzionate, prima dell'inizio delle attività di disattivazione, altre attività sono pianificate:

- Gestione del combustibile irradiato e HLW in INE: trasferimento di tutto il materiale irradiato.
- Gestione dell'eventuale presenza di amianto ed altri materiali pericolosi.
- Trattamento dell'acqua della piscina del combustibile esausto: si prevede un trattamento preliminare dell'acqua prima dell'invio all'impianto di trattamento, come attività preparatoria;
- Predisposizione di infrastrutture generali (accesso, viabilità, ecc.);
- Anticipazione dello smantellamento degli edifici ausiliari convenzionali (Edifici 86a, 86c, 86d, 87b);
- Preparazione di una stanza all'interno dell'edificio ESSOR (sala del reattore) per la caratterizzazione dei rifiuti radioattivi.

5.3 Operazioni di disattivazione

5.3.0.0.1 Le operazioni di disattivazione previste per modificare lo stato corrente dell'impianto e per liberarlo da vincoli radiologici sono descritte nei paragrafi seguenti. In base alla strategia di disattivazione generale precedentemente descritta e che prevede uno smantellamento in un'unica fase dopo l'approvazione dell' "Istanza", tutte le operazioni sono state distinte in "Unità di intervento" (IU), definite sulla base dei seguenti criteri:

- **Le IU sono classificate in base alle attività previste per ogni zona:** aree adiacenti che necessitano di attrezzature specifiche e/o che prevedono lo smantellamento delle stesse tipologie di componenti sono raggruppate in una singola IU.
- **Le IU sono separate a seconda delle caratteristiche fisiche e radiologiche di ogni area:** tutte le aree di una singola IU possono appartenere solo ad un'Area Controllata o ad un'Area sorvegliata, ma non ad un insieme delle due. Inoltre le aree con diverso rischio radiologico e convenzionale (ad esempio componenti pesanti da gestire, presenza di contaminazione esterna) sono separate in IU differenti, per poter utilizzare le stesse attrezzature di un'IU anche in un'altra. Inoltre le unità caratterizzate da un livello superiore di rischio possono richiedere dispositivi di protezione specifici, non necessari nelle IU "più semplici".
- **Ogni IU è un'area a sé stante:** le attività nelle diverse IU possono essere svolte in parallelo, senza interferenze dovute alle operazioni di smantellamento. Tuttavia

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	88 di 163
---	---------	--	-----------

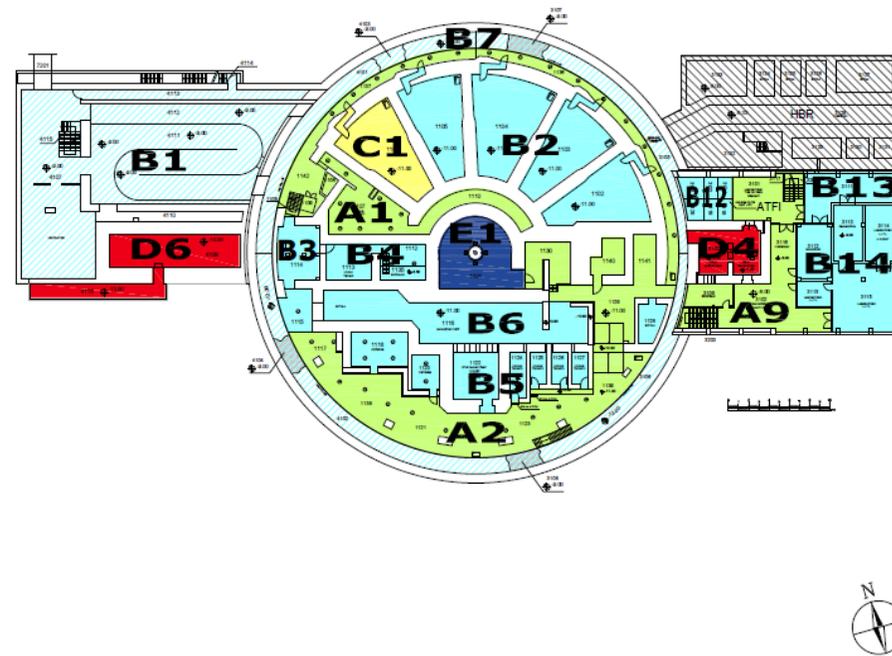
alcune IU comprendono sale e corridoi; pertanto le attività riguardanti queste aree possono avere un impatto sui percorsi dei materiali e dei rifiuti.

- **Ogni IU può includere sotto-unità distinte:** le aree fisicamente collegate (ovvero appartenenti ad aree adiacenti o allo stesso sistema) o che prevedono operazioni simili (ad esempio ospitano elementi simili, come le casematte) possono essere smantellate locale per locale, ma sono tutte identificate da un'unica IU.
- **IU differenti possono coprire la stessa area:** nel caso di operazioni di pre-decontaminazione, una singola area può far parte di due IU differenti; la prima include le attività preparatorie che saranno eseguite per agevolare il successivo smantellamento, e rientra nell'ambito della seconda IU.

5.3.0.0.2 Tutte le IU descritte nelle sezioni che seguono coprono l'intero smantellamento di tutto il Complesso INE; sono state individuate cinque classi differenti:

- **Gruppo A:** aree appartenenti all'Area Sorvegliata o all'Area Controllata, che ospitano componenti non attivi o che non evidenziano rischi o vincoli significativi, sia dal punto di vista del rischio convenzionale, sia dal punto di vista di quello radiologico. Questo gruppo include gran parte dell'impianto.
- **Gruppo B:** stanze dell'Area Sorvegliata o Area Controllata che ospitano componenti non attivi o poco contaminati, ma che necessitano di operazioni specifiche per essere gestiti. Ad esempio, elementi di grandi dimensioni che richiedono uno specifico sistema di manipolazione per poter essere spostati o tagliati, oppure alcuni serbatoi contaminati internamente, che devono essere rimossi o trattati prima di iniziare le attività di smantellamento. Questo secondo gruppo è generalmente caratterizzato da un basso rischio radiologico (come prima, ovvero il rischio può essere minimizzato con un minimo impegno), ma può presentare un rischio convenzionale.
- **Gruppo C:** queste IU coinvolgono solo stanze appartenenti alle Aree Controllate, caratterizzate da elevati livelli di dose e che possono richiedere l'impiego di dispositivi controllati parzialmente a distanza o una schermatura dedicata. In base alla situazione radiologica attuale dell'impianto, poche aree presentano queste caratteristiche, ma pongono un elevato rischio radiologico.
- **Gruppo D:** queste IU coinvolgono solo le stanze delle Aree Controllate che ospitano elementi contaminati esternamente e /o contaminazione sulle superfici delle pareti. Queste aree non evidenziano un elevato livello di radioattività, e possono essere smantellate e trattate direttamente e con utensili manuali; tuttavia, come per il gruppo precedente, queste IU necessitano di speciali accorgimenti per prevenire i rischi radiologici.
- **Gruppo E:** queste IU sono collegate ad attività particolari che necessitano di misure specifiche e per questo motivo non possono essere considerate parte dei quattro gruppi precedenti e necessitano di descrizioni altrettanto specifiche. Queste attività sono:
 - Smantellamento del reattore ESSOR;
 - Smantellamento della piscina di decadimento.

5.3.0.0.3 Le Figure 5-8, 5-9, 5-10, 5-11 e 5-11 mostrano la divisione tra IU lungo il Complesso INE.

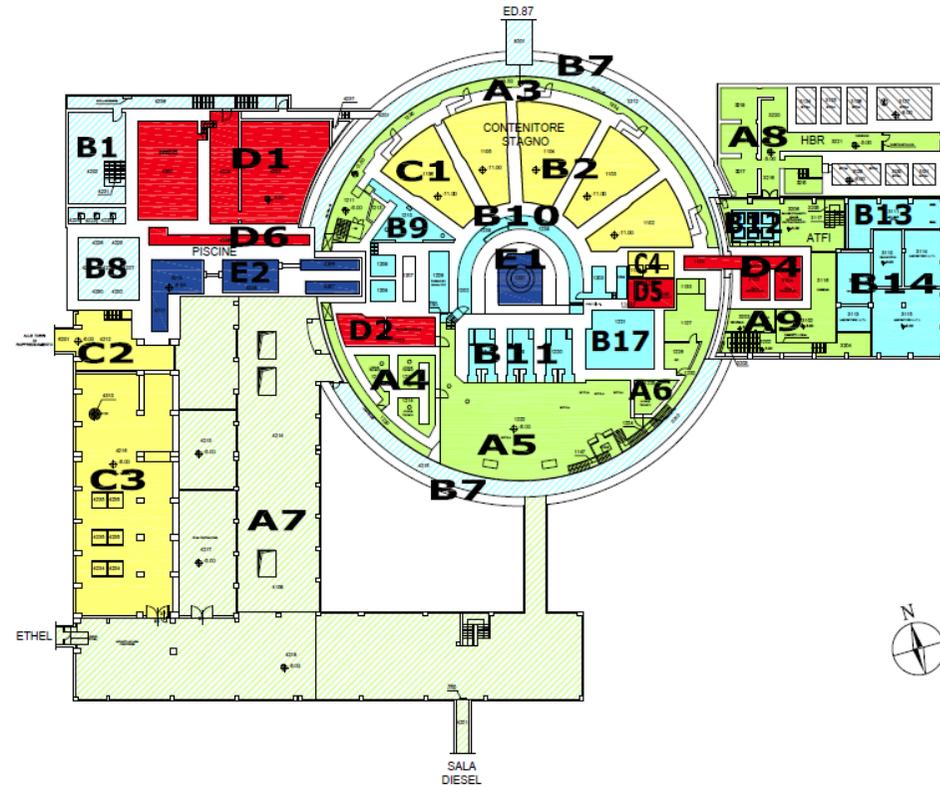


COLOR MAP

-  A) LOW RADIOLOGICAL/CONVENTIONAL HAZARD
-  B) LOW RADIOLOGICAL HAZARD BUT CONVENTIONAL RISK
-  C) RADIOLOGICAL RISK (DOSE)
-  D) RADIOLOGICAL RISK (CONTAMINATION)
-  E) SPECIFIC IU
-  COLORED HATCHES ARE SUPERVISED AREA
-  AREA AT DIFFERENT ELEVATION NO PART OF THIS PLAN VIEW

Building 80 - Map -11.00 m
Extracted from: NE.67.0304.A.005 Rev. 0

Figura 5-8: Caratterizzazione delle Unità di intervento – alt. -11,00 m



COLOR MAP

- A) LOW RADIOLOGICAL/CONVENTIONAL HAZARD
- B) LOW RADIOLOGICAL HAZARD BUT CONVENTIONAL RISK
- C) RADIOLOGICAL RISK (DOSE)
- D) RADIOLOGICAL RISK (CONTAMINATION)
- E) SPECIFIC IU
- COLORED HATCHES ARE SUPERVISED AREA
- AREA AT DIFFERENT ELEVATION NO PART OF THIS PLAN VIEW

Building 80 - Map -6.00 m

Extracted from: NE.67.0304.A.006 Rev. 0

Figura 5-9: Caratterizzazione delle Unità di intervento – alt. -6,50 m

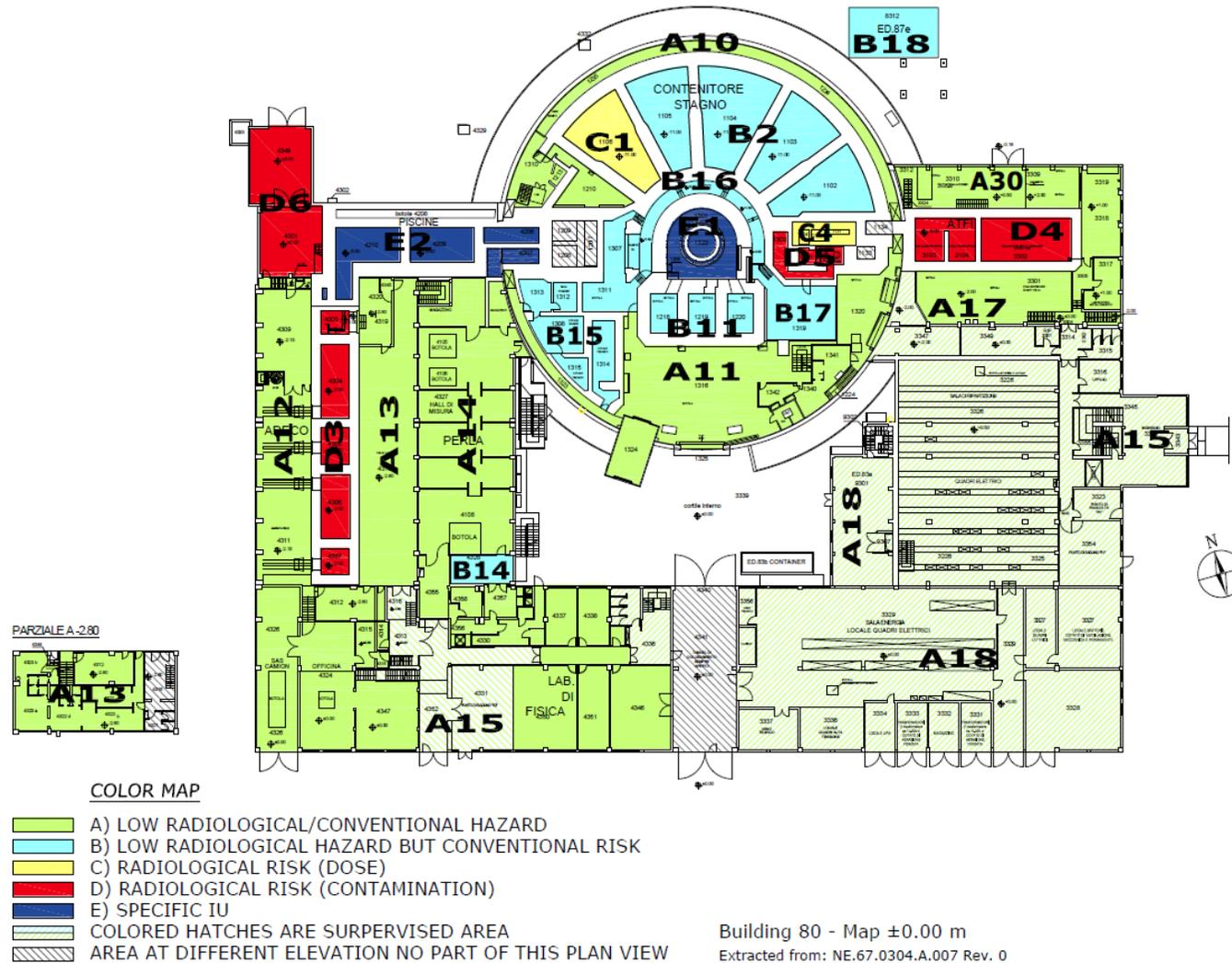


Figura 5-10:Caratterizzazione delle Unità di intervento – alt. +0,00 m

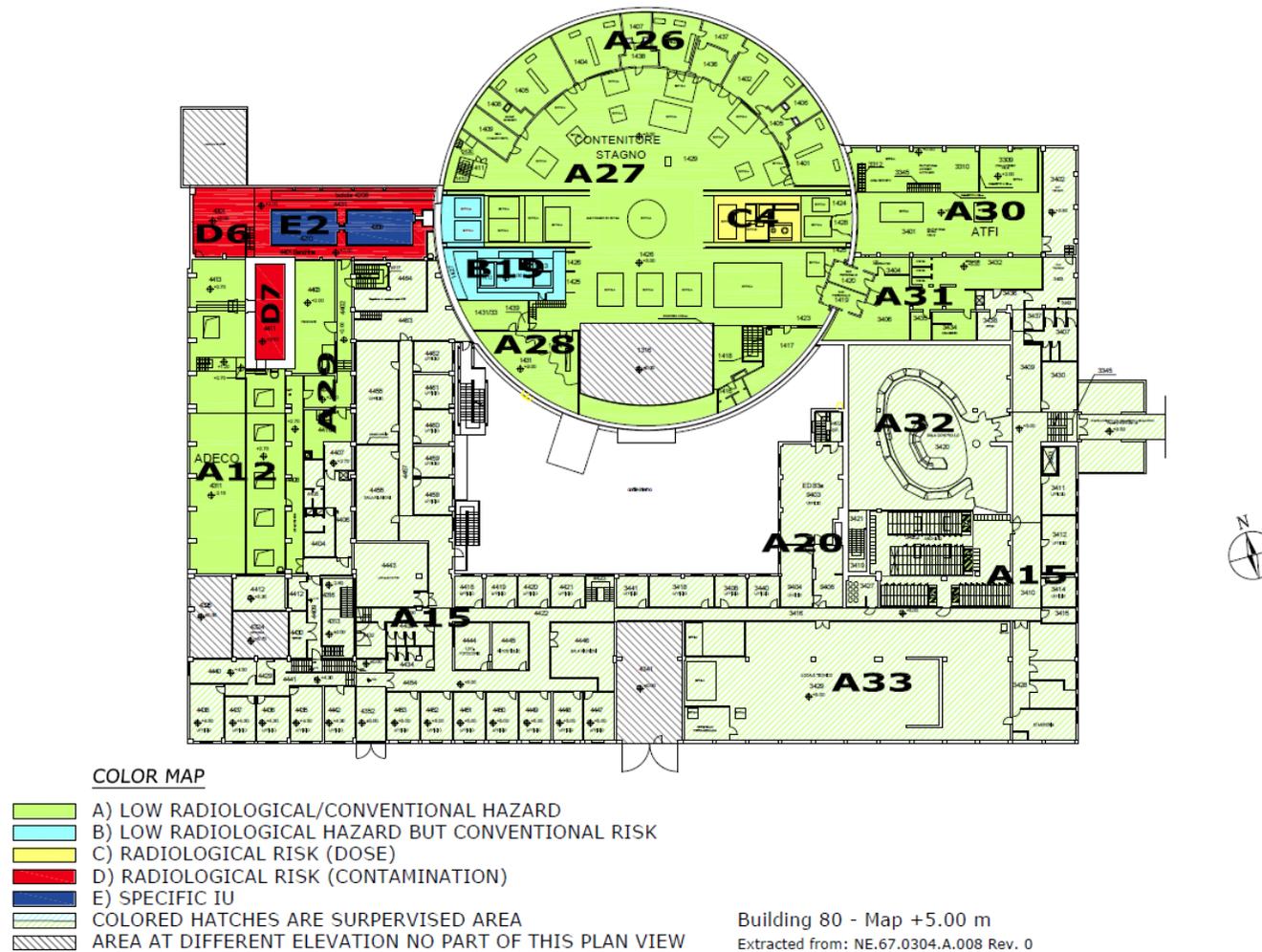
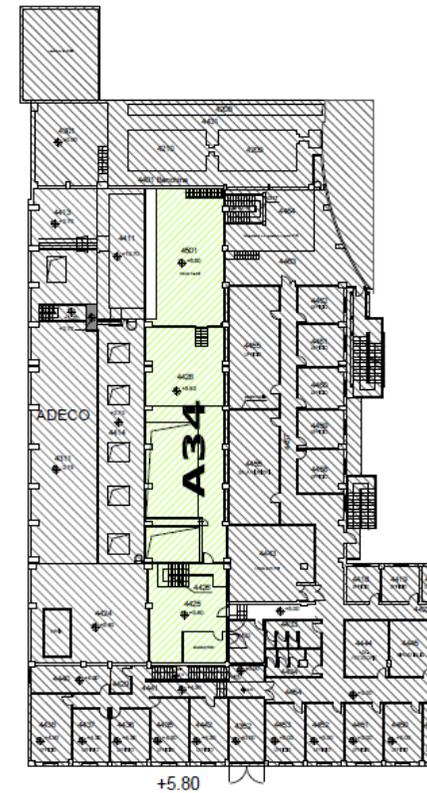
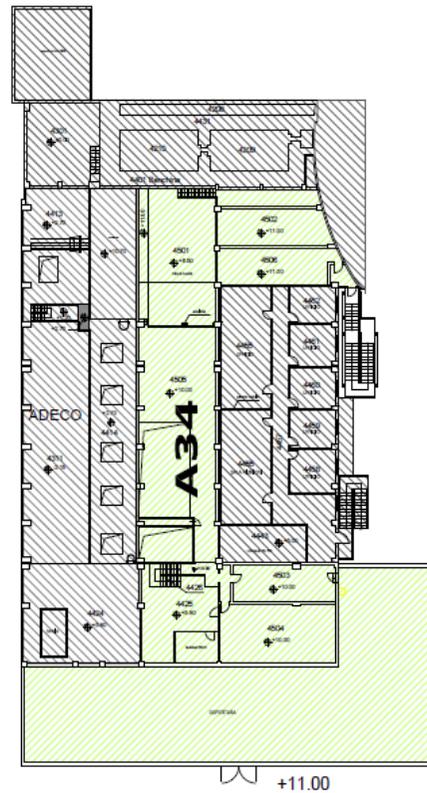


Figura 5-11:Caratterizzazione delle Unità di intervento – alt. +5,00 m



COLOR MAP

- A) LOW RADIOLOGICAL/CONVENTIONAL HAZARD
- B) LOW RADIOLOGICAL HAZARD BUT CONVENTIONAL RISK
- C) RADIOLOGICAL RISK (DOSE)
- D) RADIOLOGICAL RISK (CONTAMINATION)
- E) SPECIFIC IU
- COLORED HATCHES ARE SUPERVISED AREA
- AREA AT DIFFERENT ELEVATION NO PART OF THIS PLAN VIEW

Building 80 - Map +11.00 / +5.80 m
Extracted from: NE.67.0304.A.008 Rev. 0

Figura 5-12:Caratterizzazione delle Unità di intervento – alt. +8,00 m

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	94 di 163
---	---------	--	-----------

5.3.1 Gruppo A: Basso rischio radiologico/convenzionale

5.3.1.1 Criteri e limiti

5.3.1.1.1 I criteri generali per questo gruppo di IU sono:

- Per le IU appartenenti all'Area sorvegliata (tutte le aree all'interno del Complesso INE sono classificate), non si prevede siano presenti elementi contaminati o attivati. Questo materiale può essere allontanato dopo le verifiche previste dalle procedure di allontanamento;
- La caratterizzazione preliminare dell'impianto non evidenzia una presenza significativa di contaminazione ed attivazione per gli elementi delle IU appartenenti all' Area Controllata, la maggior parte del materiale smantellato è preliminarmente considerato materiale potenzialmente allontanabile, da controllare per poter essere rilasciato. Al contrario, ci si aspetta solo una piccola quantità di rifiuti contaminati; dopo una caratterizzazione più completa, questi elementi saranno probabilmente considerati rifiuti di Categoria 2;
- Il taglio sarà eseguito in loco e tutti i pezzi smantellati saranno posti direttamente nei contenitori (fusti o contenitori di allontanamento). I pezzi saranno tagliati in base alle dimensioni dei contenitori, ed il loro peso deve essere tale da poter essere gestito manualmente o mediante piccoli paranchi portatili (ad esempio 25 kg per i pezzi spostati manualmente e fino a 200 kg per gli altri pezzi).
- Corridoi ed aree di passaggio saranno smantellati per primi al fine di semplificare le altre operazioni. Inoltre, qualora vi siano componenti installati a terra, saranno rimossi prima dello smantellamento di quelli posizionati più in alto;
- I componenti saranno segregati il più possibile, separandoli in base alle classi di materiali precedentemente definite. In presenza di elementi complessi, verranno gestiti come materiale "misto" e separati solo se l'operazione sarà considerata accettabile dal punto di vista dei tempi e dei costi;
- Ove necessario saranno create stazioni locali (ovvero livello per livello) per eseguire ulteriori tagli e segregazioni;
- Tutti i servizi ausiliari esistenti, saranno smantellati come gli altri componenti installati, con la sola eccezione della ventilazione e dell'impianto di illuminazione, che rimarranno in posizione. In base ai flussi di distribuzione e dell'aria, una volta che le aree saranno state completamente pulite, i deflettori della ventilazione saranno chiusi e le aree saranno isolate da quelle rimanenti, lasciando i sistemi a disposizione per future attività.

5.3.1.2 Requisiti e Lista delle IU

5.3.1.2.1 Tutti i componenti, prima di essere smantellati saranno sottoposti ad un controllo incrociato rispetto alle informazioni esistenti; laddove mancante, sarà completata la caratterizzazione fisica e radiologica per rendere identificabile ogni elemento. Al fine di rimuovere i vari componenti, si preferirà lo smontaggio al taglio solo se vantaggioso in termini di tempo. Vista la tipologia e lo spessore dei componenti, i tagli a freddo saranno eseguiti con l'ausilio di dispositivi portatili ed alimentati elettricamente; l'alimentazione elettrica sarà fornita da un quadro elettrico provvisorio, dedicato alle operazioni di disattivazione. Non sono previste strutture di confinamento, ma solo l'estrazione locale dell'aria quando si prevede che gli elementi siano contaminati; inoltre, per prevenire la diffusione della contaminazione e raccogliere perdite accidentali, sul pavimento saranno posizionati teli di plastica, da rimuovere alla fine delle operazioni.

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	95 di 163
---	---------	--	-----------

5.3.2 Gruppo B: Basso rischio radiologico/convenzionale

5.3.2.1 Criteri e limiti

5.3.2.1.1 I criteri generali definiti per il gruppo A si applicano anche qui, con le seguenti aggiunte ed eccezioni:

- In presenza di componenti contaminati (ad esempio serbatoi), la radioattività sarà fissata sulla superficie o rimossa preliminarmente con tecniche semplici (ad esempio aspirazione, tessuti asciutti). Se le parti interne del componente non sono facilmente raggiungibili, tutto l'elemento verrà avvolto in teli di plastica ed isolato al fine di garantire un trasferimento in sicurezza verso la stazione di taglio locale.
- Componenti grandi e / o pesanti verranno smontati in parti più piccole, ove fattibile. Altrimenti, verranno scollegati e rimossi per intero e portati alla stazione di taglio locale per essere ridotti di dimensione.
- Una stazione dedicata e confinata di taglio, decontaminazione e smantellamento degli elementi grandi e complessi sarà allestita in posizione adiacente alle aree in cui i componenti sono attualmente installati.
- Se attualmente in funzione o in ripristino, i dispositivi di manipolazione saranno mantenuti per il trasferimento dei componenti e smantellati solo alla fine dei lavori nell'IU.

5.3.2.2 Requisiti e Lista delle IU

5.3.2.2.1 Tutti gli elementi da smantellare saranno sottoposti a controllo incrociato con le informazioni esistenti; laddove mancante, sarà completata la caratterizzazione fisica e radiologica per rendere identificabile ogni elemento. Controlli specifici saranno condotti su elementi contaminati per verificare lo stato della contaminazione stessa.

5.3.2.2.2 I tagli a freddo saranno eseguiti quanto più possibile utilizzando dispositivi portatili alimentati elettricamente; l'alimentazione elettrica sarà fornita da un quadro elettrico provvisorio, dedicato alle operazioni di disattivazione. Le aree di taglio saranno dotate di utensili di taglio dedicati (ad esempio fili elicoidali), scelti in base al materiale ed allo spessore da tagliare. Saranno previste strutture di confinamento, con dispositivi di filtraggio ed estrazione dell'aria, direttamente collegati all'impianto di ventilazione esistente, che sarà completamente ripristinato al termine delle operazioni. Inoltre la stazione confinata sarà dotata di un'area di controllo per verificare la contaminazione esterna dei contenitori prima del loro invio all'area tampone. Qualora i dispositivi attualmente installati non siano idonei (o non siano funzionanti) ad eseguire i trasferimenti, saranno previsti nuovi dispositivi mobili; questi sistemi avranno caratteristiche specifiche, in base all'attività da eseguire, ma saranno sufficientemente versatili per l'utilizzo in diverse IU. I trasferimenti tra livelli di un edificio potrebbero essere eseguiti anche utilizzando le gru esistenti (ad esempio carroponte circolare del reattore ESSOR).

5.3.3 Gruppo C: Rischio radiologico (dose)

5.3.3.1 Criteri e limiti

5.3.3.1.1 I criteri generali stabiliti per il gruppo B si applicano anche qui, con le seguenti aggiunte ed eccezioni:

- Si utilizzeranno utensili ed attrezzature parzialmente controllate a distanza nel caso in cui la dose non sia adeguata per gli operatori; laddove possibile, le operazioni

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	96 di 163
---	---------	--	-----------

saranno monitorate direttamente, ma nel caso in cui questa alternativa non sia praticabile, si ricorrerà ad un sistema di telecamere a circuito chiuso;

- Nell'impianto non verranno installati nuovi dispositivi di schermatura. Si massimizzerà l'utilizzo delle strutture esistenti (ad esempio celle calde, casematte) per ridurre i carichi delle dosi; in alternativa, si realizzeranno schermature provvisorie con blocchi mobili;
- Si prevederanno contenitori di trasporto specifici in caso di trasferimento di elementi a dose elevata tra aree diverse o per riempire i contenitori finali. Si sceglieranno contenitori già esistenti (e, in alcuni casi, disponibili nell'impianto o almeno nel JRC);
- Si sceglieranno contenitori dedicati conformemente alla strategia generale di gestione dei rifiuti di JRC ed al WAC di stoccaggio. Questi contenitori devono soddisfare tutti i criteri di sicurezza per il trasporto e lo stoccaggio di rifiuti radioattivi;
- I tagli saranno effettuati in loco e tutti i pezzi smantellati saranno collocati direttamente nei contenitori. I pezzi saranno tagliati in base alle dimensioni dei contenitori, ed il loro peso deve consentirne lo spostamento mediante gru disponibili o paranchi di nuova installazione;
- Saranno create stazioni locali (cioè dedicate ad ogni singola IU) dotate di adeguati dispositivi di schermatura (ove necessario), per effettuare ulteriori tagli e segregazione. Se gli elementi in uscita non pongono significativi rischi radiologici durante la loro gestione, saranno spostati verso stazioni di taglio comuni ed ulteriormente segregati, come spiegato per i gruppi A/B sopra;
- Gli elementi saranno segregati quanto più possibile, separandoli in base alle classi di materiale definite. In presenza di elementi complessi, li si gestirà come materiali "misti";
- Si rimuoveranno per primi gli articoli più attivi, se fattibile dal punto di vista dell'accessibilità e della facilità di smantellamento, per ridurre le dosi nelle aree e ridurre al minimo il pericolo radiologico;
- Saranno allestite aree tampone livello per livello, per concentrare i trasferimenti tra altezze differenti ed evitare la creazione di grandi aree di raccolta dei contenitori;
- Saranno allestite aree tampone in aree già schermate, riducendone quanto più possibile le dimensioni per evitare la "concentrazione" di rifiuti radioattivi e quindi ridurre il rischio radiologico in condizioni accidentali.

5.3.3.2 Requisiti e Lista delle IU

5.3.3.2.1 Tutti gli elementi da smantellare saranno sottoposti ad un controllo incrociato con le informazioni esistenti; ove mancante, si completerà una caratterizzazione fisica e radiologica per rendere identificabili tutti gli elementi. Quegli elementi che evidenziano i dosaggi più elevati saranno chiaramente identificati, definendo piani di smantellamento specifici per eliminare contributi rilevanti al pericolo radiologico e quindi "declassificare" le rimanenti attività dell'IU come parte del gruppo A o B.

5.3.3.2.2 Quando si rimuovono i vari componenti, si effettuerà solo un numero selezionato di tagli al fine di ridurre le dimensioni degli elementi e poterli poi collocare in un contenitore schermato. Vista la tipologia e lo spessore dei componenti, sono state preferite solo tecniche di taglio a freddo: componenti grandi e / o complessi non rientrano in queste IU, ma vengono trattati come unità distinte (ad esempio la pila del reattore). Gli utensili di taglio saranno installati su supporti dedicati, che possono essere controllati anche a distanza; altrimenti, se le dosi permettono una limitata presenza di personale, questi utensili saranno installati sugli elementi da tagliare e lasciati in funzione in modalità "semi-

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	97 di 163
---	---------	--	-----------

automatica". La terza (ed ultima) opzione prevede che alcune attività sugli elementi pericolosi possano essere eseguite manualmente, ma solo nel caso in cui dosi e disponibilità del componente rendano fattibile questa operazione.

5.3.3.2.3 Tutti gli strumenti di taglio sono alimentati elettricamente; l'alimentazione elettrica arriva da un quadro elettrico provvisorio, dedicato alle operazioni di disattivazione.

5.3.3.2.4 Saranno previste strutture di confinamento, ognuna dotata di dispositivi di estrazione e filtraggio dell'aria, direttamente collegati all'impianto di ventilazione esistente, che sarà completamente ripristinato al termine delle operazioni. Inoltre la stazione confinata sarà dotata di un'area di controllo per verificare la contaminazione esterna dei contenitori, prima del loro invio all'area tampone. Se i dispositivi attualmente installati non sono idonei (o non sono funzionanti) ad eseguire i trasferimenti, saranno previsti nuovi dispositivi mobili; questo sistema deve avere caratteristiche adeguate all'attività da eseguire tenendo conto, in primo luogo, della possibile presenza di contenitori pesantemente schermati, contenenti rifiuti estremamente attivi.

5.3.4 Gruppo D: Pericolo radiologico (Contaminazione)

5.3.4.1 Criteri e limiti

5.3.4.1.1 I criteri generali stabiliti per il gruppo C si applicano anche qui, con le seguenti aggiunte ed eccezioni:

- In presenza di componenti con alto rateo di dose e superfici molto contaminate, gli stessi saranno trattati come "punti caldi", come descritto per il caso C. Altrimenti, una volta rimossi questi componenti, saranno eseguite solo operazioni manuali con tutti i necessari dispositivi di protezione individuale DPI;
- Strutture di confinamento e SAS (per il materiale ed il personale) saranno installati in posizione adiacente ai passaggi esistenti per confinare il materiale contaminato e non diffondere ulteriormente la contaminazione. Queste strutture saranno smantellate dopo la decontaminazione delle aree e gestite come materiale potenzialmente allontanabile;
- Gli elementi contaminati saranno rimossi per primi, laddove fattibile dal punto di vista dell'accessibilità e facilità di smantellamento, per minimizzare il pericolo radiologico;
- Una decontaminazione completa delle superfici sarà eseguita al termine delle operazioni di smantellamento;
- Non sarà creata una stazione locale di taglio e gestione; le stanze stesse saranno "aree confinate" e le operazioni di riduzione delle dimensioni e segregazione saranno direttamente eseguite all'interno.

5.3.4.2 Requisiti e Lista delle IU

5.3.4.2.1 Tutti gli articoli da smantellare saranno sottoposti ad un controllo incrociato rispetto alle informazioni esistenti; se mancante, sarà completata una caratterizzazione fisica e radiologica per rendere identificabili tutti gli articoli. Le aree saranno innanzitutto isolate dalle IU rimanenti, qualora l'isolamento non sia stato ancora assicurato dalle strutture civili esistenti; in questo secondo caso, sarà verificata la tenuta dei passaggi (per alfa e / o beta, in base alla contaminazione prevista) al fine di evitare perdite. Un SAS per il personale ed i contenitori sarà posizionato dove si prevedono punti di accesso/uscita. Non saranno utilizzate ulteriori strutture di confinamento all'interno delle aree.

- 5.3.4.2.2 Per rimuovere i vari componenti, si preferirà lo smontaggio al taglio solo se conveniente dal punto di vista dei tempi. Altrimenti, vista la tipologia e lo spessore dei componenti, il taglio a freddo costituisce la scelta migliore: sarà eseguito con dispositivi portabili alimentati elettricamente; l'alimentazione elettrica sarà fornita da un quadro elettrico provvisorio, dedicato alle operazioni di disattivazione.
- 5.3.4.2.3 Le aree di taglio saranno dotate di appositi utensili (ad esempio fili elicoidali), scelti in base al materiale ed allo spessore da tagliare. Le SAS e le aree di trasferimento saranno dotate di una stazione di controllo per verificare la contaminazione esterna dei contenitori, prima del loro invio all'area tampone.
- 5.3.4.2.4 Smantellamento ed operazioni di manipolazione saranno in genere eseguiti manualmente: tutto il personale avrà in dotazione dispositivi di protezione individuale, conformemente a quanto previsto dalla legislazione vigente, dalle procedure in vigore nel sito ed in base alla contaminazione prevista.
- 5.3.4.2.5 Una volta rimossi tutti gli elementi, le aree saranno ben decontaminate per declassificarle e renderle riutilizzabili per altri scopi. Tutte le aree attualmente contaminate sono in metallo o dotate di rivestimento metallico (ad esempio le celle) e si suppone che la loro contaminazione possa essere facilmente rimossa, ad eccezione di alcuni punti caldi. In caso contrario, qualora sulla superficie trattata rimanga molta contaminazione, si potrebbero utilizzare tecniche più efficaci oppure i componenti potrebbero essere trattati come rifiuti, in base a composizione e livelli di contaminazione.

5.3.5 Gruppo E

5.3.5.0.1 Le IU appartenenti al gruppo E sono elencate nella seguente Tabella.

IU#	Edif.	Alt. (m)	Zona	Quantità elementi (kg)	Attività totale (Bq)	DR Max (mSv/h)	DR medio (mSv/h)	Cont. est. max. (Bq/cm ²)	Principali elementi di rilievo
E1	80	Reattore ESSOR	CA	1.987.999	N/A	4.000,0	51,5	0,02β	Recipiente in pressione, Schermo biologico -
E2	80	Piscina di decadimento	CA	528.515	6.2E+10	-	-		

Tabella 5-3: Unità di intervento – Gruppo E.

5.3.6 Smantellamento del recipiente in pressione IU#E1

5.3.6.0.1 Sebbene sia stato detto che la ditta appaltatrice prescelta per l'attività di smantellamento selezionerà la tecnica di taglio del Recipiente in Pressione (RPV) del reattore, vedi Figura 4-13, le seguenti alternative sono state selezionate per uno studio preliminare.

Tecnica	Sottacqua	In aria
Taglio Meccanico	Si	Si
AWJC (Taglio mediante getto di Acqua)	Si	Si
Taglio Termico (Torcia al Plasma)	Si	No
Taglio con filo diamantato	Si	Si

Tabella 5-4: Tecniche di taglio alternative per il Recipiente in Pressione del reattore

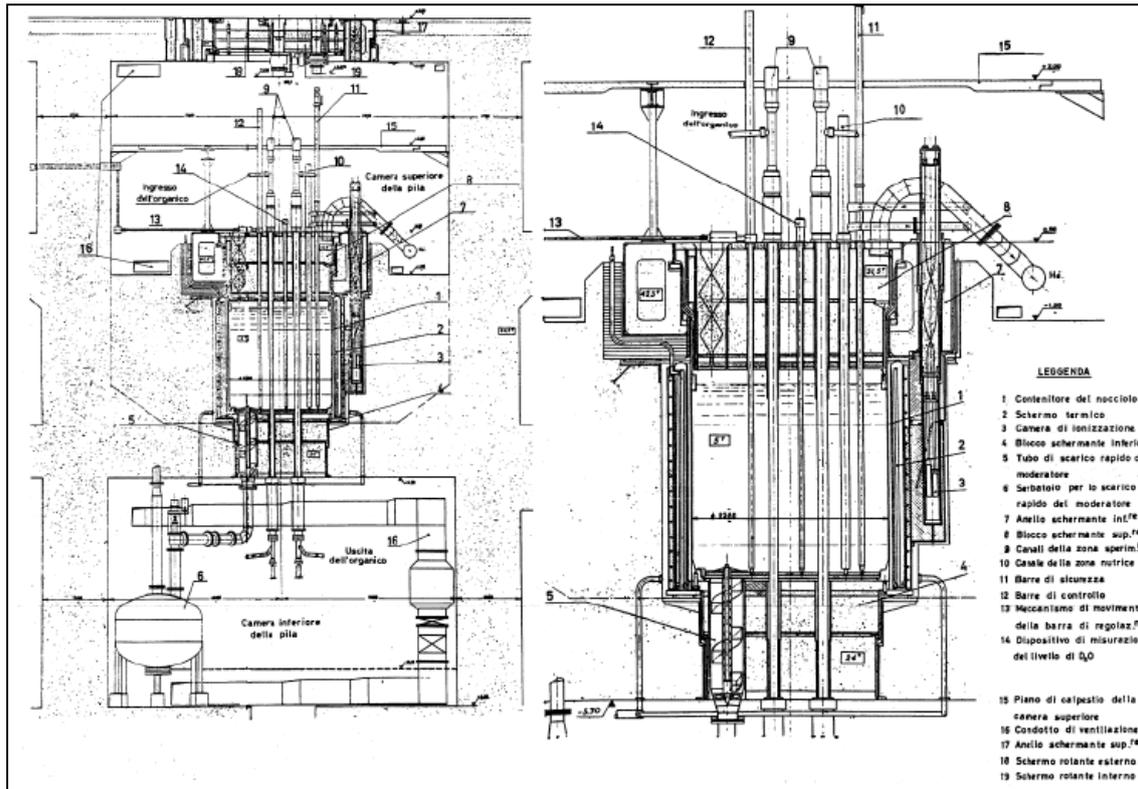


Figura 5-13: Sezione trasversale della cavità del reattore

5.3.6.1 Analisi comparata tra strategie di segmentazione in acqua ed in aria

5.3.6.1.1 Come illustrato in Tabella 5-4, gran parte delle tecniche utilizzabili per la segmentazione del reattore ESSOR potrebbero essere applicate sia in aria che in acqua. L'unica eccezione è quella del taglio al plasma a causa dell'eccessiva produzione prevista di gas/aerosol, che potrebbe avere un serio impatto operativo e radiologico.

5.3.6.1.2 Esempi di questi impatti sono:

- Necessità di confinamento ed alimentazione dell'aria e filtraggio degli scarichi dedicati, per applicazioni sia in aria che in acqua, da integrare nell'attuale sistema HVAC dell'Edificio del reattore;
- Potenziale contaminazione e dosi eccessive sulla superficie dell'acqua, a causa della formazione di idrosol in un regime turbolento.

5.3.6.1.3 I principali vantaggi del taglio in aria sono:

- Formazione nulla o molto ridotta di rifiuto liquido secondario (unica eccezione l'uso di AWJC, se l'acqua iniettata non viene riciclata);
- Più semplice manipolazione dei prodotti di segmentazione (nessun bisogno di asciugare prima di condizionare);
- Netta riduzione del problema della visibilità;
- Semplificazione degli utensili di taglio (ad esempio si possono utilizzare in sicurezza gli utensili elettrici).

5.3.6.1.4 I principali svantaggi del taglio in aria includono:

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	100 di 163
---	---------	--	------------

- Sono necessari il confinamento dell'area di taglio e misure di filtraggio dell'aria per prevenire la diffusione della contaminazione in atmosfera (i requisiti sono più severi in caso di metodi termici, e meno severi per i metodi a freddo);
- Se si utilizzano metodi termici serviranno molti filtri HEPA, a meno che non si installino unità di pre-filtraggio più economiche (ad esempio filtri a cartuccia ad elevata efficienza con pulizia periodica in automatico mediante aria compressa a flusso inverso);
- Grande potenziale di contaminazione per le attrezzature e le superfici dell'area di taglio, con conseguente diffusa decontaminazione prima del riutilizzo o allontanamento;
- Uso quasi obbligatorio di attrezzature controllate a distanza, a causa della contaminazione in atmosfera e delle elevate dosi dirette nell'area di taglio;
- Complessità della manutenzione e sostituzione delle attrezzature di taglio, da eseguire a distanza e con blocchi che assicurino il confinamento;
- Maggiore onere radiologico in caso di azioni di recupero o altri interventi umani, eventualmente necessari all'interno dell'area di taglio.

5.3.6.1.5 In generale, il taglio in acqua è considerato il metodo migliore per la segmentazione di componenti ad elevata attivazione, come ESSOR ed i suoi componenti interni, essendo stato utilizzato praticamente per la totalità delle segmentazioni delle strutture interne dei reattori finora seguite (ad eccezione di casi specifici in cui l'utilizzo dell'acqua non era possibile a causa dell'interazione chimica, come ad esempio alcuni reattori raffreddati a sodio).

5.3.6.1.6 I principali vantaggi della segmentazione in acqua sono:

- Notevole riduzione del rilascio potenziale di aerosol e gas, per effetto dell'azione di strofinamento dell'acqua. Ciò può diminuire o eliminare la necessità di confinamento e filtraggio dell'atmosfera sul reattore;
- Una significativa profondità dell'acqua sopra le parti attivate fungerà da schermo, consentendo la presenza umana ed il controllo delle operazioni di taglio e trasferimento dei rifiuti e riducendo la dipendenza da operazioni a distanza, suscettibili di fallimento;
- L'acqua esercita anche un effetto refrigerante e lubrificante, con minore usura e maggiore durata degli utensili di taglio, eliminando anche il bisogno di sistemi esterni di alimentazione dell'acqua;
- Infine si prevede una netta riduzione del volume dei rifiuti secondari generati durante il taglio, soprattutto per effetto dell'eliminazione dei filtri HEPA, sebbene ciò potrebbe essere controbilanciato, almeno in parte, da alcune soluzioni di taglio in acqua, che comportano la presenza di filtri per la pulizia dell'acqua usata e sabbia di taglio.

5.3.6.1.7 La segmentazione in acqua presenta anche alcuni inconvenienti, quali:

- Sono necessarie molte attività preparatorie per rendere la cavità del reattore a tenuta e permetterne l'allagamento. Ciò richiederà supporto ingegneristico per questioni quali la rivalidazione delle strutture esistenti tenendo conto dei nuovi carichi e di considerazioni sismiche. Queste valutazioni potrebbero evidenziare la necessità di rinforzi strutturali nella camera inferiore e potrebbero comportare un ulteriore onere radiologico per le squadre di lavoro coinvolte;
- Si richiede un sistema efficiente di pulizia dell'acqua, per raccogliere tutti i residui di taglio sciolti o macroscopici. Questi sistemi andrebbero selezionati in modo da

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	101 di 163
---	---------	--	------------

minimizzare l'utilizzo di altri prodotti (ad esempio cartucce dei filtri, resine a scambio di ioni, ecc.) e ridurre al minimo il volume dei rifiuti secondari;

- Inoltre l'acqua potrebbe dover essere trattata alla fine per eliminare la radioattività residua, prima del suo smaltimento. Comunque esperienze precedenti hanno evidenziato che questo processo può essere tanto semplice quanto l'ultrafiltrazione e le resine a scambio ionico, grazie ad un'unità sommersa indipendente (ad esempio "Trinuc");
- E' possibile prevedere la contaminazione superficiale dopo il taglio sulla superficie interna in cemento della protezione biologica. Ciò potrebbe richiedere una decontaminazione posteriore per arrivare al livello di allontanamento. Comunque questo riguarda solo la parte non attivata della protezione biologica, perché quella attivata è già classificata come rifiuto radioattivo a causa dell'attivazione dei neutroni.

5.3.6.1.8 Sebbene l'esperienza acquisita finora sembra favorire la strategia di segmentazione in acqua, il CCR e la ditta appaltatrice prescelta dovrebbero valutare la soluzione finale.

5.3.6.1.9 Si noti inoltre che solitamente c'è una forte interdipendenza tra la tecnologia di taglio prescelta e la scelta della strategia a secco/in acqua.

5.3.6.2 Descrizione di tre possibili soluzioni

5.3.6.2.1 Nei paragrafi che seguono si fa riferimento a tre soluzioni possibili per lo smantellamento del reattore ESSOR, che tengono conto dei fattori suddetti.

5.3.6.2.2 Innanzitutto si descrive un'alternativa (Soluzione 1) basata sull'utilizzo di un filo diamantato con controllo a distanza e tecniche AWJC in aria, senza controllo o intervento diretto dell'uomo.

5.3.6.2.3 In secondo luogo (Soluzione 2) si descrive un'alternativa basata sull'uso di metodi puramente meccanici e con filo elicoidale, con la cavità completamente inondata. Poiché il controllo diretto dell'uomo sulle operazioni di taglio e trasferimento dei rifiuti è reso possibile dalla schermatura derivante dall'acqua, tutte le operazioni di posizionamento e trasferimento possono essere eseguite manualmente dagli operatori, su un ponte o piattaforma dedicata, come pure l'eliminazione della struttura di confinamento e del relativo sistema di filtraggio dell'aria.

5.3.6.2.4 Inoltre si riduce fortemente o si elimina la necessità di attrezzature robotizzate o controllate a distanza.

5.3.6.2.5 Infine si descrive una terza soluzione (Soluzione3), basata, come la Soluzione 2, sull'uso di metodi puramente meccanici, ma in aria, cioè eliminando l'allagamento del pozzo del reattore. La sua finalità principale è quella di affrontare una situazione in cui la lavorazione e lo scarico dell'enorme quantità di acqua previsto dalla Soluzione 2 vengano ritenuti inattuabili.

5.3.6.2.6 Soluzione 1: Filo elicoidale e AW JC in aria

Il processo di taglio sarà eseguito in aria, con l'ausilio di acqua per il raffreddamento del filo ed il controllo delle polveri, in caso di impiego di filo elicoidale. Si prevede la seguente sequenza:

- Operazioni preliminari nella camera superiore (rimozione del tappo di schermatura, eliminazione di tutti i vincoli, ecc.);
- Rimozione degli altri componenti interni al reattore (controllo a distanza/manuale);
- Modifiche ed installazione di attrezzature nella Camera superiore (Manuale);

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	102 di 163
---	---------	--	------------

- Rimozione e segmentazione della schermatura del tubo superiore (“Schermo Tubiero superiore”) (Controllo a distanza);
- Segmentazione della parete del serbatoio del reattore (“Contenitore”) (Controllo a distanza);
- Segmentazione della piastra intermedia (“Piastra Intermedia”) (Controllo a distanza);
- Taglio della schermatura del tubo inferiore (“Schermo Tubiero Inferiore”) (Controllo a distanza);
- Rimozione anello della schermatura inferiore (Manuale);
- Segmentazione del serbatoio anulare, schermatura termica e camere di ionizzazione (Controllo a distanza).

Vantaggi della Soluzione 1:

- Adattabilità del getto d’acqua a vari tipi di materiale, forme e spessori.
- Controllo a distanza, con conseguente taglio molto preciso e versatile.
- Facile lubrificazione degli utensili di taglio.
- Impossibile per gli utensili di taglio gripparsi o bloccarsi, eccezion fatta per le possibili rotture del filo diamantato.

Svantaggi della Soluzione 1:

- Questo scenario dipende quasi esclusivamente dall’uso di attrezzature robotizzate o controllate a distanza, con conseguenti problemi di affidabilità e manutenzione.
- Difficoltà ad implementare un sistema per raffreddare il filo elicoidale presso la sede di taglio.
- Questa soluzione si basa sull’utilizzo di fili elicoidali portatili e ad anello chiuso, gestiti da robot.
- L’unica alternativa sembra essere l’uso di un altro braccio robotizzato o di un manipolatore per collocare l’ugello di iniezione dell’acqua vicino l’area di taglio e questa potrebbe essere un’operazione non efficiente a causa dell’accuratezza di posizionamento richiesta.
- AWJC comporta la produzione di molti rifiuti secondari (sabbia + trucioli).
- Sia AWJC, sia il filo diamantato richiedono complessi sistemi di raccolta e separazione dell’acqua, per consentirne il riciclaggio (solo per il filo diamantato).
- AWJC in aria può causare la diffusione della contaminazione in aree lontane dal taglio.
- AWJC è un sistema ad alta energia che può rappresentare un rischio per il personale fuori dall’area di taglio.
- Questa soluzione prevede l’utilizzo di filo elicoidale diamantato controllato a distanza, movimentato e sospeso dalle braccia di un robot, con conseguenti problemi di stabilità ed efficienza del taglio. Inoltre non è chiaro come fare assistenza o riparazione su queste macchine (ad esempio in caso di rottura del filo).

5.3.6.2.7 Soluzione 2: Filo elicoidale e taglio meccanico in acqua

Questa soluzione prevede l’uso in acqua sia del filo elicoidale diamantato, sia delle metodologie di taglio meccanico. La sua implementazione richiede alcune modifiche precedenti, come l’installazione di un rivestimento o l’impermeabilizzazione provvisoria delle pareti e del pavimento della camera superiore, come pure l’installazione di una struttura di rinforzo aggiuntiva sulla camera inferiore, che consentirebbe l’allagamento di tutta la cavità del reattore.

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	103 di 163
---	---------	--	------------

Si suppone inoltre che non si sostituisca il tappo dello schermo rotante, così da avere pieno accesso alla camera superiore dal ponte, e che tutte le tubature e le attrezzature ridondanti siano state rimosse dalla camera inferiore e superiore prima dell'inondazione della cavità (attività preparatoria per questa IU). Inoltre prima dell'inondazione si installerà una struttura di supporto mobile (RSS), composta da due travi orizzontali sui cui si muovono altre due travi disposte a 90°. Questa struttura sarà utilizzata per il supporto e la segmentazione dei blocchi tubieri superiori ed inferiori ("Schermo Tubiero Superiore ed Inferiore").

- Rimozione dei rimanenti componenti interni del reattore;
- Segmentazione della schermatura tubiera superiore ("Schermo Tubiero Superiore");
- Segmentazione della parete del serbatoio del reattore, serbatoio anulare, schermatura termica e piastra intermedia;
- Segmentazione dello schermo tubiero inferiore;
- Gestione rifiuti primari e secondari;

Vantaggi della Soluzione 2:

- Uso di tecniche di taglio sotto il controllo manuale degli operatori.
- Controllo manuale significa design più semplice di utensili ed attrezzature (senza bisogno di robot o manipolatori controllati a distanza).
- L'acqua fornisce schermatura, riducendo le dosi sulla piattaforma operativa.
- Riduzione al minimo dei rifiuti secondari, limitati a trucioli, bave ed alcune cartucce dei filtri.
- Eliminazione dell'esigenza di confinamento, poiché non si prevede la formazione di gas ed aerosol. Inoltre la notevole profondità dell'acqua determina un significativo effetto abrasivo su qualunque materiale venga rilasciato. Le operazioni di manutenzione e riparazione delle attrezzature di taglio e trasporto sono enormemente facilitate, soprattutto rispetto alla Soluzione 1.

Svantaggi della Soluzione 2:

- Necessità di un sistema di pulizia dedicato per l'acqua contenuta nella cavità.
- Una grande quantità di acqua (circa 200 m³) dovrà essere trattata al fine dello smantellamento del reattore. Il tipo di trattamento dipende dall'efficacia del sistema di pulizia e può ridursi ad un semplice filtraggio.
- Poiché questa quantità di acqua deve essere trasferita ed eventualmente processata da STEL, potrebbe essere necessario molto tempo per il suo scarico. La durata effettiva dipenderà dal livello finale di attività nell'acqua della cavità, dai limiti di scarico annuali applicabili all'intero Sito CCR e dall'efficacia del processo STEL.
- L'allagamento della cavità del reattore e della camera superiore richiede l'impermeabilizzazione di tutti i punti di ingresso e l'installazione di un nuovo coperchio inferiore sulla Camera inferiore.
- Rischio potenziale di allagamento del piano più basso del reattore, in caso di perdita di tenuta del coperchio inferiore o dei punti di ingresso impermeabilizzati. Tuttavia questo rischio può essere alleviato dall'installazione di pompe, che possono riportare l'acqua fuoriuscita alla cavità, in attesa che si ripari la perdita.
- Infine andrebbero progettate e fornite nuove attrezzature, ad esempio il ponte ed i vari utensili di taglio e trasferimento. Comunque il costo associato dovrebbe essere messo a confronto con quello dei vari robot e manipolatori previsti dalla Soluzione 1.

5.3.6.2.8 Soluzione 3: Filo elicoidale e taglio meccanico in aria

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	104 di 163
---	---------	--	------------

Questa soluzione si basa sulle stesse tecniche di taglio della Soluzione 2, ma considera il taglio come eseguito in aria e controllato a distanza. E' stato sviluppato per gestire una situazione in cui l'inondazione della cavità del reattore è ritenuta una possibilità irrealizzabile, a causa delle modifiche necessarie o dei problemi associati al rilascio finale dell'inventario di acqua necessaria.

Poiché non vi sarebbe acqua a creare schermatura, altre opzioni sono necessarie per proteggere gli operatori dalle radiazioni del serbatoio ed inoltre si dovrebbe fare largo uso di attrezzature ed utensili controllati a distanza.

Le prime operazioni da affrontare sarebbero la preparazione della Camera superiore, la rimozione degli altri componenti interni del reattore e la segmentazione del blocco tubiero superiore ("Schermo Tubero Superiore"). Tutte queste operazioni sarebbero eseguite con modalità simili a quelle descritte per la Soluzione 1, ovvero utilizzando seghe a nastro controllate a distanza e manovrate da robot.

- Operazioni preliminari nella Camera superiore;
- Rimozione dei componenti rimanenti nel reattore (controllo manuale/a distanza);
- Modifiche ed installazione di attrezzature nella Camera superiore (Manuale);
- Rimozione e segmentazione dello schermo tubiero superiore ("Schermo Tubiero superiore") (Controllo a distanza);
- Segmentazione del serbatoio del reattore ("Contenitore"), serbatoio anulare, Schermatura termica e Piastra intermedia;
- Segmentazione del blocco della schermatura tubiera inferiore;
- Trasferimento dei rifiuti primari e secondari.

Vantaggi della Soluzione 3:

I principali vantaggi di questa soluzione sono:

- Uso di tecniche di taglio provate.
- Riduzione al minimo dei rifiuti secondari, limitati a trucioli, bave ed alcuni filtri HEPA.

Svantaggi della Soluzione 3:

- Richiede la progettazione e costruzione di una complessa "piattaforma di smontaggio" robotizzata.
- Operazioni di recupero e manutenzione di attrezzature potrebbero richiedere un intervento umano in aree a dosaggio elevato.
- Poiché il taglio è eseguito in aria, potrebbero rendersi necessari confinamento locale e filtraggio dell'aria di scarico, sebbene si prevede che la formazione di aerosol sia molto limitata.
- La gestione dei rifiuti primari è più complessa rispetto alla Soluzione 2, essendo basata interamente su attrezzature controllate a distanza, pur essendo simile a quella della Soluzione 1.
- Questa soluzione prevede l'utilizzo di fili elicoidali diamantati con controllo a distanza, manovrati e sospesi da bracci robotizzati, con conseguenti problemi di stabilità ed efficienza di taglio.
- Inoltre non è chiaro come queste macchine possano essere sottoposte ad assistenza o riparazione (ad esempio in caso di rottura del filo).

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	105 di 163
---	---------	--	------------

5.3.6.3 Scelta della soluzione preferita

5.3.6.3.1 Sebbene debba essere oggetto di un'analisi più dettagliata, che non rientra nelle finalità di questo documento, e tenuto conto della creazione dei rifiuti secondari ed di fattori operativi, come pure delle recenti esperienze internazionali, la Soluzione 2 dovrebbe essere adottata per lo smantellamento del reattore ESSOR. Tuttavia fattori esterni, quali gli attuali limiti di scarico STEL, andrebbero accuratamente analizzati, congiuntamente alle possibili misure di mitigazione (ad esempio miglioramento del trattamento dell'acqua della piscina e rilassamento temporale dei limiti di scarico).

5.3.7 Smantellamento piscina di decadimento IU#E2

5.3.7.0.1 La piscina combustibile esausto si trova nell'area nord dell'Edificio 81 ed include due diversi bacini collegati da un canale subacqueo.

5.3.7.0.2 Per questa IU sono previste le seguenti operazioni (il materiale nucleare al momento alloggiato nella piscina dovrebbe essere rimosso prima dell'inizio di qualunque altra attività e conformemente al programma JRC D&WM):

- Raccolta dei fanghi sul pavimento dei bacini.
- Pulizia in loco dell'acqua della piscina, utilizzando due sistemi (uno in ogni piscina) di ricircolo e filtraggio/demineralizzazione
- Smantellamento, segmentazione ed imballo degli scaffali di stoccaggio.
- Decontaminazione delle pareti dei bacini e / o fissaggio della raccolta dei contaminanti e trasferimento a STEL dell'acqua della piscina pulita, dopo aver raggiunto il DF desiderato, per i successivi processi e scarichi.
- Smantellamento, segmentazione ed imballaggio delle attrezzature rimanenti nell'area della piscina.
- Demolizione dei bacini della piscina ed imballo dei relativi rifiuti.

5.3.8 Rilascio del sito

5.3.8.0.1 Questa attività generale comprende due lavori descritti in questo capitolo:

- Decontaminazione degli edifici civili.
- Studio finale.

5.3.8.0.2 Lo stato finale da raggiungere è caratterizzato dai seguenti elementi:

- Tutti gli impianti, attrezzature e componenti saranno smantellati e rimossi dagli impianti esistenti;
- Tutti i rifiuti solidi prodotti durante le operazioni di disattivazione che hanno caratteristiche radiologiche che superano i livelli di allontanamento saranno evacuati dal Complesso INE ed inviati a trattamenti specifici prima di essere riposti in aree di stoccaggio provvisorie da JRC;
- Tutti i rifiuti solidi prodotti durante le operazioni di disattivazione ed aventi caratteristiche radiologiche conformi ai livelli di allontanamento, saranno evacuati dal Complesso INE e conferiti in discarica o riciclati;
- Tutti i materiali che, considerate la loro storia operativa e l'ubicazione fisica nell'impianto, possono essere classificati come potenzialmente allontanabili, saranno sottoposti alle procedure di allontanamento (clearance) e successivamente considerati rifiuti convenzionali e dunque non interessati dalle disposizioni del Decreto Legislativo 230/95. Questi materiali saranno evacuati dal Complesso INE e conferiti in discarica o riciclati;

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	106 di 163
---	---------	--	------------

- Tutte le opere civili saranno decontaminate e controllate mediante operazioni di monitoraggio finale, per garantire che rispettino le condizioni necessarie al rilascio radiologico;
- Eventuali rifiuti liquidi radioattivi prodotti durante le attività di disattivazione saranno trasferiti agli attuali impianti di trattamento JRC (esterni ad INE).

5.3.8.0.3 L'esecuzione delle attività correttive e lo studio finale descritto nelle sezioni precedenti escluderanno la presenza di vincoli radiologici per qualunque riutilizzo del sito.

5.3.8.0.4 Infine ci dovrebbe essere una progressiva riduzione delle infrastrutture del sito (ovvero strade, siti di stoccaggio, aree di lavoro, ecc.).

5.4 Demolizioni convenzionali

5.4.0.0.1 La demolizione degli edifici civili comprende tre attività:

- Demolizione del camino di ventilazione;
- Demolizione del carroponete circolare;
- Demolizione di tutti gli edifici civili.

5.4.0.0.2 Le attività sono brevemente descritte nei paragrafi seguenti.

5.4.1 Smantellamento del camino di ventilazione

5.4.1.0.1 L'edificio è il camino di ventilazione di INE ed è collegato alla condotta di ventilazione principale e ad una stanza più piccola che ospita la stazione di misurazione radiologica. Questa stazione sarà operativa durante la fase di disattivazione per monitorare gli scarichi gassosi; pertanto il sistema deve essere mantenuto in condizioni di sicurezza durante tutte le operazioni di smantellamento del Complesso INE.

5.4.1.0.2 Strategia di smantellamento

In base ai dati attualmente disponibili (registri e rapporti sui materiali rilasciati dal camino durante la vita utile del reattore), in passato non ci sono stati rilasci annuali o accidentali di rilievo. Possiamo dunque supporre che le pareti interne del camino di ventilazione siano prive di contaminanti. Inoltre il camino sarà ispezionato radiologicamente alla fine delle attività di disattivazione nelle Aree Controllate (ad esempio prelevando qualche campione dalla base del camino) per confermare l'assenza/basso livello di contaminazione interna. Inoltre sarà eseguita una caratterizzazione fisica sulle pareti del camino per confermare la stabilità strutturale del cemento che sostiene il peso di ogni sezione. Da questa caratterizzazione, si definiranno i punti di sollevamento di ogni sezione. In base a quanto detto precedentemente e alle caratteristiche del sito (accessi stradali, tunnel sotterranei, configurazione del terreno, ecc.) e tenuto conto di altre esperienze internazionali (IAEA. Rapporti Tecnici serie n° 440, "Smantellamento di camini contaminati negli impianti nucleari"; Conferenza WM2009 (1-5 marzo 2009, Phoenix, AZ), "Caratterizzazione dei camini contaminati degli impianti nucleari – 9355", lo smantellamento del camino di ventilazione per sezioni sembra essere la migliore alternativa.

5.4.1.0.3 Assunzioni

- La demolizione dell'Edificio 86 (Torri di raffreddamento) è stata eseguita ed il suo bacino è vuoto e a disposizione per l'utilizzo del cemento armato post-trattamento (sezioni tagliate).
- Le pareti interne del camino di ventilazione non presentano contaminazione o sono state precedentemente decontaminate fino ai livelli di allontanamento.

- Lo studio radiologico finale per il rilascio del sito, comprensivo della caratterizzazione del suolo, è stato già eseguito.

5.4.1.0.4 Il camino (Figura 5-14) è realizzato in cemento armato ed è alto complessivamente 92 m. Il diametro alla base del camino è 4,18 m esternamente e 3,41 m internamente; il diametro alla cima è 2,4 m esternamente e 2,0 m internamente.

5.4.1.0.5 La costruzione da smantellare presenta le seguenti caratteristiche:

- Altezza totale dell'Edificio: 92 m;
- Altezza totale oltre il livello del pavimento dell'edificio: 80 m;
- Altezza delle fondamenta: -12m.

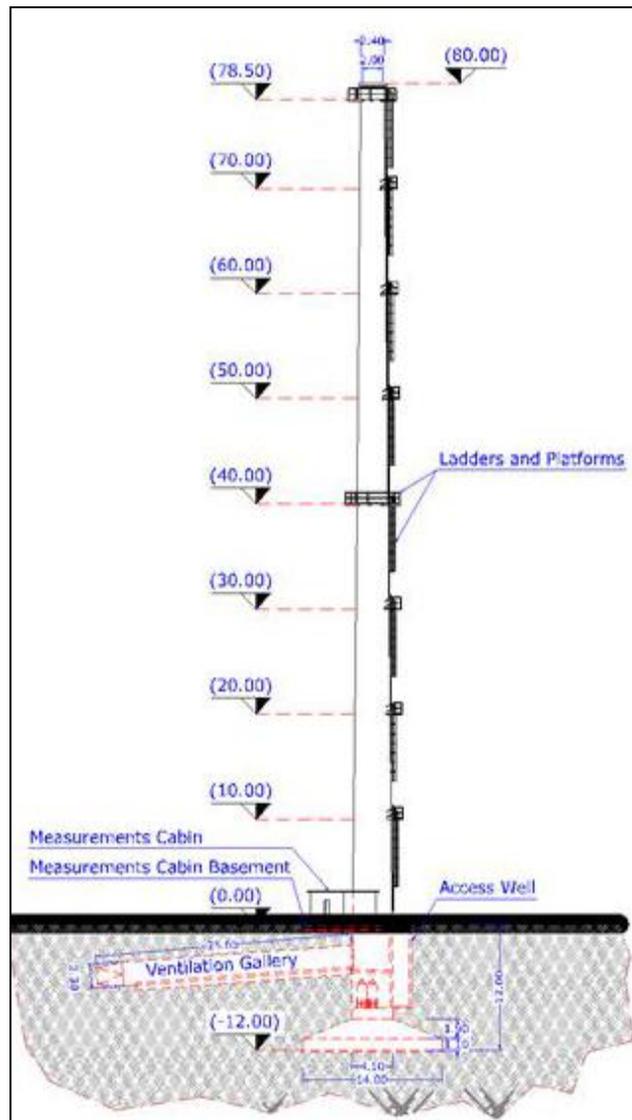


Figura 5-14:Edificio 88 (Camino di ventilazione) – Sezione frontale

5.4.1.1 Fasi di smantellamento del camino di ventilazione

5.4.1.1.1 Il camino di ventilazione sarà smantellato tagliandolo a fette dall'alto verso le fondamenta della struttura (Figura 5-14).

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	108 di 163
---	---------	--	------------

5.4.2 Smantellamento del carro ponte circolare

5.4.2.0.1 Il carro ponte circolare a doppia trave S080G16 (Figura 5-15) si trova all'interno dell'Edificio 80 ed è stato utilizzato per tutte le operazioni di sollevamento pesante nell'edificio del reattore, ove accessibile. Il carro ponte presenta le seguenti caratteristiche principali:

- Apertura: 43 m.
- Gancio principale: del tipo sister, tonnellata 50 t.; corsa orizzontale 40,1 m; corsa verticale 33 m.
- Gancio ausiliario: del tipo singolo, capacità 5 t; corsa orizzontale 39,550 m; corsa verticale 33,5 m.
- Controllo a distanza.
- Peso totale: 48,5 t.

5.4.2.0.2 Lo smantellamento del carro ponte circolare nella sala del reattore sarà eseguito al termine delle operazioni di smantellamento dell'edificio ESSOR e non prima del monitoraggio finale. Inoltre la gru sarà l'attrezzatura idonea allo studio della cupola, grazie all'utilizzo di ponteggi sulle travi o di una piattaforma telescopica.

5.4.2.0.3 Nelle prime fasi si prevede l'aggiornamento della gru secondo le normative vigenti. Pertanto il carrello esistente sarà probabilmente sostituito con uno nuovo, dotato di dispositivo di sollevamento ausiliario (ad esempio paranco) per le operazioni di manutenzione.

5.4.2.0.4 In quella fase, saranno rimossi anche i componenti che non possono essere controllati ai fini dell'allontanamento radiologico (ad esempio funi, blocchi, motori – se non completamente chiusi – alimentatori e cablaggio di controllo senza guaina di isolamento recuperato).



Figura 5-15: Vista d'insieme del carro ponte circolare nell'Edificio 80

5.4.2.0.5 Smantellamento del carro ponte circolare durante la fase di demolizione. Assunzioni per la sequenza generale:

- Le varie parti del carro ponte circolare non presentano contaminazione o sono state precedentemente decontaminate fino ai livelli di allontanamento;
- L'indagine radiologica finale per il rilascio del sito, comprendente la caratterizzazione del suolo, è stata già eseguita (in particolare l'ispezione radiologica della cupola dal carro ponte circolare);
- La cupola dell'edificio 80 sarà rimossa durante la fase di demolizione (almeno fino ad un'altezza di 23,10 m).

5.4.2.0.6 Qui di seguito la sequenza delle attività di smantellamento.

- Attività preparatorie
 - Fissare il carrello alle travi del ponte;
 - Preparazione di quattro punti di sollevamento (già individuati nelle fasi iniziali di predisposizione delle attività);
 - Controllo dello scollegamento ed isolamento elettrico;
 - Mobilitazione delle attrezzature e dei macchinari ausiliari (ad esempio gru) vicino all'Edificio 80.
- Attività di smantellamento:
 - Dall'esterno/interno, fissare il dispositivo di sollevamento (gancio della gru ed i suoi accessori di sollevamento) ai quattro punti di ancoraggio;
 - Scollegare la protezione per la caduta del carico dai carrelli finali;
 - Sollevare la gru in un pezzo e portarla verso un luogo stabilito, esterno all'edificio, per tagliarla e ridurne la dimensione;
 - Taglio, riduzione delle dimensioni ed imballo.

5.4.3 Demolizione degli edifici

5.4.3.0.1 Secondo le procedure italiane ed internazionali riguardanti le grandi operazioni di smantellamento industriale, le strutture al di sopra del livello del terreno dovrebbero essere completamente rimosse; al contrario, per le fondamenta che si trovano a più di 1 m di profondità si prevede che:

- Le strutture con fondamenta continue siano completamente rimosse;
- Le strutture con fondamenta discontinue siano gestite come di seguito descritto.

5.4.3.0.2 Il terreno sotto agli edifici che saranno demoliti deve essere rimosso fino ad 1 metro sotto il livello delle fondamenta. La qualità del suolo deve essere controllata in base alle normative in vigore al momento e il suolo deve essere eventualmente trattato, smaltito o riutilizzato.

5.4.3.0.3 Le fondamenta discontinue dovrebbero essere lasciate in loco e le cavità rimanenti riempite con materiale inerte derivante dalla disattivazione stessa, se idoneo, o con altro materiale inerte per evitare fenomeni di assestamento per il successivo affossamento del terreno. Questa operazione dovrebbe completarsi con il riempimento fino al livello del terreno. Altre importanti strutture sotterranee (tubi dell'acqua, ecc.) andrebbero smantellate per evitare il rischio di possibili cedimenti strutturali.

5.4.3.0.4 La Tabella 5-5 mostra una stima di tutti i materiali generati durante la demolizione delle strutture civili. Poiché tutte le stanze sono state radiologicamente verificate e decontaminate prima della demolizione, si suppone che tutto il materiale che ne deriva sia allontanabile.

Classe	Sotto-classe	Peso (t) Smaltibile
Metalli	Acciaio al carbonio	3372.0
	Acciaio inossidabile	30.5
Cementizio	Calcestruzzo	79763.8
	Altro materiale da demolizione	1991.8
TOTALE		85158.4

Tabella 5-5: Quantità stimate di materiale demolito

5.5 Rilascio finale del sito

5.5.0.0.1 Il rilascio finale del sito come 'green field' si baserà sulla verifica finale della qualità radiologica del suolo e delle acque di falda. Lo studio finale sarà concordato con le autorità e personalizzato con tecniche e tecnologie all'avanguardia disponibili in quel momento. Per questo motivo il piano sarà elaborato alla fine della fase di rilascio del sito per prendere in considerazione i risultati delle attività di decontaminazione ed i risultati ottenuti dallo studio condotto prima della fase di demolizione degli edifici civili.

6 RIFIUTI DEL COMPLESSO INE

6.0.0.0.1 La disattivazione di una centrale nucleare comprende la gestione di materiali di varia natura, con differenti caratteristiche merceologiche ed un diverso contenuto di radioattività.

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	111 di 163
---	---------	--	------------

6.0.0.0.2 Pertanto, una gestione controllata ed efficiente dei materiali derivanti dalle operazioni di disattivazione è essenziale per garantire sia l'efficienza della disattivazione stessa, sia la piena sicurezza delle operazioni svolte.

6.0.0.0.3 La pianificazione e la progettazione della disattivazione includono:

- Preparazione di un inventario dei materiali e dei rifiuti che saranno generati durante le attività di disattivazione e dei rifiuti già stoccati (rifiuti pre-disattivazione o POCO).
- Identificazione della tipologia di materiali e rifiuti generati durante le attività di disattivazione.
- Classificazione radiologica dei materiali e rifiuti e definizione dei limiti di allontanamento.
- Gestione dei flussi di materiali e rifiuti.
- Determinazione dei contenitori adeguati da utilizzare per il trasferimento, l'imballo e lo stoccaggio provvisorio di materiali e rifiuti.
- Creazione di un database per i materiali radioattivi e la gestione dei rifiuti.
- Evacuazione dei materiali dall'impianto.

6.1 Classificazione dei rifiuti

6.1.0.0.1 I rifiuti generati dalle attività di disattivazione del complesso INE possono essere classificati in base a tre approcci differenti:

- Origine;
- Caratteristiche fisiche;
- Caratteristiche radiologiche.

6.1.0.0.2 Le sezioni seguenti contengono una descrizione di ogni tipologia di rifiuto coinvolta nelle operazioni di disattivazione del complesso INE basata sulle classificazioni precedenti.

6.1.1 Classificazione per origine

6.1.1.0.1 Questo tipo di classificazione si riferisce al momento operativo in cui il rifiuto viene generato; in base a questo principio, si possono individuare tre diverse tipologie di rifiuti:

- Rifiuti pre-disattivazione o POCO;
- Rifiuti primari;
- Rifiuti secondari.

6.1.1.1 Rifiuti pre-disattivazione o post-operativi

6.1.1.1.1 Questa categoria include sia i rifiuti storici stoccati nel sito, non rimossi alla fine delle attività dell'impianto, sia quelli accumulati nei periodi successivi.

6.1.1.1.2 Il riposizionamento e l'imballo dei rifiuti sfusi e POCO rientrano tra le attività preliminari.

6.1.1.2 Rifiuti primari

6.1.1.2.1 I rifiuti primari delle attività di disattivazione sono generati durante le attività pianificate di smantellamento, demolizione e bonifica ambientale. Sono costituiti principalmente da:

- Componenti dei sistemi di processo (ad esempio serbatoi, scambiatori di calore, tubi) e strumentazione associata;
- Materiali di schermatura, materiali strutturali in cemento, acciaio strutturale e materiali vari;
- Sistemi ausiliari HVAC, impianto elettrico, ecc;

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	112 di 163
---	---------	--	------------

- Terreno derivante dalle attività di bonifica del sito (se necessarie).

6.1.1.3 Rifiuti secondari

6.1.1.3.1 I rifiuti secondari comprendono tutti i rifiuti generati dalla gestione dei materiali di disattivazione:

- Rifiuti generati dalla decontaminazione (se eseguita) di componenti metallici e strutture civili, inclusi utensili ed attrezzature di decontaminazione;
- Rifiuti prodotti dalle tecnologie di smantellamento e taglio (ad esempio utensili ed attrezzature per il taglio meccanico);
- Filtri di scarico delle unità di confinamento locale;
- Fluidi lubrificanti delle attrezzature per il taglio meccanico e dei filtri di scarico dei sistemi di trattamento.
- Fanghi e resine generati dal trattamento dei fluidi lubrificanti o delle acque di risciacquo;
- Materiali utilizzati per costruire strutture di confinamento nelle aree di lavoro in campo (ad esempio teli in plastica, impalcature, ecc.);
- Rifiuti tecnologici comprendenti soprattutto i dispositivi di protezione individuale utilizzati dal personale che opera in campo nell'Area Controllata.

6.1.1.3.2 Si noti che i trucioli metallici generati dalle attività di taglio non implicano una quantità supplementare di materiale perché appartengono ai componenti e sono dunque considerati rifiuto primario.

6.1.2 Classificazione fisica

6.1.2.0.1 Tutti i rifiuti e materiali generati dalla disattivazione del Complesso INE saranno classificati in gruppi differenti in base alle loro caratteristiche fisiche, a seconda del gruppo di materiale (classe) e poi dividendoli in tipologie specifiche di materiali (sotto-classi). La classificazione fisica definita dall'SGRR del sito, basata sull'inventario dei rifiuti e sul sistema di controllo (WITS, Specifiche del sistema di informazione e controllo dei rifiuti ISPRA-WITS), è riportata in Figura 6-1.

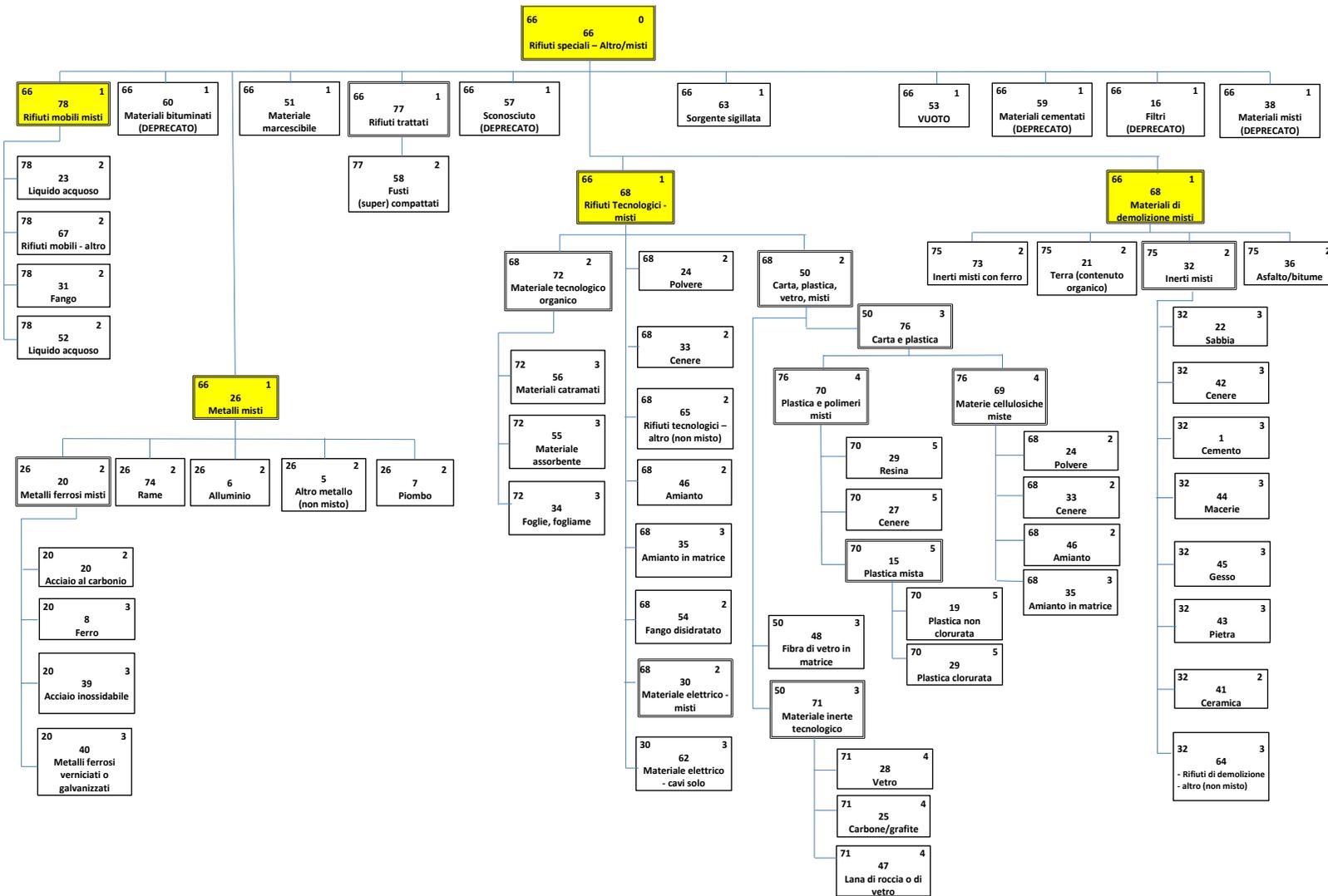


Figura 6-1: Classificazione fisica dei rifiuti e materiali in base al WITS

6.1.2.0.2 In base alla Figura precedente, l'elenco previsto delle classi dei materiali derivanti dalla disattivazione del complesso INE è riportato nella Tabella seguente.

Classe	Sotto classe	Codice WITS
Metalli	Acciaio al carbonio	2.8
	Acciaio Galvanizzato	40
	Acciaio Inossidabile	39
	Rame	74
	Piombo	7
	Altri metalli	5.6
Materiali morbidi	Isolante	47
	Plastica	70
	Cellulosa	69
	Organico (secco)	24, 33, 54, 72
Cementizi	Calcestruzzo	1
	Altri materiali di demolizioni	32, 36
	Terra	21
Liquidi	Soluzioni acquose	23
	Soluzioni Organiche	52
	Resine	67
	Fanghi	31
Materiali Pericolosi	-	35, 46
Altri	Vetro	28
	Grafite	25
	Sorgenti sigillate	63
	Altri materiali	-

Tabella 6-1: Classificazione fisica dei rifiuti radioattivi

6.1.3 Classificazione radiologica

6.1.3.0.1 I rifiuti generati dalla disattivazione del Complesso INE saranno classificati attenendosi alle disposizioni della legislazione italiana, ovvero conformemente alla Guida Tecnica N. 26 (ISPRA già ENEA-DISP - Guida Tecnica n. 26 - Gestione dei rifiuti radioattivi, settembre 1987) (Rif.[1]) ed alle seguenti direttive:

- NE.81.2607.A.002 Rev. 0 - Procedura generale per la gestione delle attività di allontanamento dei materiali solidi;
- NE.80.2625.SR.001 Rev.0 – Criteri di accettazione dei rifiuti: documento generale.

6.1.3.0.2 Inoltre la classificazione e separazione dei rifiuti in classi radiologiche è stata eseguita conformemente alle attuali procedure di gestione dei rifiuti e allontanamento emesse dal CCR.

6.1.3.0.3 Tutti i materiali generati durante le attività di disattivazione possono essere divisi nelle classi riportate di seguito, a seconda del loro contenuto radioattivo:

- Materiale potenzialmente allontanabili.
- Rifiuto di categoria 2.
- Rifiuto di categoria 3.

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	115 di 163
---	---------	--	------------

6.1.3.0.4 Qui di seguito i materiali per i quali è prevista una caratterizzazione a fini di rilascio:

- Tipo A: materiali che sono stati a contatto con fluidi contaminati e soggetti ad un flusso di neutroni.
- Tipo B: materiali che sono stati a contatto con fluidi contaminati ma non soggetti a flusso di neutroni.
- Tipo C: materiali non contaminati, ma solo attivati.
- Tipo D: materiali né contaminati, né attivati, in base alla loro storia operativa.

6.1.3.1 Materiale potenzialmente allontanabili

6.1.3.1.1 Questa categoria include i materiali appartenenti all'Area Controllata e Sorvegliata, che, al momento della rimozione dall'impianto o dopo la contaminazione/pulizia, hanno livelli di contaminazione al di sotto dei valori della tabella 6-2. Dopo la loro caratterizzazione, potranno essere rilasciati o riutilizzati senza restrizioni dal punto di vista radiologico. I materiali possono essere classificati come allontanabili se soddisfano la seguente espressione:

$$\sum_i \frac{A_i}{A_{L0i}} < 1$$

dove A_i è l'attività radionucleide-specifica e A_{L0i} è il livello di allontanamento di ciascun radionucleide, espresso in attività specifica. La suddetta disuguaglianza deve essere verificata separatamente per l'attività specifica di massa e superficie, indicata nella tabella 6-2.

Radionuclide (i)	Metallic materials (C _{li})		Cementitious materials (C _{li})		Other materials (C _{li})
	Mass (Bq/g)	Surface (Bq/cm ²)	Mass (Bq/g)	Surface (Bq/cm ²)	Mass (Bq/g)
³ H	1	10000	1	10000	1
¹⁴ C	1	1000	1	1000	1
²² Na	1	1	0,1	10	0,1
³⁶ Cl	1	100	1	100	1
³⁹ Ar	0,1	1	0,1	1	0,1
⁴¹ Ca	0,1	1	0,1	1	0,1
⁵⁴ Mn	1	10	0,1	1	0,1
⁵⁵ Fe	1	1000	1	10000	1
⁵⁹ Ni	1	1000	1	10000	1
⁶⁰ Co	1	1	0,1	1	0,1
⁶³ Ni	1	1000	1	10000	1
⁹⁰ Sr	1	1	1	100	1
⁹³ Mo	0,1	1	0,1	1	0,1
⁹³ Zr	0,1	1	0,1	1	0,1
^{93m} Nb	0,1	1	0,1	1	0,1
⁹⁴ Nb	0,1	1	0,1	1	0,1
⁹⁹ Tc	0,1	1	0,1	1	0,1
¹⁰⁶ Ru	0,1	1	0,1	1	0,1
^{108m} Ag	0,1	1	0,1	1	0,1
¹⁰⁹ Cd	0,1	1	0,1	1	0,1
¹²⁵ Sb	1	10	1	1	1
¹²⁹ I	0,1	1	0,1	1	0,1
¹³³ Ba	0,1	1	0,1	1	0,1
¹³⁴ Cs	0,1	1	0,1	1	0,1
¹³⁷ Cs	1	10	1	1	1
¹⁴⁷ Pm	0,1	1	0,1	1	0,1
¹⁵¹ Sm	0,1	1	0,1	1	0,1
¹⁵² Eu	1	1	0,1	1	0,1
¹⁵⁴ Eu	1	1	0,1	1	0,1
¹⁵⁵ Eu	0,1	1	0,1	1	0,1
²³⁵ U	1	1	1	1	1
²³⁸ U	1	1	1	1	1
alpha emitters	0,1	0,1	0,1	0,1	0,01
²⁴¹ Pu	1	1	1	10	1

Tabella 6-2: Limiti di allontanamento per l'Area 40

6.1.3.1.2 In base alla procedura di allontanamento CCR-Ispra, tutto il materiale rilasciato deve passare formalmente (se non addirittura fisicamente) tramite la gestione SGRR: pertanto, per la Tabella 6-2 è previsto un aggiornamento per coprire le esigenze delle attività di smantellamento del complesso INE.

6.1.3.1.3 Infine è ovvio che una volta verificati i limiti di allontanamento i materiali verranno, allontanati senza vincoli radiologici.

6.1.3.2 Rifiuti di categoria 2

6.1.3.2.1 Questa categoria include i materiali da gestire come rifiuti radioattivi. Sulla base della strategia generale di gestione definita dal CCR, tutti i rifiuti di categoria 2 saranno posti all'interno di contenitori dedicati che verranno immobilizzati in matrice cementizia e poi stoccati nell' ISF del Centro. Pertanto, conformemente ai criteri della Guida Tecnica N. 26

(ISPRA già ENEA-DISP - Guida Tecnica n. 26 - Gestione dei rifiuti radioattivi, settembre 1987), i limiti dei rifiuti condizionati sono riportati in Tabella 6-3.

Radionuclide	Concentrazione dell'Attività (Bq/g)
α -emettitore, $t_{1/2} > 5$ anni	370 ¹
β/γ -emettitore, $t_{1/2} > 10$ anni	370 ¹
β/γ -emettitore, $t_{1/2} > 100$ anni, metalli attivati	3.7 K
β/γ -emettitore, 5 anni $< t_{1/2} < 100$ anni	37 K
¹³⁷ Cs e ⁹⁰ Sr	3.7 M
⁶⁰ Co	37 M
³ H	1.85 M
²⁴¹ Pu	13 K
²⁴² Cm	74 K
Radionuclidi con $t_{1/2} < 5$ anni	37 M
¹ Il valore va inteso come una media di tutti i rifiuti in sito, consentendo un limite per ogni lotto pari a 3.7 KBq/g.	

Tabella 6-3: Limiti per i rifiuti condizionati di Categoria 2

6.1.3.3 Rifiuti di categoria 3

6.1.3.3.1 Questa categoria include i materiali che non rispettano i limiti riportati nella precedente Tabella 6-3. Solo pochi materiali sono stati preliminarmente classificati come rifiuti di categoria 3, provenienti da:

- Recipiente in Pressione (RPV) e strutture interne.
- Pozzi secchi nella sala ESSOR.
- Rifiuti prodotti durante la gestione del combustibile/INM (ad esempio, contenitori del combustibile, parti degli elementi di combustibile).

6.2 Gestione dei rifiuti

6.2.0.0.1 Le tipologie di rifiuti, precedentemente indicate, devono essere gestite nel rispetto di vari fattori, appartenenti alle seguenti due categorie:

- Proprietà fisiche e chimiche:
 - Peso;
 - Volume;
 - Area superficiale;
 - Composizione chimica.
- Caratteristiche radiologiche:
 - Dose da contatto;
 - Concentrazione dell'attività della superficie/massa (sia alfa, sia beta per ciascun radionuclide);

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	118 di 163
---	---------	--	------------

- Vettore del radionuclide.

6.2.0.0.2 Tutti i materiali potenzialmente allontanabili dal punto di vista radiologico, saranno gestiti nel rispetto di leggi e norme in vigore nel momento in cui il rifiuto è stato creato. Tutti gli altri rifiuti (cat. II e III) saranno stoccati in un'area dedicata nell'Area 40.

6.2.0.0.3 L'Area 40 include le seguenti parti:

- Stazione di gestione dei rifiuti radioattivi (SGRR): comprende numerose strutture, sistemi ed attrezzature per la gestione generalizzata dei rifiuti radioattivi solidi generati da attività nucleari (storiche ed in corso) nel sito. In particolare, la gestione dei rifiuti include:
 - Pre-trattamento, trattamento, imballo e condizionamento.
 - Caratterizzazione, gestione dei materiali e stoccaggio provvisorio.
 - Rimozione dei materiali dal sito.
 - Attività rientranti nel termine logistica (trasporto, gestione dell'inventario interno, immagazzinamento e stoccaggio).
- Impianto STEL, che assicura il trattamento degli effluenti liquidi radioattivi e dubbi, generati dalle attività nucleari eseguite nel sito.
- Una struttura per lo stoccaggio temporaneo di combustibile nucleare irraggiato, detta "pozzi secchi", che non rientra nel Nulla Osta della SGRR. La struttura di stoccaggio, situata nell'Edificio39b dell'Area 40, è costituita da 40 unità di stoccaggio, ovvero cavità tubolari poste sotto la superficie (pozzi secchi). Ogni pozzo è chiuso da un coperchio schermante. Sono disposti in 5 file e in ogni fila ci sono 8 pozzi identificati da abbreviazioni alfanumeriche (ad esempio B1, C2, ecc.) per consentire l'identificazione e localizzazione delle posizioni di stoccaggio. Dei 40 pozzi, 6 contengono materiale fissile irradiato e 3 rifiuti radioattivi da recuperare e trasferire in un'area idonea.

L' ISF (Impianto di stoccaggio provvisorio per imballo finale di rifiuti di Categoria II (ISF) è un edificio in cemento armato situato nella zona sud dell'Area Controllata dell'Area 40. L'ISF, completato nel 2013, occupa un'area di circa 5400 m² ed un volume lordo di circa 46.000 m³. L'impianto è progettato per lo stoccaggio di imballi di rifiuti condizionati di Categoria II, prodotti (mediante malta) dalla stazione di condizionamento in costruzione nell'Area 40. I rifiuti solidi radioattivi storici ed i rifiuti prodotti in futuro dalle attività di disattivazione saranno collocati nell'ISF in forma condizionata.

6.2.1 Approccio metodologico generale

6.2.1.0.1 Ogni rifiuto prodotto dalle attività di disattivazione sarà gestito in base ai seguenti criteri operativi:

- Tutto lo smantellamento sarà eseguito lavorando separatamente su aree "isolate": (ovvero le Unità di intervento descritte nel capitolo 4), ciascuna dotata della propria strategia e del proprio percorso. Gli elementi appartenenti ad una singola IU saranno separati in gruppi omogenei, definiti in base all'attuale (o estesa, all'inizio delle attività) caratterizzazione dell'impianto.
- Gli elementi saranno inizialmente separati in base a criteri radiologici: i componenti appartenenti all'Area sorvegliata possono essere preliminarmente considerati come allontanabili; i componenti alloggiati nell'Area Controllata vengono considerati materiale potenzialmente allontanabile o rifiuti radioattivi (Rif.[29]).

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	119 di 163
---	---------	--	------------

- Procedure operative diverse basate sulle caratteristiche dei rifiuti radioattivi: gli elementi possono essere attivati, contaminati o presentare entrambe le tipologie di radioattività; gli elementi appartenenti a sistemi e / o aree diverse possono evidenziare la presenza di radionuclidi (ovvero avere diversi vettori RN).
- I materiali contenenti emettitori alfa saranno segregati dagli altri.
- Sarà eseguita una separazione tra classi e sotto-classi di materiali: i materiali allontanabili devono essere segregati per ottemperare alle normative europee, supponendo che i rifiuti di categoria 2 saranno anche divisi in sotto-classi (e, a loro volta, in gruppi più piccoli, ove necessario) per indirizzare correttamente ogni tipo di materiale verso il miglior processo di trattamento.
- Eventuali materiali radioattivi e rifiuti convenzionali derivanti dalla disattivazione devono soddisfare i criteri di accettazione dei rifiuti (WAC) per le attività nell' SGRR dell'Area 4022, sebbene non si richieda un loro effettivo spostamento nell'area suddetta. Alcuni di questi requisiti sono strettamente collegati alle società esterne che verranno selezionate e / o agli impianti interni/esterni che eseguiranno fisicamente i trattamenti.

6.2.1.0.2 Un'idea generale del WAC si ottiene dai criteri di accettazione dei rifiuti: per il documento generale, si veda la Figura 6-2 seguente.

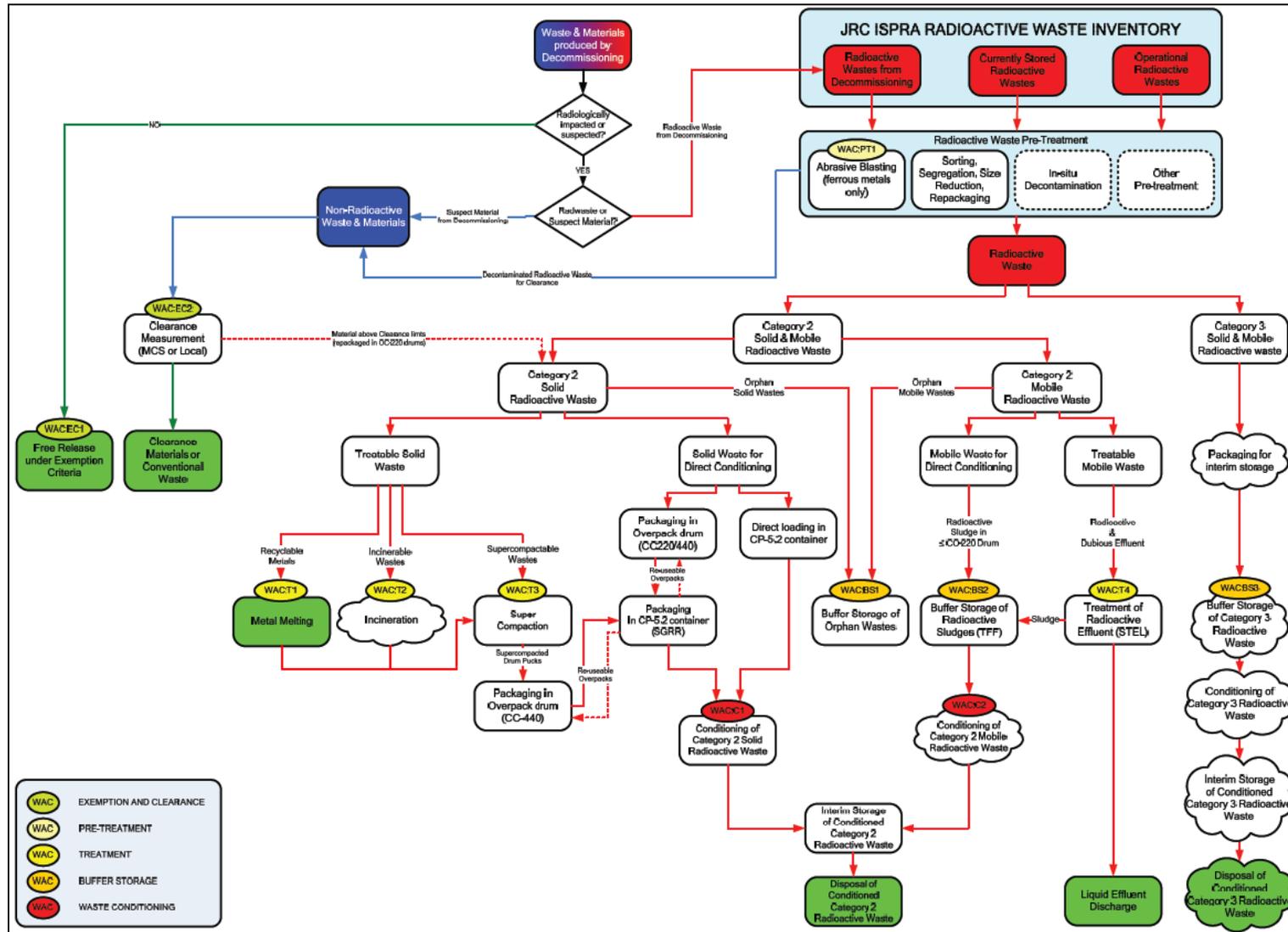


Figura 6-2: Gestione dei flussi di rifiuti

6.2.2 Procedure operative di gestione dei rifiuti

6.2.2.1 Pre-disattivazione e rimozione dei rifiuti sfusi/POCO

6.2.2.1.1 In questo paragrafo si illustrano le procedure operative per la gestione dei rifiuti, da eseguire per i materiali derivanti alla rimozione dei rifiuti LOOSE/POCO.

6.2.2.1.2 La Tabella 6-4 mostra la stima di tutti i materiali generati durante il recupero e l'imballaggio dei rifiuti sfusi e POCO attualmente stoccati all'interno di INE.

Classe	Sotto – classe	Peso (t)	
		Potenzialmente Allontanabile	Cat.2
Metalli	Acciaio al carbonio	95,2	27,2
	Rame	0,8	-
	Piombo	11,2	-
Materiali morbidi	Plastica	6,8	6,8
	Cellulosici	0,9	-
	Organici (carbonio)	-	6,9
Cementizi	Calcestruzzo	3,0	-
	Altro materiale da demolizione	5,4	-
Altri	Vetro	2,8	2,8
TOTALE		126,0	43,7

Tabella 6-4: Quantità stimate di rifiuti recuperati sfusi/POCO

6.2.2.2 Gestione dei materiali nell'Area sorvegliata

6.2.2.2.1 Il materiale proveniente dalle attività di disattivazione nell'Area Sorvegliata può essere preliminarmente considerato non (o poco) contaminato e sarà soggetto alle procedure di clearance che verificheranno se ha i requisiti per essere allontanabile. Dopo questa conferma, i materiali saranno trattati come rifiuti convenzionali (si veda la Figura 6-2). Tutti gli elementi saranno ridotti di dimensione in loco e trasferiti, come pezzi interi o in contenitori prismatici riutilizzabili, alla stazione di riempimento (la cui installazione è prevista vicino all'Edificio 99); saranno segregati conformemente ai codici europei per i rifiuti, collocati in cassoni scarrabili e successivamente evacuati.

6.2.2.2.2 I liquidi convenzionali raccolti da queste aree sarebbero scaricati nella rete fognaria del CCR dopo i controlli radiologici.

6.2.2.2.3 Essendo stato tutto il sito supervisionato prima della demolizione delle strutture civili, tutto il materiale derivante dalla fase di demolizione finale sarà allontanabile e potrà essere direttamente trasferito ai cassoni scarrabili per l'evacuazione.

6.2.2.3 Gestione del materiale potenzialmente allontanabile

6.2.2.3.1 Questo tipo di rifiuti comprende componenti situati nell'Area Controllata e rifiuti secondari che possono essere presenti ad un bassissimo livello di attivazione e/o contaminazione ma che non mostrano segni di attività (dovuta a contaminazione e/o attivazione). Tutti gli elementi saranno ridotti di dimensione in loco, in base alla sequenza delle attività descritte per ogni gruppo IU, e trasferiti, come pezzi interi o in contenitori di trasporto riutilizzabili

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	122 di 163
---	---------	--	------------

(scatole prismatiche), ad un'area tampone locale prevista ad ogni livello ed Edificio del CA. Infine il materiale sarà trasferito ad un'area di stoccaggio idonea, in attesa del risultato della caratterizzazione radiologica, che sarà eseguita su una quantità consistente di campioni.

6.2.2.3.2 Visto il basso livello di attività ad essi associato, il loro trasferimento all'interno dell'impianto potrebbe avvenire senza bisogno di utilizzare coperture/avvolgimento per prevenire la diffusione della contaminazione, a meno che il percorso di trasferimento non si trovi all'interno di aree a maggiore contaminazione, aumentando il rischio di contaminazione incrociata. Dopo i risultati della caratterizzazione, questi materiali saranno classificati come allontanabili (e quindi evacuati) o come rifiuti di Categoria 2 e quindi ridiretti verso il rispettivo flusso.

6.2.2.4 Gestione dei rifiuti di categoria 2

6.2.2.4.1 Tutti gli elementi saranno ridotti di dimensione in base a quanto descritto per ogni IU e trasferiti come pezzi interi o in contenitori idonei (fusti da 220L), ad un'area tampone locale, prevista per ogni livello ed Edificio del CA.

6.2.2.4.2 Se necessario, gli elementi saranno rimossi in pezzi più grandi; è indispensabile evitare sempre il rischio di contaminazione incrociata fornendo protezione o sistemi di avvolgimento, ove necessario.

6.2.2.4.3 In base ai principi generali, saranno da preferire le seguenti tecniche:

- **Metalli:**
 - Tubi e parti con una contaminazione superficiale inferiore a 5 Bq/cm² saranno separati in sotto classi ed inviati ad un impianto di fusione esterno.
 - Altri tubi e pezzi piccoli (diametro < 2") saranno inviati al compattamento.
 - Gli elementi non appartenenti ai precedenti gruppi (ovvero parti massicce o molto contaminate) saranno trattate con malta direttamente all'interno dei contenitori CP-5.2.
- **Materiale morbido:** trattato con malta dopo il compattamento in fusti da 220L.
- **Materiale cementizio:** il principale apporto previsto ai rifiuti in cemento armato di categoria 2 sarà costituito da parte dello schermo biologico del reattore. I blocchi saranno spostati nella stazione di riempimento dei contenitori CP-5.2 mediante un contenitore schermato (dotato di cesto), mentre i residui scarificati provenienti da pareti/superfici decontaminate saranno raccolti in fusti per essere immobilizzati conformemente alle WAC:C2.
- **Mobile:** il rifiuto liquido sarà trattato e quindi inviato a STEL; resine e fanghi saranno collocati in fusti ed immobilizzati conformemente a WAC:C2.
- **Speciali:** fonti a tenuta, amianto, oli ed altri materiali radioattivi al momento non prevedono trattamenti dedicati e saranno segregati dagli altri materiali.

6.2.2.5 Gestione dei rifiuti di categoria 3

6.2.2.5.1 I rifiuti di categoria 3 provengono soprattutto dallo smantellamento del blocco del reattore, con ulteriori apporti dei pozzi secchi di ESSOR e ri-imballo del combustibile/INM all'interno della Cella ADECO.

6.2.2.5.2 Non si prevede ulteriore trattamento o impiego di malta per questo flusso di rifiuti; le parti segmentate saranno collocate direttamente in contenitori metallici schermati, come segue:

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	123 di 163
---	---------	--	------------

- Reattore: i contenitori saranno riempiti di rifiuti metallici/cementizi in un cesto non riutilizzabile e trasferiti alla sala del reattore;
- Pozzi secchi: i contenitori saranno riempiti a distanza con il contenuto del pozzo,
- Ri-imballo combustibile/INM: i contenitori saranno già riempiti con rifiuti metallici all'interno di fusti non riutilizzabili. Questi contenitori saranno trasferiti e stoccati, ma saranno prodotti e riempiti nell'ambito di una diversa linea di progetto.

6.2.2.5.3 Tutti i contenitori ottenuti saranno spostati con l'ausilio del carroponete circolare ESSOR verso l'area tampone centralizzata e per lo stoccaggio provvisorio, prima di essere inviati allo stoccaggio finale di categoria 3 in un area dedicata in Area 40.

6.2.2.5.4 I contenitori di categoria 3 si suppone saranno pesanti; poiché il carico consentito sulle strutture civili è pari a 4 t/m² o meno, si prevedono dispositivi di stoccaggio specifici (ad esempio pedane appositamente progettate) o un adattamento dei solai.

6.2.2.5.5 Poiché lo stoccaggio di categoria 3 è attualmente in fase di definizione, se tutti i contenitori prodotti dovranno rimanere più a lungo, li si dovrà trasferire con l'ausilio del carroponete circolare ad un'altezza inferiore, nell'area tampone dedicata 24; secondo il programma delle operazioni, al momento della produzione dei contenitori di categoria 3 queste aree saranno già smantellate.

6.2.2.5.6 La valutazione dei contenitori di categoria 3, con il contenuto massimo di radioattività, in base all'attuale inventario, indica che i contenitori riempiti possano essere trasferiti senza ulteriore schermatura essendo i contenitori stessi dotati di dispositivi interni di schermatura e quindi i limiti di sicurezza del trasporto sono sempre rispettati. Tuttavia, qualora si prevedano dosi elevate, l'area tampone temporanea sarà disposta in base ad un piano di carico specifico che assicuri il collocamento dei contenitori meno pericolosi nella fila anteriore così da schermare gli elementi più critici disposti posteriormente.

6.2.2.6 Gestione dei rifiuti liquidi

6.2.2.6.1 L'acqua presente nella piscina di decadimento del combustibile è il principale rifiuto liquido che si prevede essere prodotto durante le attività di disattivazione del Complesso INE. L'acqua della piscina deve essere tenuta fino al completamento delle operazioni di trasferimento e taglio di alcuni dei materiali rimossi dal reattore.

6.2.2.6.2 I dati dei campionamenti recenti hanno confermato che l'acqua della piscina è contaminata (fino a 132 Bq/g dell'attività totale, senza importanti apporti alfa); ciò implica che, prima del rilascio, deve essere trattata.

6.2.2.6.3 Inoltre l'attività di disattivazione produrrà una notevole quantità di rifiuto liquido secondario, derivante principalmente dalla decontaminazione online e dall'allagamento della cavità del reattore.

6.2.2.6.4 Si noti che, in base all'attuale formula di scarico del sito, il trattamento dell'acqua non evidenzia particolari problemi. Purtroppo una nuova formula di scarico (probabilmente più restrittiva) entrerà in vigore una volta approvata l'Istanza: perciò il trattamento dell'acqua contaminata potrebbe diventare un collo di bottiglia per le operazioni STEL. La definizione di una nuova formula di scarico andrebbe inserita nel Piano di Disattivazione che sarà inviato all'Autorità.

6.2.2.6.5 Oltre al distillato, tutti i trattamenti preliminari dell'acqua generano un fango concentrato (ad esempio resine, che si suppone essere un rifiuto di categoria 2) che sarà collocato in fusti idonei ed inviato all'impianto di solidificazione (esterno all'INE/attualmente in fase di definizione).

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	124 di 163
---	---------	--	------------

6.2.2.6.6 Inoltre, a seconda della tecnica di taglio prescelta (taglio meccanico in acqua e filo a taglio diamantato lubrificato), potrebbe essere prodotta acqua contenente particolato contaminato/attivato. L'acqua scaricata sarà raccolta e convogliata verso un sistema di filtraggio con filtri a cartuccia costituiti da pre-filtri ruvidi e filtri fini e poi fatta ricircolare per il massimo riutilizzo dell'acqua e per ridurre al minimo la quantità di rifiuti secondari prodotti, tenendo conto dell'elevato consumo di acqua che queste tecniche di taglio generalmente presuppongono. Il trattamento produrrà cartucce di filtri esausti che, se correttamente svuotati ed asciugati con aria compressa, saranno automaticamente imballati (vista la possibile dose ad essi associata) in fusti da 220L, che successivamente saranno inviati a sistema di super-compattamento (se conformi al WAC) o messi direttamente nei contenitori CP-5.2 per il trattamento con malta.

6.2.2.6.7 D'altro canto, l'acqua filtrata che non può essere riutilizzata per le operazioni di taglio, viene inviata al sistema di raccolta degli effluenti liquidi radioattivi dell'Edificio.

6.2.3 Contenitori per le attività di disattivazione

6.2.3.0.1 Ciascun flusso di rifiuti è associato ad uno o più contenitori. In linea generale, i contenitori appartenenti a flussi differenti saranno identificati in modo univoco (ad esempio codici, colori).

6.2.3.0.2 L'elenco degli imballi previsti è riportato in Tabella 6-5 e nella figura seguente.

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	125 di 163
---	---------	--	------------

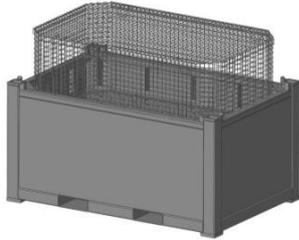
Tipo	Figura	Descrizione	Categoria	Materiali consentiti
Cassone da 600 L		Lunghezza: 1000 mm Larghezza: 800 mm Altezza: 900 mm Volume Lordo: 0.9 m ³ Volume utile: 0.6 m ³ Peso loro massimo: 1 t	Potenzialmente allontanabili	Tutti
Cassone Scarrabile		Lunghezza: 6300 mm Larghezza: 2400 mm Altezza: 2720mm Volume Lordo: 30 m ³ Peso loro massimo: 15 t	Potenzialmente allontanabile	Tutti
Fusto da 220 Litri		Diametro: 590 mm Altezza: 890 mm Volume Lordo: 243 l Volume utile: 220 l Peso loro massimo: 500 Kg	Categoria 2	Tutti (secco)
CP-5.2		Lunghezza: 2500 mm Larghezza: 1650 mm Altezza: 1250 mm Volume Lordo: 5.2 m ³ Volume utile: 2.5 m ³ Peso loro: 16 t	Categoria 2 (finale)	Tutti (non trattabile)
Cask		(vedi il testo oltre)	Categoria 3	Tutti
Grande Sacco		Volume Lordo: 0.5 m ³ Volume utile: 0.37 m ³ Peso loro: 0.4 t	Allontanabile	Terra Calcestruzzo

Tabella 6-5: Contenitore previsto per il condizionamento dei rifiuti

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	126 di 163
---	---------	--	------------

6.2.3.0.3 Non viene fornita una descrizione dei contenitori di categoria 3 per il fatto che il contenitore sarà scelto dal CCR nell'ambito della strategia generale di gestione dei rifiuti attualmente in fase di definizione. IL contenitore prescelto dovrebbe avere almeno le seguenti caratteristiche:

- Disponibile in commercio;
- Peso massimo compatibile con i carichi disponibili nell'Edificio ESSOR e ISF. In caso contrario le strutture civili dovranno essere adattate per supportare tali carichi oppure si impiegheranno dispositivi specifici (ad esempio pedane metalliche) per distribuire il carico su una superficie più ampia;
- Dimensioni generali compatibili con i passaggi esistenti, ma anche con le entrate della Cella ADECO, qualora si prevedano ulteriori operazioni di taglio e re-imballo;
- Volumi interni compatibili con elementi di categoria 3. Le dimensioni interne avranno un impatto significativo sul numero di tagli da eseguire per entrare nel contenitore. I contenitori tipici hanno cavità cilindriche con un volume di circa 0,4 m³, che può essere ulteriormente ridotto in caso di bisogno di ulteriore schermatura;
- Recupero del rifiuto, se si prevede un ulteriore trattamento;
- Adeguata capacità di schermatura;
- Possibilità di essere messo in acqua e svuotato, qualora si scegliesse il taglio in acqua come la migliore opzione ed i contenitori venissero riempiti in acqua.

6.2.4 Percorsi di movimentazione dei rifiuti

6.2.4.0.1 Per una gestione integrata dei materiali prodotti durante le attività di smantellamento, alcune aree saranno dedicate alla movimentazione in sicurezza ed alla gestione di rifiuti e materiali provenienti da diversi locali del complesso INE.

6.2.4.0.2 Le aree di lavoro dove sarà movimentato il rifiuto contaminato saranno separate dalle aree destinate alla gestione dei materiali non contaminati, per evitare fenomeni di contaminazione incrociata.

6.2.4.0.3 I flussi previsti di rifiuti radioattivi ed il materiale potenzialmente allontanabile sono illustrati di seguito; il trasporto tra le aree di lavoro interne ad INE sarà eseguito con l'ausilio di un muletto a forche, mentre il trasporto tra INE e Area 40 sarà effettuato nel rispetto del regolamento sui trasporti del Sito CCR.

6.2.4.0.4 Il materiale potenzialmente allontanabile sarà soggetto alle seguenti fasi:

1. Smantellamento dei componenti installati;
2. Containerizzazione all'interno di container di allontanamento (o direttamente su cassoni scarrabili);
3. Stoccaggio provvisorio in aree tampone;
4. Trasferimento dei campioni alla stazione di caratterizzazione ;
5. Trasferimento del materiale imballato alla stazione di riempimento dei cassoni scarrabili (E99);
6. Stoccaggio provvisorio dei contenitori riempiti nel piazzale esterno di INE (ex E97);
7. Evacuazione dei cassoni scarrabili pieni per il convenzionale smaltimento.

6.2.4.0.5 I rifiuti radioattivi saranno sottoposti alle seguenti fasi:

1. Smantellamento dei componenti installati;
2. Containerizzazione in fusti da 220L o contenitori da trasporto interno;
3. Stoccaggio provvisorio all'interno delle aree tampone locali;
4. Trasferimento dei campioni alla stazione di caratterizzazione ESSOR;

5. Trasferimento dei rifiuti imballati alla stazione di riempimento CP-5.2 (E80);
6. Stoccaggio provvisorio dei CP-5.2 pieni nel piazzale interno di INE;
7. Evacuazione dei CP-5.2 pieni a SGRR.

6.2.4.0.6 Le figure 6-3, 6-4 mostrano i percorsi stabiliti per tutte le tipologie di rifiuti gestiti (materiale potenzialmente allontanabile e radioattivo).

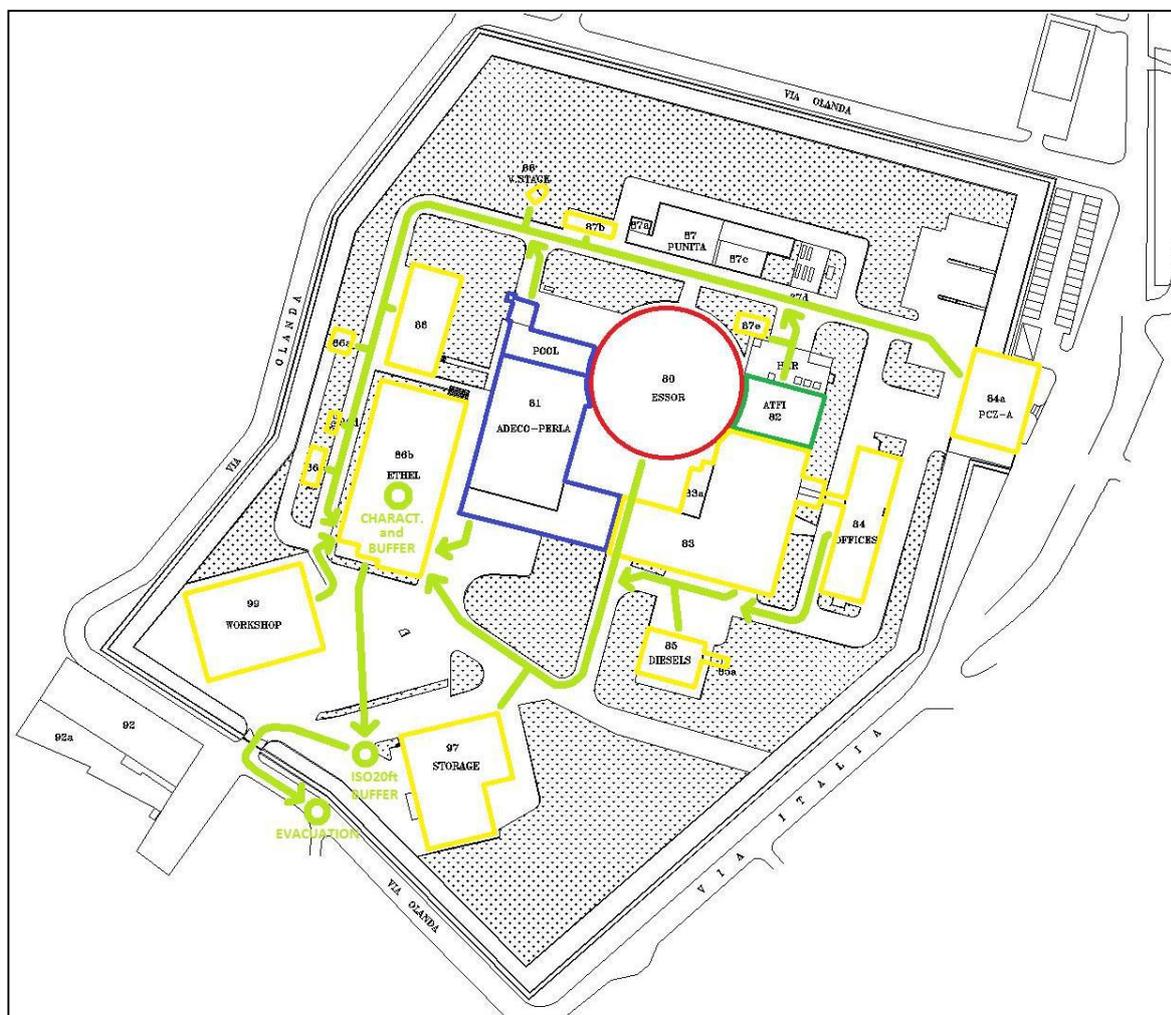


Figura 6-3: Percorsi dei rifiuti potenzialmente allontanabili

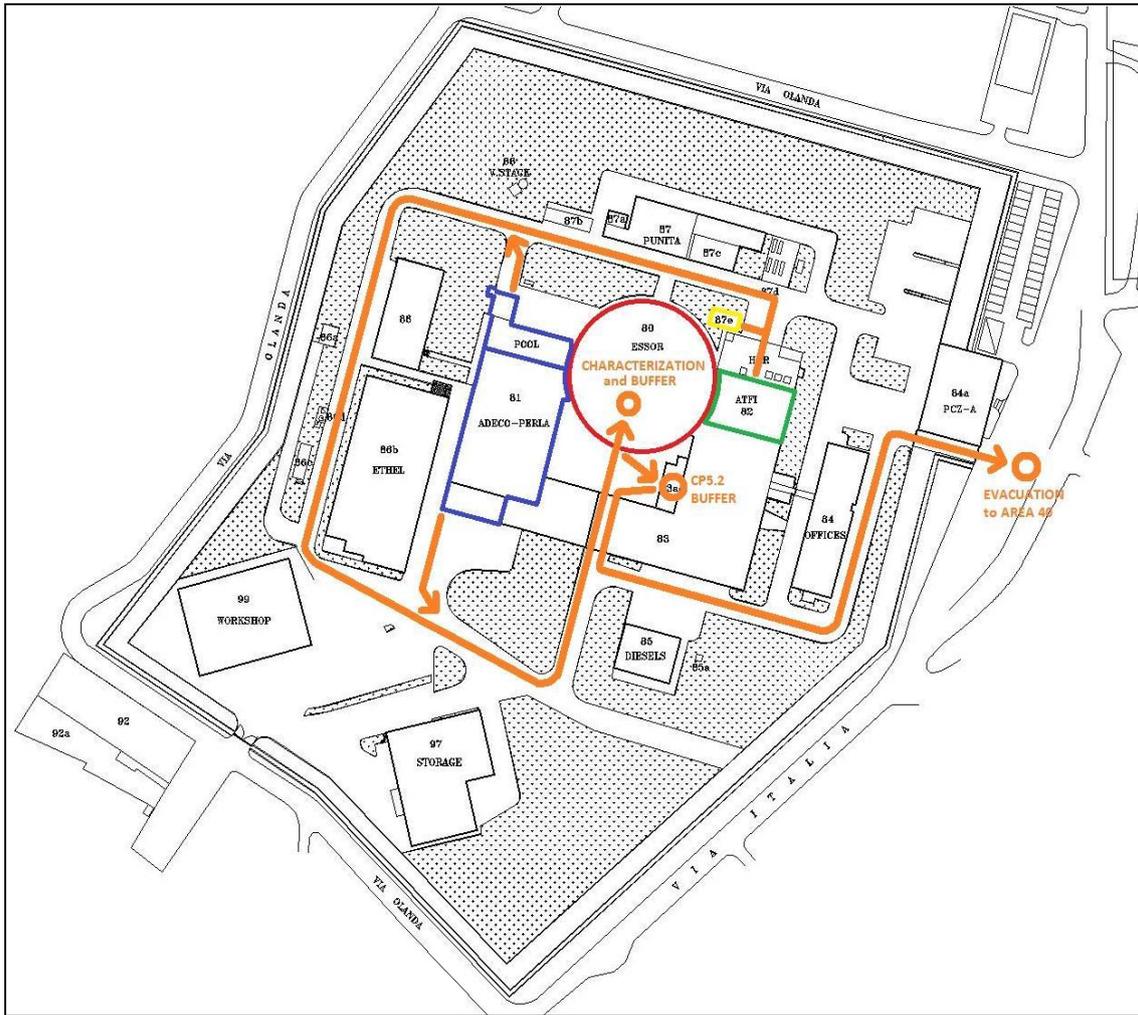


Figura 6-4: Percorsi dei rifiuti radioattivi

6.2.5 Stima dell'inventario dei rifiuti

6.2.5.0.1 I paragrafi che seguono forniscono una valutazione della quantità di materiale rilasciabile e dei rifiuti radioattivi già presenti all'interno dell'impianto o generati durante le attività di disattivazione. I risultati presentati qui di seguito dovranno essere verificati al momento delle operazioni di smantellamento, con particolare riferimento ai flussi di rifiuti quantitativi. Pertanto si deve tener conto dei seguenti aspetti.

6.2.5.1 Assunzioni

6.2.5.1.1 Le assunzioni sulle caratteristiche radiologiche degli elementi da smantellare sono state precedentemente riferite. Tuttavia, al fine di avere una buona stima dell'inventario globale dei rifiuti storici o generati dalla disattivazione, è importante farne delle altre. Si è tenuto conto dei seguenti aspetti:

- Alcuni componenti presenti nel database MiRadIs (del 2009-10) sono stati rimossi durante la manutenzione e messa in sicurezza in atto dell'impianto (ad esempio la condotta di estrazione che collegava l'Edificio ETHEL al camino principale non era più in funzione ed è stata smantellata); questi elementi non sono stati presi in considerazione.
- Il database originale copre solo tre dei principali Edifici dell'Area Controllata (E80 – ESSOR, E82 – ATFI e E86 – Torri di raffreddamento). Tutti gli altri Edifici ed aree sono stati verificati e gli elementi al loro interno sono stati classificati fisicamente, ma manca ancora una classificazione radiologica. Prima dello smantellamento di tali edifici, una caratterizzazione radiologica sarà effettuata.
- Gran parte dei pesi indicati nel database sono stati calcolati in base al volume sfuso dei componenti e non tramite misurazione diretta (gran parte di essi sono già installati): ove presenti, le incoerenze sono state verificate tramite indagini in loco e con il confronto con elementi simili, attuando le necessarie correzioni.
- Le pareti in cemento che mostrano segni di contaminazione superiori ai livelli di rilascio saranno declassificate dopo scarificazione (o processo simile) e misurazioni (metodologia di declassificazione superfici dell'Edificio). In base ai dati radiologici disponibili, solo poche stanze mostrano tracce di contaminazione sulle superfici e devono quindi essere decontaminate: queste superfici sono considerate materiale allontanabile, ad eccezione di un piccolo strato di cemento scarificato (che si suppone avere uno spessore di 10 mm), preliminarmente classificato come rifiuto di categoria 2. Inoltre, laddove le stanze sono dotate di rivestimento metallico (ad esempio cella ATFI 3302), il metallo si suppone essere decontaminabile ed il calcestruzzo sottostante allontanabile (previa verifica di applicabilità della procedura di allontanamento).
- I cavi si suppone prendano il 33% del volume della canalina esistente. Si è tenuto conto del contributo di plastica e rame. Ad eccezione dei casi in cui vi siano tracce di contaminazione della canalina, i cavi sono stati considerati materiale potenzialmente allontanabile che può essere rilasciato senza decontaminazione dopo i controlli radiologici.
- Il contenuto dei pozzi secchi ESSOR è stato ottenuto dallo "Studio dell'inventario dei rifiuti solidi di Categoria III esistenti negli impianti del CCR e prodotti durante l'esecuzione del programma di disattivazione"; questo materiale è stato preliminarmente classificato come rifiuto di categoria 3 (in base al suddetto documento).

- I contenitori dei rifiuti saranno conformi alle disposizioni WAC. Si adotterà un fattore di riempimento pari a 0,7 (ovvero solo il 70% del volume interno del contenitore sarà considerato come utilizzato per i rifiuti), aumentando il numero di contenitori che ne derivano. Inoltre poiché tutti i materiali hanno densità apparentemente basse, questi valori non provocheranno problemi gravi per il superamento dei limiti di peso di ciascun contenitore.
- A causa del fatto che la ricerca storica non ha segnalato notevoli perdite di liquidi contaminati dalla piscina o dai tubi sotterranei, si suppone che gran parte del suolo sia al di sotto dei livelli di allontanamento. E' stata prevista la possibilità di una quantità limitata di suolo contaminato. Tuttavia una campagna radiologica mirata al rilascio finale del sito sarà svolta al termine delle operazioni, per verificare l'assunto.

6.2.6 Quantità stimata di rifiuti e contenitori

6.2.6.0.1 L'inventario dei rifiuti e dei contenitori presentato nei prossimi capitoli descrive il flusso di rifiuti associato alle attività di smantellamento del complesso INE. Tutti i rifiuti sono stati così identificati:

- Materiale potenzialmente allontanabile (tipo A o B o D);
- Categoria 2;
- Categoria 3.

6.2.6.0.2 Le fonti di rifiuti sono state identificate come segue:

- Smantellamento delle Aree sorvegliate;
- Smantellamento delle Aree controllate;
- Smantellamento dell'unità del Reattore;
- Rimozione dei rifiuti LOOSE /POCO;
- Ulteriori differenti linee di progetto;
- Demolizioni;
- Rifiuti secondari.

6.2.6.1 Smantellamento delle Aree sorvegliate

6.2.6.1.1 La Tabella 6-6 mostra una stima di tutti i materiali generati durante lo smantellamento degli Edifici, preliminarmente considerati come allontanabile (ovvero contaminazione e /o attivazione al di sotto dei livelli di rilevazione o allontanamento). Questi Edifici includono tutte le zone che fanno parte dell'Area sorvegliata, ovvero gli Edifici 83, 83a, 84, 84a, 85, 85a, 86a, 86c, 86d, 87b, 97 e 99. Una stima del materiale derivante dalla demolizione delle strutture civili è contenuta nel paragrafo 6.2.6.6.

Classe	Sub-classe	Peso (t) Potenzialmente allontanabili (tipo D)
Metalli	Acciaio al Carbonio	383.8
	Acciaio Galvanizzato	52.4
	Acciaio Inossidabile	0.5
	Rame	29.6
Materiali morbidi	Isolante	16.2
	Plastica	24.3
Altri	Strumentazione	1.0
Totale		507.6

Tabella 6-6: Materiale stimato derivante dalle operazioni di smantellamento dell'Area sorvegliata

6.2.6.2 Smantellamento delle Aree Controllate

6.2.6.2.1 La Tabella 6-7 mostra una stima di tutti i materiali generati durante lo smantellamento degli Edifici che ospitavano rifiuti radioattivi (cioè Edifici 80, 81, 82 e 86), ad eccezione del nocciolo del reattore (riportata in una valutazione distinta nella sotto-sezione che segue). In base ai dati radiologici attuali, le Torri di raffreddamento (Ed. 86) evidenziano la presenza di alcuni punti contaminati che devono essere controllati; pertanto l'Edificio è stato considerato come parte di questa sezione.

NE.40.1225.A.003 ND.40.0401012.A.003	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	132 di 163
---	---------	--	------------

Classe	Sotto-Classe	Peso (t)		
		Potenzialmente allontanabile ¹ (Tipo B)	Cat. 2	Cat. 3
Metalli	Acciaio al carbonio	841.7	90.1	
	Acciaio Galvanizzato	234.3	12.8	
	Acciaio Inossidabile	60.4	35.8	12.0
	Rame	18.5	-	
	Altri metalli	20.0	0.6	
Materiali morbidi	Isolanti	<0.1	29.1	
	Plastica	24.4	3.3	
Cementizi	Calcestruzzo	4.9	-	
Effluenti Liquidi		-	528.5	
Altri	Vetro	4.2	-	
	Strumentazione	12.2	0.4	
TOTALI		1224.7	700.5	12.0

¹Materiali potenzialmente allontanabili includono componenti che sono stati preliminarmente classificati come rilasciabili e che sono ritenuti come allontanabili dopo la caratterizzazione radiologica finale.

Tabella 6-7: Materiale stimato derivante dalle operazioni di smantellamento delle Aree Controllate

6.2.6.3 Smantellamento dell'unità del reattore

6.2.6.3.1 La Tabella 6-8 mostra una stima di tutti i rifiuti generati durante lo smantellamento del reattore. Si veda il progetto di base per ulteriori dettagli sulle quantità e la classificazione dei materiali (Rif.[25]).

Classe	Sotto-Classe	Peso (t)		
		Potenzialmente allontanabile (Tipo A, B)	Cat. 2	Cat. 3
Metalli	Acciaio al carbonio	73.4	9.8	5.6
	Acciaio Inossidabile	0.1	3.2	16.4
	Piombo	17.9	8.1	-
	Altri metalli	0.1	< 0.1	0.9
Cementizi	Calcestruzzo	1661.9	177.0	10.1
Altri	Altri metalli	3.5	-	< 0.1
TOTALI		1756.9	198.1	33.0

Tabella 6-8: Stima dei materiali derivanti dalle operazioni di smantellamento del reattore

6.2.6.4 Rimozione rifiuti LOOSE / POCO

6.2.6.4.1 La Tabella 6-9 mostra una stima di tutti i materiali generati durante il recupero e l'imballaggio dei rifiuti LOOSE/POCO attualmente stoccati all'interno del complesso INE.

Classe	Sotto-Classe	Peso (t)	
		Potenzialmente allontanabile (Tipo B)	Cat. 2
Metalli	Acciaio al carbonio	95.2	27.2
	Rame	0.8	-
	Piombo	11.2	-
Materiali morbidi	Plastica	6.8	6.8
	Cellulosa	0.9	-
	Organico (Carbone)	-	6.9
Cementizi	Calcestruzzo	4.9	-
	Altri materiali di demolizione	5.4	-
Altri	Vetro	2.8	2.8
TOTALI		126.0	43.7

Tabella 6-9: Stima dei materiali derivanti da rimozione dei rifiuti LOOSE/POCO

6.2.6.5 Ulteriori linee di progetto

6.2.6.5.1 In base alla strategia generale digestione dei rifiuti, alcuni progetti saranno dedicati alla gestione, trasporto e ri-imballo di INM e I/HLW. Mentre INM sarà gestito separatamente e non ricade nell'ambito di questo progetto, tutto il I/HLW sarà trattato come parte dell'inventario globale INE e considerato a seconda dello specifico flusso di rifiuti. La Tabella 6-10 mostra questo contributo.

Classe	Sotto-Classe	Peso (t)		
		Potenzialmente allontanabile (Tipo B)	Cat. 2	Cat. 3
Metalli	Acciaio al carbonio	4.4	0.5	-
	Acciaio Inossidabile	-	0.5	0.2
	Altri metalli	< 0.1	0.1	-
Materiali morbidi	Plastica	0.2	0.2	-
Mobili	Soluzioni acquosa	-	0.1	-
TOTALI		4.6	1.4	0.2

Tabella 6-10: Materiali stimati per le diverse linee di progetto

6.2.6.6 Demolizioni

6.2.6.6.1 La Tabella 6-11 mostra la stima di tutti i materiali generati durante la demolizione delle strutture civili. Poiché tutte le stanze sono state verificate dal punto di vista delle emissioni radiologiche e decontaminate prima della demolizione, tutto il materiale risultante sarà stato già rilasciabile e sarà quindi libero da vincoli radiologici.

Classe	Sotto-Classe	Peso (t) Allontanato
Metalli	Acciaio al carbonio	3372.0
	Acciaio Inossidabile	30.5
Cementizi	Calcestruzzo	79763.8
	Altri materiali di demolizione	1991.8
TOTALI		85158.4

Tabella 6-11: Materiali stimati delle attività di demolizione

6.2.6.7 Rifiuti secondari

6.2.6.7.1 Le quantità di rifiuti secondari che saranno prodotte durante le operazioni di smantellamento del Complesso INE sono state calcolate in base ai seguenti assunti:

- Le attività di taglio dei componenti genera i seguenti rifiuti secondari:
 - Scarti e limature. Trattandosi degli scarti degli elementi stessi, questo contributo è già considerato tra le quantità dei rifiuti primari.
 - Parti degli utensili di smantellamento usurati o danneggiati. Questo contributo è stato valutato supponendo che, in termini di peso, esso sia pari al 2% del peso totale degli articoli che saranno smantellati. Gli elementi dell'Area sorvegliata "produrranno" utensili usurati allontanabili, mentre il taglio degli elementi attualmente ospitati nell'Area Controllata produrrà rifiuti secondari sia puliti, sia contaminati, in un rapporto di 10%-90%. I rifiuti che ne derivano sono costituiti da molteplici costituenti, tra cui acciaio inossidabile, leghe e metalli con additivi (ad esempio diamanti, corindo); quindi, in generale non sono idonei alla fusione dei metalli.
- Il taglio di parti del reattore genera questi altri rifiuti secondari:
 - Acqua usata per riempire la cavità del reattore per operazioni di taglio in acqua.
 - Filtri meccanici per il sistema di raccolta dei detriti/trucioli.
 - Resine a scambio di ioni derivanti dal sistema di trattamento delle acque.
 - Acqua usata come lubrificante. I valori assunti sono 225 l/m² da tagliare, senza alcun ricircolo di acqua.
- La decontaminazione in linea dei sistemi genera i seguenti rifiuti secondari:
 - Soluzione acida usata per rimuovere lo strato contaminato dai tubi ed altri componenti.
 - Acqua di risciacquo per la rimozione della soluzione acida residua.
 - Resine a scambio di ioni per l'immobilizzazione della contaminazione rimossa.
- Le operazioni di smantellamento genereranno una grande quantità di rifiuti compattabili (considerati parte del flusso di rifiuti "plastici"), composti dai filtri dell'impianto di ventilazione principale e dalle unità di ventilazione mobile, come pure i DPI (dispositivi di protezione individuale). Questo contributo è stato valutato supponendo un peso del 10% del totale degli elementi dell'Area Controllata che saranno smantellati. Il rifiuto risultante si suppone essere sia contaminato, sia pulito, in un rapporto di 75%-25%.
- La decontaminazione delle superfici genera tessuti umidi (pulizia dei rivestimenti metallici) e detriti/polveri di cemento scarificato (si veda l'assunto all'inizio di questa sezione).

6.2.6.7.2 La Tabella 6-12 mostra una stima dei rifiuti secondari generati durante lo smantellamento.

Classe	Sotto-Classe	Peso (t)	
		Potenzialmente allontanabile (Tipo B)	Cat. 2
Metalli	Metalli misti	75.2	7.2
Materiali morbidi	Plastica	51.8	155.4
Effluenti liquidi	Soluzione acquosa	105.4	292.8
Mobili	Polveri cementizie		7.8
	Resine	-	15.1
TOTALI		232.4	478.3

Tabella 6-12: Stima dei rifiuti secondari

6.2.7 Situazioni contingenti

6.2.7.0.1 Le stime riportate nelle sotto-sezioni precedenti non tengono conto di rifiuti o situazioni impreviste, che potrebbero emergere durante le disattivazione. Sono stati presi in considerazione almeno i seguenti contributi:

- La nuova caratterizzazione radiologica (quella esistente deve essere confermata e completata) potrebbe cambiare la divisione tra rifiuti potenzialmente allontanabili di categoria 2 e 3.
- Alcune superfici attualmente pulite potrebbero rivelarsi contaminate o essere contaminate in circostanze accidentali. Ciò determinerà una produzione aggiuntiva di rifiuti secondari – se si applicheranno tecniche di decontaminazione – o un aumento della quantità complessiva di rifiuto primario.
- Il terreno sotterraneo si suppone essere privo di contaminanti. Tuttavia in passato si sono verificate alcune fuoriuscite che potrebbero aver in parte contaminato il suolo. Per fornire una stima, sono state considerate le seguenti aree:
 - Casematte ESSOR
 - Aree sotto le celle ADECO
 - Bacini delle torri di raffreddamento
- Il volume dei contenitori per i rifiuti di categoria 3 sono stati calcolati senza tener conto di alcun inserto in piombo. Tuttavia, se fosse necessaria una schermatura, il volume interno utile di ogni singolo container si ridurrebbe di un fattore 2; ciò comporterebbe un aumento del numero di container necessari fino a +20%.

6.2.7.0.2 Si noti che tutto questo contributo non è facilmente prevedibile e valutabile in anticipo e non è stato inserito nella stima globale dei rifiuti prodotti e relativi contenitori.

6.2.8 Valutazione delle quantità finali

6.2.8.1 Riduzione del volume di rifiuti

6.2.8.1.1 Ci sono varie tecniche previste per la riduzione dei rifiuti nell'ambito della strategia CCR di gestione dei rifiuti.

6.2.8.1.2 Una serie dedicata di WAC è associata a ciascun flusso, in base allo stato attuale degli elementi dell'impianto, della fattibilità della tecnica e di criteri di convenienza; qui di seguito

gli assunti formulati per fornire un quadro affidabile della quantità finale di rifiuti e contenitori:

- La fusione del metallo è fattibile solo per una quantità limitata di materiali:
 - Contaminazione superficiale: meno di 5 Bq/cm².
 - Materiali consentiti: acciaio al carbonio, acciaio inossidabile ed altri metalli. I metalli ferrosi misti sono accettati; i metalli non ferrosi saranno accettati solo se segregati.
 - Nella scelta degli elementi non sono stati presi in considerazione limiti fisici.
- La decontaminazione a secco dei componenti è stata ritenuta fattibile e conveniente, ma solo per una quantità limitata di tipologie di elementi:
 - Tipologie di componenti: quadri e schede elettriche, cabina ermetica per manipolazione con guanti sono i candidati selezionati.
 - Contaminazione superficiale: inferiore a 5 Bq/cm². Questa contaminazione viene ritenuta "sfusa" e quindi facilmente rimovibile mediante pulizia a secco delle superfici.
 - Nella scelta degli elementi non si è tenuto conto di limitazioni fisiche, ma il componente dovrebbe essere collocato in una posizione (o spostato altrove) che consenta queste operazioni.
- Si ritiene che il super-compattamento dei rifiuti sia fattibile e conveniente solo per una quantità limitata di materiali, a fronte di uno specifico contenuto di attività:
 - Materiali consentiti: materiale ed elementi a bassa densità ed elementi con un'elevata frazione vuota vengono diretti al compattamento. Inoltre WAC:C1 impone che tutti i materiali con una densità apparente inferiore a 0,9 kg/l siano compattati prima di essere trattati con malta. Al contrario, i blocchi/pezzi di cemento e rame (ad esempio i cavi elettrici) non sono candidati al compattamento principalmente per motivi di convenienza.
 - Tipologie di componenti:
- Tubi e valvole di piccolo diametro (< 2') saranno compattati prima di essere trattati con malta: WAC:C1 esclude la presenza di elementi liberi, di dimensioni inferiori a 5 cm.
- L'immobilizzazione dei rifiuti prodotti non trattati (ad esempio resine, polveri ecc.) si suppone essere l'unica soluzione fattibile, in base all'attuale strategia del CCR per la gestione dei rifiuti.

6.2.8.1.3 Si è deciso preliminarmente di imballare in fusti da 220L tutto il materiale che si intende fondere o compattare, per poterlo poi inviare all'impianto di trattamento. Gli elementi di grandi dimensioni possono essere spediti interi o in contenitori più grandi, qualora l'impianto di fusione prescelto lo consenta. In base alle esperienze internazionali di fusione dei metalli provenienti da impianti nucleari, il metallo riciclato che ne deriva (ovvero allontanabile) è pari a circa il 95% del peso iniziale.

6.2.8.1.4 I dettagli del calcolo del numero definitivo di contenitori sono riportati nel paragrafo 6.2.6 precedente; tuttavia le tecniche prescelte, ove applicate, implicano un aumento delle quantità di materiale rilasciabile e, più in generale, una riduzione di volume. La Tabella 6-13 mostra il risparmio effettivo del numero di contenitori CP-5.2, ottenibile grazie all'applicazione delle tecniche suddette.

Tecnica	Fusti da 220 L allontanati da INE	Contenitori CP- 5.2 Risparmiati
Fusione Metalli	503 (75.2 t)	12
Super compattazione	3883	274
Immobilizzazione di fanghi	205	-
TOTALI	-	286

Tabella 6-13: Riduzione del volume di rifiuti

6.2.8.2 Quantità totali di rifiuti e contenitori

6.2.8.2.1 La stima del numero finale di contenitori è stata eseguita tenendo conto delle seguenti informazioni e dei seguenti assunti:

- La classificazione radiologica preliminare dei materiali viene verificata dopo la caratterizzazione finale (ad esempio tutti i “potenzialmente allontanabili” saranno “svincolati”).
- Fattori medi di riempimento:
 - Fusti: 0,5 (questi contenitori saranno riempiti utilizzando attrezzature comandate a distanza);
 - CP-5.2: 0,7;
 - Scarrabili: 0,7.

6.2.8.2.2 La Tabella 6-14 e le Figure 6-5 e 6-6 che seguono indicano la quantità totale di rifiuti e contenitori derivanti dalle attività di disattivazione.

Classe	Sotto-classe	Peso Iniziale (t)				Cassoni (No.)			
		Pot. allontanabili (Tipo D)	Pot. allontanabili (Tipo ABC)	Cat.2	Cat.3	Fusti	Scarrabili	CP-5.2 (cat.2)	Casks (cat.3)
	Acciaio al carbonio	1687.4	3162.3	134.8	5.6	-	234	11	3
	Acciaio galvanizzato	52.4	234.3	12.8	-	-	14	1	-
	Acciaio inossidabile	25.3	66.1	39.5	28.6	-	5	5	28
	Rame	29.6	19.3	-	-	-	3	-	-
	Piombo	-	29.0	8.1	-	-	2	< 1	-
	Altri metalli	-	20.0	0.7	0.9	-	1	< 1	6
Materiali morbidi	Isolanti	16.2	< 0.1	29.1	-	-	1	14	-
	Plastica	24.3	83.1	165.6	-	-	5	66	-
	Cellulosa	-	0.9	-	-	-	< 1	-	-
	Organici	-	-	6.9	-	-	-	3	-
Cementizi	Calcestruzzo	29879.8	51553.7	176.9	10.1	-	3878	58	13
	Altri materiali di demolizione	1991.8	5.4	-	-	-	95	-	-
Effluenti liquidi	Soluzioni acquose	-	105.4	821.4	-	-	-	-	-
Mobili	Polvere cementizia	-	-	7.8	-	-	-	-	-
	resine	-	-	15.1	-	205	-	-	-
Altro	Vetro	-	7.1	2.8	-	-	1	1	-
	Strumentazione	-	12.2	0.4	-	-	1	< 1	-
	Altri materiali	-	3.5	-	< 0.1	-	< 1	-	< 1
TOTALI		33659.1	55351.0	1421.9	45.2	205	4240	158	51

Tabella 6-14: Stima di rifiuti e contenitori derivanti dalle attività di disattivazione

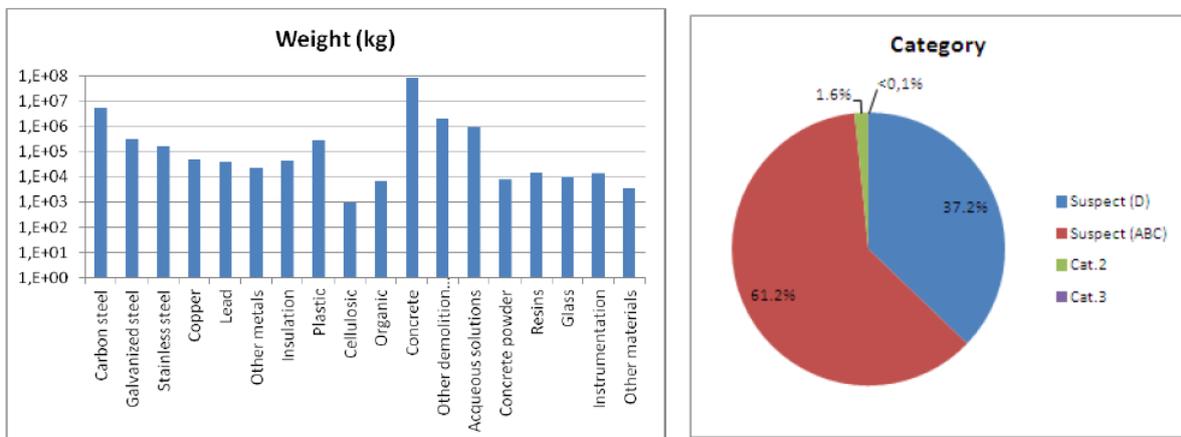


Figura 6-5: Materiali e rifiuti iniziali - sintesi

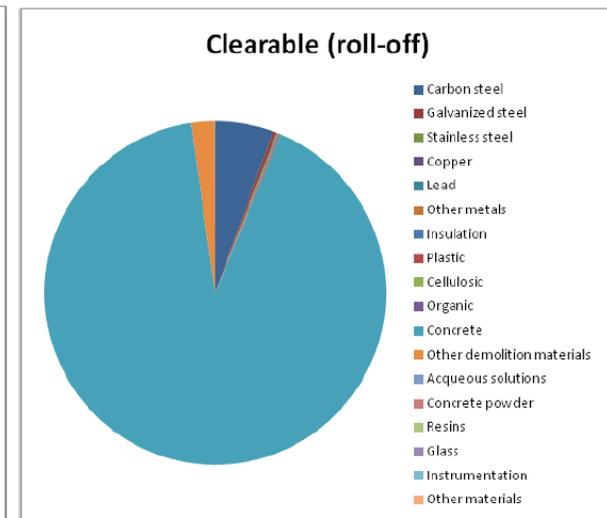
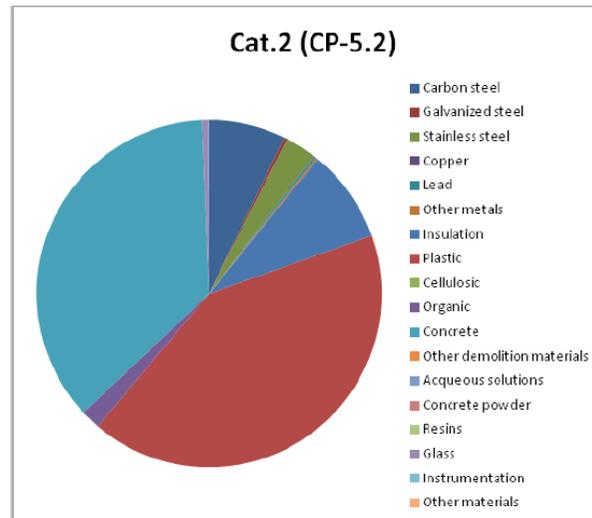
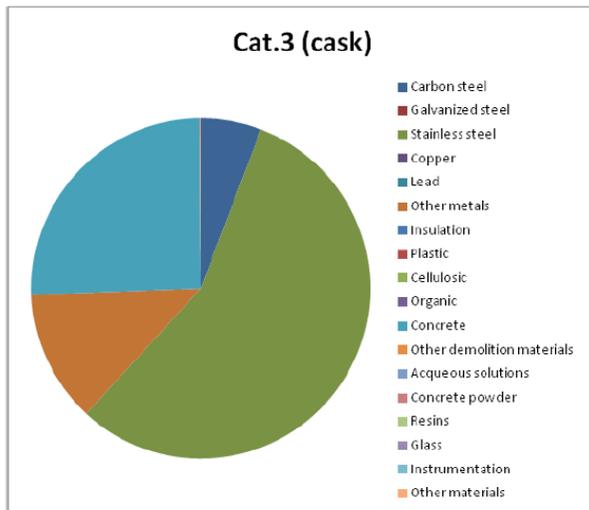
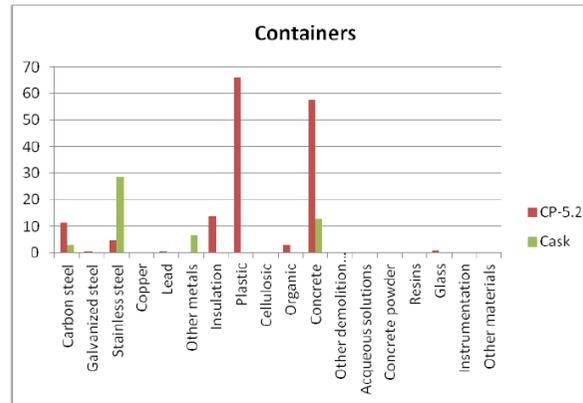


Figura 6-6: Contenitori finali – sintesi

NE.40.1225.A.001 ND.40.0401012.A.001	Rev. 0	Progetto preliminare di smantellamento INE	141 di163
---	--------	--	-----------

7 VALUTAZIONE DI SICUREZZA

7.1 Elementi generali

7.1.0.0.1 La valutazione di sicurezza mira a definire l'impatto radiologico delle attività di disattivazione in condizioni normali, anormali ed accidentali ed a verificare il rispetto degli obiettivi di radioprotezione (ovvero dose a cui sono esposti operatori e popolazione). Nella valutazione di sicurezza si è verificato che il rilascio radioattivo previsto in normali condizioni operative è conforme alla formula di scarico in vigore presso il sito CCR-Ispra.

7.1.0.0.2 L'analisi di sicurezza si fonda sulle seguenti fasi:

- Definizione dei vincoli radiologici (requisiti di radioprotezione e formula di scarico).
- Identificazione delle fonti radioattive.
- Analisi delle fasi operative ed individuazione di eventi anomali ed accidentali.
- Analisi degli eventi anomali ed accidentali e categorizzazione.
- Valutazione del rilascio di radioattività.
- Identificazione degli eventi accidentali di rimbalzo.
- Valutazione dell'impatto radiologico degli eventi di rimbalzo.
- Controllo della conformità degli obiettivi di radioprotezione.

7.1.0.0.3 Si veda il Rif.[23] per i dettagli sul calcolo ed i risultati di questa valutazione.

7.1.0.0.4 La valutazione di sicurezza è stata elaborata per soluzione con taglio in acqua della del reattore ESSOR.

7.2 Definizione dei vincoli radiologici

7.2.1 Obiettivi di radioprotezione

7.2.1.0.1 La Tabella 7-1 mostra gli obiettivi di radioprotezione per il personale operativo e la popolazione in condizioni normali, anomale ed accidentali, espressi in termini di dose equivalente.

	Categoria I/II	Categoria III
Personale Operativo	EDE < 6 mSv/anno	EDE < 20mSv/evento
Popolazione	EDE < 10 µSv/anno	EDE < 1mSv/evento

Tabella 7-1: Obiettivi di protezione dalle radiazioni per il personale operativo e la popolazione

7.2.2 Formula di scarico

7.2.2.0.1 La formula di scarico è riportata nell'attuale licenza INE (DISP/ESSOR/86-17), ma sarà modificata in base alle prescrizioni in vigore nell'ambito dell'approvazione dell' Istanza di Disattivazione.

7.2.3 Identificazione della sorgente radioattiva

7.2.3.0.1 Le sorgenti radioattive ed i relativi inventari sono riportati nel paragrafo 6. Si tratta delle seguenti fonti radioattive:

- Recipiente in Pressione (RPV) del reattore, le sue strutture interne e schermature: questi componenti sono attivati e contaminati;

- Sistemi e componenti contaminati;
- Pareti, pavimenti e soffitti delle stanze contaminate.

7.3 Analisi delle fasi operative ed identificazione degli eventi

7.3.0.0.1 In base alla strategia generale di disattivazione, che prevede lo smantellamento in una sola fase, tutte le operazioni sono state separate in Unità di intervento (IU). Tutte le IU descritte nel paragrafo 5.3 coprono l'intero smantellamento di tutto il Complesso INE.

7.3.0.0.2 Sono state studiate tutte le fasi operative e due unità di intervento sono state selezionate ed approfondite mediante analisi HAZOP, al fine di identificare gli eventi accidentali con conseguenze radiologiche (rilascio di radioattività nell'ambiente, dose per gli operatori e la popolazione). Queste due unità di intervento che, dal punto di vista della sicurezza, abbracciano tutte le altre IU (rischio radiologico dovuto alla gestione di componenti attivati e contaminati) sono:

- IU #E1: Smantellamento del Reattore ESSOR.
- IU di tipo D: Smantellamento di componenti contaminati.

7.3.0.0.3 L'analisi di tutte le fasi operative ha dimostrato che gli eventi successivi che portano al rilascio di radioattività nell'ambiente sono i seguenti:

1. Condizioni normali: Categoria I

- Trattamento e scarico nell'ambiente dell'acqua della piscina combustibile esausto;
- Taglio in acqua di componenti attivi;
- Operazioni di scarificazione delle stanze contaminate.

2. Condizioni accidentali: Categoria III

- Caduta di un contenitore, durante le operazioni di trasferimento (da un'altezza di 7 m), contenente i componenti più attivati, classificati come rifiuti di Cat.II in base alla Guida Tecnica 26;
- Incendio di tutti i fusti, stoccati nella sala del reattore, contenenti materiale contaminato classificato come rifiuto di Cat.II in base alla Guida Tecnica 26;
- Rilascio radioattivo durante la rottura di un serbatoio da 30 m3 contenente acqua contaminata.

7.3.0.0.4 Tutti i componenti attivati, classificati come Cat. III in base alla Guida Tecnica 26, saranno stoccati all'interno di contenitori qualificati contro le cadute e gli incendi, così che non vi siano rilasci accidentali in caso di incendio o caduta accidentale che li coinvolga.

7.3.1 Rilascio radioattivo – Condizioni normali

7.3.1.1 Rilascio di liquido radioattivo

7.3.1.1.1 Tutti gli effluenti liquidi prodotti durante le attività di disattivazione INE saranno lavorati, se necessario trattati e trasferiti a STEL per il trattamento finale ed il rilascio nell'ambiente, conformemente ai criteri di accettabilità previsti per il suddetto impianto. Un aggiornamento della prescrizione attuale deve avvenire in contemporanea con il processo autorizzativo delle attività di disattivazione. Il principale fattore che contribuirà a questa ridefinizione è l'elaborazione di una nuova formula di scarico, in base al criterio "10µSv" (limite dose-popolazione).

7.3.1.1.2 L'attuale valutazione di sicurezza, ancora preliminare, tiene conto dei criteri di accettabilità STEL riportati nella licenza attuale per SGRR (NE.48.2801.AW.001rev.0B 01) per quanto concerne l'attività specifica degli effluenti. I criteri di accettazione STEL sono riassunti in Tabella 7-2.

Effluente	Attività Specifica (Bq/g)			
	Total	$\beta\gamma$	Sr-90	α
Dubbio	< 1	< 1	≤0.1	trascurabile
LLW	≤10	≤10	≤0.1	≤0.01
ILW	≤400	≤400	≤40	≤10
Nota: La massima attività totale di H-3 degli effluenti inviati a STEL deve essere più bassa di 1 TBq.				

Tabella 7-2: Criteri di accettabilità STEL

7.3.1.1.3 Gli effluenti liquidi radioattivi prodotti durante la disattivazione INE includono:

- Acqua esausta della piscina combustibile.
- Acqua (rifiuto secondario) necessaria per il taglio in acqua dei componenti del reattore.

7.3.1.1.4 La tecnica prescelta per il taglio del serbatoio del reattore, le sue strutture interne e la schermatura è il taglio in acqua. Ciò presuppone l'allagamento della cavità del reattore. Il taglio meccanico in acqua richiede la creazione di un'enorme quantità di rifiuto liquido ma, d'altro canto, non si prevede il rilascio di radioattività in atmosfera.

7.3.1.2 Acqua della piscina combustibile esausto

7.3.1.2.1 L'acqua della piscina del combustibile esausto da rilasciare ha un volume di 528,5m³. L'attività specifica dell'acqua è stata misurata in una specifica campagna di caratterizzazione eseguita nel periodo agosto-ottobre 2012.

7.3.1.2.2 Il livello di attività dissolta nell'acqua della piscina sarà ridotto per consentirne lo scarico tramite STEL in un arco di tempo ragionevole. Poiché gran parte delle particelle in sospensione vengono raccolte dal sistema di aspirazione, si userà un sistema di demineralizzazione disponibile in commercio per la rimozione dei radionuclidi disciolti. Questo sistema ridurrà l'attività di tutti i nuclidi, ad eccezione di HTO, di un fattore 10.

7.3.1.2.3 Prima del loro rilascio in ambiente, tutti gli effluenti saranno trattati in STEL; i fattori di decontaminazione di STEL sono riportati; non c'è alcun fattore di decontaminazione per HTO.

7.3.1.2.4 Si riporta la valutazione dell'attività dell'acqua della piscina del combustibile esausto; i criteri di accettazione di STEL sono stati soddisfatti in riferimento al contenuto radiologico degli effluenti da trattare (ILW).

RN	Acqua comb. esausto attività specifica acqua(Bq/g)	Attività bacino Idrico(Bq)	Fattore di decont	Attività specifica dell'acqua/ ingresso STEL (Bq/g)	Fattore di decontaminazione STEL	Attività specifica dell'acqua rilasciata nell'ambiente (Bq/g)	Attività dell'acqua rilasciata nell'ambiente (Bq)
HTO	7.58E+01	4.01E+10	1	7.58E+01	1	7.58E+01	4.01E+10
Co-60	2.15E-01	1.14E+08	10	2.15E-02	40	5.38E-04	2.84E+05
Sr-90	2.81E+01	1.49E+10	10	2.81E+00	20	1.41E-01	7.43E+07
Cs-137	28.1	1.49E+10	10	2.81E+00	40	7.03E-02	3.71E+07
Am-241	7.50E-02	3.96E+07	10	7.50E-03	72	1.04E-04	5.51E+04
Th-232	9.00E-04	4.76E+05	10	9.00E-05	72	1.25E-06	6.61E+02
Totale	1.32E+02	6.99E+10		8.14E+01		7.60E+01	4.02E+10

Tabella 7-3: Acqua piscina del combustibile esausto: Valutazione del liquido radioattivo rilasciato nell'ambiente

7.3.1.3 Acqua dal taglio in acqua dei componenti del reattore

7.3.1.3.1 L'acqua usata per l'allagamento della cavità del reattore ha un volume di circa 240m3.

7.3.1.3.2 Durante il taglio meccanico dei componenti, si prevede che una parte della contaminazione e l'attivazione dei componenti saranno rilasciati nell'acqua. L'acqua contenente gli scarti metallici attivati e la contaminazione sospesa, generata dal taglio, saranno raccolte e convogliate ad un sistema di filtraggio, quindi fatte ricircolare e riutilizzate per le attività di taglio. Gli scarti metallici attivati saranno filtrati e raccolti in un fusto, quindi trattati come rifiuto secondario. L'acqua, se non riutilizzabile per le operazioni di taglio, sarà convogliata verso il sistema di raccolta degli effluenti liquidi radioattivi, inviata a STEL per il trattamento finale e quindi rilasciata nell'ambiente. Si prevede che il contenuto radiologico dell'acqua inviata a STEL sia conforme ai criteri di accettazione per gli effluenti LLW, in termini di β - γ , Sr-90 ed emettitori alfa (è stata eseguita una valutazione distinta per la quantità di HTO previsto nell'acqua). Il trizio è un prodotto di attivazione presente in numerosi componenti del reattore da smantellare. In modo conservativo, si suppone che il 10% dell'attività totale del trizio presente nei componenti del reattore sia rilasciato nell'acqua durante il taglio.

7.3.1.3.3 La valutazione dell'attività rilasciata nell'ambiente, relativa al taglio meccanico in acqua, è riportata in Tabella 7-4.

RN	Attività specifica dell'acqua (Bq/g)	Attività dell'acqua (Bq)	Fattore di decontaminazione e di STEL	Attività specifica dell'acqua rilasciata nell'ambiente (Bq/g)	Attività dell'acqua rilasciata nell'ambiente (Bq)
β - γ	10	2.40E+09	40	2.50E-01	6.00E+07
Sr-90	0.1	2.40E+07	20	5.00E-03	1.20E+06
Alpha	0.01	2.40E+06	72	1.39E-04	3.33E+04
H-3	2.12E+03	5.10E+11	1	2.12E+03	5.10E+11
Totale		5.12E+11		2.12E+03	5.10E+11

Tabella 7-4: Taglio meccanico in acqua - Valutazione del liquido radioattivo rilasciato nell'ambiente

7.3.1.4 Rilascio di radioattività in atmosfera

7.3.1.4.1 Durante la disattivazione INE solo le seguenti operazioni determinano il rilascio di contaminanti in ambiente:

- Taglio meccanico in aria di componenti contaminati.
- Operazione di scarificazione delle pareti contaminate.

7.3.1.4.2 Il taglio meccanico in acqua non genera emissioni radioattive in atmosfera, in base ad esperienze operative passate e recenti di taglio meccanico in acqua di componenti attivati e contaminati.

7.3.1.5 Emissioni radioattive in atmosfera dovute al taglio meccanico in aria di componenti contaminati

7.3.1.5.1 Il taglio di componenti contaminati provoca la ri-sospensione della contaminazione. Il coefficiente di sospensione della contaminazione dipende dalla tecnologia di taglio prescelta e varia da 1E-01 (filo elicoidale diamantato) a 1E-03 (recisione, roditura, rettifica). Il filo elicoidale diamantato non sarà utilizzato per il taglio dei componenti più contaminati. Comunque, con approccio conservativo, il coefficiente di sospensione utilizzato è un valore intermedio: 1E-02 per tutti i nuclidi, ad eccezione di H-3, per il quale è stato accreditato un fattore di sospensione di 1E-01.

7.3.1.5.2 Applicazione di taglio in aria

Il taglio meccanico richiede alcune precauzioni in caso di elementi altamente contaminati; un sistema di filtraggio dedicato con filtro HEPA sarà utilizzato per ridurre la quantità di contaminazione diffusa nell'ambiente. Per il filtro HEPA si è tenuto conto di un fattore di filtrazione di 1E+03 (efficienza 99,98%). La valutazione dell'attività rilasciata nell'ambiente e relativa al taglio meccanico in aria è riportata in Tabella 7-5.

Inventario di Contaminazione dovuto ai componenti contaminati da tagliare (Bq)		ARFxRF	Attività Totale a monte dei filtri HEPA (Bq)	DF HEPA	Attività rilasciata nell'ambiente (Bq)
Ag-108m	5.29E+04	1.0E-02	5.29E+02	1.00E+03	5.29E-01
Am-241	2.77E+07	1.0E-02	2.77E+05	1.00E+03	2.77E+02
C-14	9.78E+05	1.0E-02	9.78E+03	1.00E+03	9.78E+00
Co-60	6.94E+07	1.0E-02	6.94E+05	1.00E+03	6.94E+02
Cs-137	5.72E+08	1.0E-02	5.72E+06	1.00E+03	5.72E+03
Eu-152	3.29E+04	1.0E-02	3.29E+02	1.00E+03	3.29E-01
Fe-55	3.18E+05	1.0E-02	3.18E+03	1.00E+03	3.18E+00
H-3	2.71E+09	1.0E-01	2.71E+08	1.00E+00	2.71E+08
Ni-59	3.80E+05	1.0E-02	3.80E+03	1.00E+03	3.80E+00
Ni-63	1.21E+08	1.0E-02	1.21E+06	1.00E+03	1.21E+03
Total	3.50E+09		2.79E+08		2.71E+08

Tabella 7-5: Taglio meccanico in aria di elementi contaminati: valutazione delle emissioni radioattive in atmosfera

7.3.1.6 Emissioni radioattive in atmosfera – operazioni di scarificazione delle pareti contaminate

7.3.1.6.1 Si suppone che l'aerosol generato durante le attività di scarificazione sia rilasciato nell'ambiente senza filtraggio HEPA. Sono state eseguite due differenti valutazioni: una per le emissioni dovute alle operazioni di scarificazione delle superfici orizzontali (pavimenti e soffitti) e l'altra per le pareti verticali. La differenza tra di esse è collegata alla diversa percentuale di scarificazione delle superfici orizzontali e verticali. La valutazione delle emissioni radioattive è riportata rispettivamente in Tabella 7-6 (emissioni totali), Tabella 7-7 (scarificazione delle pareti verticali) e Tabella 7-8 (scarificazione delle superfici orizzontali).

Emissioni radioattive totali in atmosfera durante l'operazione di scarificazione del calcestruzzo (superficie verticale+ superficie orizzontale) (Bq)	
Am-241	1.87E+05
Co-60	5.57E+03
Cs-137	1.13E+05
H-3	2.38E+03
U-235	4.12E+02
Totale	3.09E+05

Tabella 7-6: Scarificazione delle pareti contaminate – valutazione delle emissioni radioattive totali in atmosfera.

Attività specifica dei nuclidi nei detriti di calcestruzzo (Bq/g)		Concentrazion e delle polveri nel sistema di aspirazione (g/m ³)	Portata dell'aria nell'impianto di aspirazione delle attrezzature (m ³ /h)	Durata della scarificazione (h)	Filtro (fattore di riduzione della polvere nell'impianto di aspirazione)	Attività rilasciata dalla scarificazione delle superfici verticali (Bq)
Am-241	3,86E+01	0,1	2400	62,26	0,3	1,73E+05
Co-60	1,22E+00					5,46E+03
Cs-137	2,08E+01					9,31E+04
H-3	9,08E-02					4,07E+02
U-235	9,20E-02					4,12E+02
Totale	6,07E+01					2,72E+05

Tabella 7-7: Scarificazione delle pareti verticali contaminate: valutazione delle emissioni radioattive in atmosfera.

Attività specifica dei nuclidi nei detriti di calcestruzzo (Bq/g)		Concentrazione delle polveri nel sistema di aspirazione (g/m ³)	Portata dell'aria nell'impianto di aspirazione delle attrezzature (m ³ /h)	Durata della scarificazione (h)	Filtro (fattore di riduzione della polvere nell'impianto di aspirazione)	Attività rilasciata dalla scarificazione delle superfici verticali (Bq)
Am-241	3.51E+01	0.1	2400	5.79	0.3	1.46E+04
Co-60	2.69E-01					1.12E+02
Cs-137	4.83E+01					2.01E+04
H-3	4.74E+00					1.98E+03
U-235	0.00E+00					0.00E+00
Totale	8.85E+01					3.69E+04

Tabella 7-8: Scarificazione delle pareti orizzontali contaminate - valutazione delle emissioni radioattive in atmosfera.

7.3.2 Rilascio radioattivo in condizioni accidentali

7.3.2.0.1 In base all'analisi operativa ed all'analisi HAZOP eseguita, sono stati individuati i seguenti eventi accidentali potenziali:

- **Evento A:** Caduta di un contenitore, durante le operazioni di trasferimento (da un'altezza di 7 m), contenente i componenti più attivati, classificati come rifiuti di Cat.II in base alla Guida Tecnica 26;
- **Evento B:** Incendio di tutti i fusti, stoccati nella sala del reattore, contenenti materiale contaminato classificato come rifiuto di Cat.II in base alla Guida Tecnica 26;
- **Evento C:** Rottura di un serbatoio da 30 m³ contenente acqua contaminata.

7.3.2.1 Evento A

7.3.2.1.1 I seguenti assunti sono stati formulati per fornire una stima delle conseguenze radiologiche di un evento:

- Il contenitore coinvolto nello scenario accidentale contiene materiali metallici derivanti dallo smantellamento del reattore. La caduta provoca la perdita di integrità del contenitore.
- In modo conservativo, l'altezza presunta dell'impatto è 7 metri (altezza massima raggiunta durante le operazioni di trasferimento).
- La frazione rilasciata in atmosfera ARF applicabile all'evento è riportata nel Rif.[2] per tutti i nuclidi, eccetto per il H-3 e Ar, per cui è accreditato un ARF=1.

7.3.2.1.2 La valutazione dell'attività rilasciata come conseguenza della caduta accidentale è riportata in Tabella 7-9.

Inventario di attività di un cassone (Bq)		ARFxRF	Attività rilasciata nell'ambiente (Bq)
Ar-39	2.41E+06	1	2.41E+06
Ba-133	8.43E+08	2.19E-05	1.85E+04
Ba-137m	4.90E+05	2.19E-05	1.07E+01
Be-10	5.51E+03	2.19E-05	1.21E-01
Bi-208	3.22E+02	2.19E-05	7.06E-03
Bi-210m	9.62E+01	2.19E-05	2.11E-03
C-14	8.89E+05	2.19E-05	1.95E+01
Ca-41	6.70E+06	2.19E-05	1.47E+02
Co-60	1.48E+10	2.19E-05	3.24E+05
Cs-135	2.27E+01	2.19E-05	4.98E-04
Cs-137	5.28E+05	2.19E-05	1.16E+01
Eu-152	1.98E+08	2.19E-05	4.34E+03
Eu-154	1.50E+07	2.19E-05	3.29E+02
Fe-55	8.44E+09	2.19E-05	1.85E+05
Fe-60	9.69E+01	2.19E-05	2.13E-03
Gd-152	1.03E-04	2.19E-05	2.27E-09
H-3	2.94E+08	1	2.94E+08
K-40	1.13E+03	2.19E-05	2.47E-02
Mn-53	1.22E+02	2.19E-05	2.68E-03
Mo-93	2.86E+06	2.19E-05	6.27E+01
Nb-91	4.09E+04	2.19E-05	8.97E-01
Nb-92	7.52E+00	2.19E-05	1.65E-04
Nb-93m	6.76E+07	2.19E-05	1.48E+03
Nb-94	2.20E+07	2.19E-05	4.81E+02
Ni-63	2.70E+03	2.19E-05	5.93E-02
Pb-205	1.29E+07	2.19E-05	2.84E+02
Tc-99	4.86E+05	2.19E-05	1.07E+01
Tl-204	3.21E+07	2.19E-05	7.03E+02
Zr-93	2.76E+01	2.19E-05	6.06E-04
Total	2.47E+10		2.97E+08

Tabella 7-9: Caduta di un contenitore con metalli attivati – valutazione delle emissioni radioattive in atmosfera

7.3.2.2 Evento B

7.3.2.2.1 I seguenti assunti sono stati formulati per fornire una stima delle conseguenze radiologiche di un evento:

- Tutti i 96 fusti contenenti materiale contaminato saranno coinvolti dallo scenario accidentale. L'incendio provoca la perdita di integrità di tutti i 96 fusti.
- La frazione di rilascio in atmosfera dell'attività applicabile all'evento.

7.3.2.2.2 La valutazione dell'attività rilasciata a seguito dell'incendio è riportata in Tabella 7-10.

Inventario di Attività di un fusto (Bq)		Inventario di Attività di tutti i 96 fusti (24x4) (Bq)	ARFxRF	Attività rilasciata nell'ambiente (Bq)
Ag-108m	1.69E+01	1.63E+03	1.00E-02	1.63E+01
Am-241	1.02E+05	9.79E+06	1.00E-03	9.79E+03
C-14	4.81E+02	4.62E+04	1.00E-02	4.62E+02
Co-60	3.55E+04	3.40E+06	1.00E-03	3.40E+03
Cs-137	2.68E+05	2.58E+07	1.00E-02	2.58E+05
Eu-152	3.86E+01	3.71E+03	1.00E-02	3.71E+01
Fe-55	1.00E+02	9.64E+03	1.00E-02	9.64E+01
H-3	2.15E+06	2.06E+08	1	2.06E+08
Ni-59	2.18E+02	2.10E+04	1.00E-02	2.10E+02
Ni-63	7.08E+04	6.79E+06	1.00E-02	6.79E+04
U-235	1.77E+02	1.70E+04	1.00E-03	1.70E+01
Total	2.62E+06	2.52E+08		2.06E+08

Tabella 7-10: Incendio di 96 fusti con materiale contaminato: valutazione di emissioni radioattive in atmosfera.

7.3.2.3 Evento C

7.3.2.3.1 I seguenti assunti sono stati formulati per fornire una stima delle conseguenze radiologiche di un evento:

- Il serbatoio con il maggiore volume di acqua (30m³) sarà coinvolto nello scenario incidentale. Il serbatoio conterrà l'acqua usata per il taglio in acqua dei componenti del reattore.
- La rottura del serbatoio causa il rilascio di attività nell'ambiente a causa della fuoriuscita di soluzione acquosa.
- La frazione rilasciata in atmosfera dell'attività applicabile all'evento è riferita in [2] per tutti i nuclidi, ad eccezione di H-3, a cui si applica una frazione uguale a 1E-03 (come riportato nel Rif.[24]).

7.3.2.3.2 La valutazione dell'attività rilasciata come conseguenza della caduta accidentale è riportata in Tabella 7-11.

RN	Attività specifica dell'acqua derivante dal taglio in acqua dei componenti del reattore (Bq/g)	Inventario dell'attività del serbatoio da 30m ³ contenente acqua dal taglio in acqua dei componenti del reattore (Bq)	ARF (fuoriuscita libera)	Attività rilasciata dalla libera fuoriuscita di soluzione acquosa (Bq)
By	10	3,00E+08	2,00E-04	6,00E+04
Sr-90	0,1	3,00E+06	2,00E-04	6,00E+02
Alpha	0,01	3,00E+05	2,00E-04	6,00E+01
H-3	2123,26	6,37E+10	1,00E-03	6,37E+07
Totale	2133,37	6,40E+10		6,38E+07

Tabella 7-11: Rottura del serbatoio con acqua contaminata – valutazione delle emissioni radioattive in atmosfera

7.3.3 Valutazione dell'impatto radiologico di eventi involuppo

7.3.3.0.1 Gli eventi di rimbalzo che includono tutti gli altri potenziali eventi accidentali, da un punto di vista radiologico, sono i seguenti

- **Evento A:** caduta di un contenitore (da un'altezza di 7 m) contenente i componenti più attivati, appartenenti alla Cat. II della Guida Tecnica 26, durante le operazioni di trasferimento.
- **Evento B:** incendio di tutti i fusti contenenti materiale contaminato, appartenente alla Cat. II della Guida Tecnica 26, stoccati all'interno della sala del reattore.

7.3.3.0.2 Per questi eventi l'impatto radiologico è stato valutato dal punto di vista della dose per gli operatori e la popolazione.

7.3.3.1 Dose per gli operatori

7.3.3.1.1 La dose per gli operatori è stata calcolata tenendo conto dell'inalazione del (pennacchio) radioattivo in atmosfera e dell'immersione dell'aria nel pennacchio radioattivo.

7.3.3.1.2 La dose calcolata per gli operatori è stata riportata qui di seguito:

$$D = D_{irr} + D_{ing} + D_{ina}$$

Dove:

D_{irr} Dose dovuta all'immersione in aria del pennacchio radioattivo

D_{ing} Dose dovuta all'ingerimento di cibo contaminato (NOTA: la dose derivante dall'ingerimento di cibo contaminato non viene presa in considerazione in questo evento accidentale)

D_{ina} Dose dovuta all'inalazione del pennacchio radioattivo in atmosfera

7.3.3.2 Irradiazione del pennacchio radioattivo

7.3.3.2.1 La dose dovuta all'esposizione esterna (irradiazione) è stata calcolata qui di seguito.

$$D_{irra} = \sum_j h(g)_{j,irr} \times C_{j,rel} \times t_{exp}$$

Dove:

$h(g)_{j,irr}$ Coefficiente della dose- Immersione in aria[Sv/(Bq*s*m-3)]
 $C_{j,rel}$ Concentrazione media del pennacchio radioattivo [Bq/m3]
 t_{exp} Tempo di esposizione [s]

7.3.3.3 Inalazione del pennacchio radioattivo

7.3.3.3.1 La dose dovuta ad inalazione del pennacchio radioattivo è stata calcolata come segue:

$$D_{ina} = \sum_j h(g)_{j,inh} \times C_{j,rel} \times T_{bre} \times t_{exp}$$

Dove:

$h(g)_{j,inh}$ coefficiente di dose da Inalazione [Sv/Bq]
 $C_{j,rel}$ Concentrazione media[Bq/m3]
 T_{bre} Frequenza di respirazione[m3/s]
 t_{exp} Tempo di esposizione[s]

7.3.3.3.2 La dose totale per l'operatore è indicata in Tabella 7-12 (caduta di un contenitore) e Tabella 7-13 (incendio di 96 fusti).

Dose totale per l'operatore	μSv
Immersione in aria	4.31E-02
Inalazione pennacchio	5.10E+00
Totale	5.14E+00

Tabella 7-12: Caduta di un contenitore contenente materiali attivati: dose per l'operatore.

Dose totale per l'operatore	μSv
Immersione in aria	2.38E-04
Inalazione pennacchio	3.78E+00
Totale	3.78E+00

Tabella 7-13: Incendio di 96 fusti contenenti materiali contaminati: dose per l'operatore.

7.3.3.4 Dose per la popolazione

7.3.3.4.1 L'impatto radiologico in caso di incidente, dal punto di vista della dose per la popolazione è stato calcolato utilizzando il codice FRAMES. E' stato creato come uno scenario che è un modello concettuale del sito e che descrive gli schemi delle attività umane, degli eventi e dei processi che comportano un'esposizione delle persone alla radioattività. I dati raccolti includono:

- Modalità e quantità dei radionuclidi rilasciati;
- Gruppo di riferimento della popolazione;
- Alimentazione e stile di vita di ciascun gruppo di popolazione
- Dati climatologici.

7.3.3.4.2 In modo conservativo, il modello ha considerato un rilascio a livello del terreno (altezza della sorgente – zero) in un campo aperto (altezza della struttura adiacente – zero) e senza riduzione di attività dovuta ad un sistema di filtraggio dell'aria.

7.3.3.4.3 La popolazione è stata divisa in tre gruppi di riferimento per età:

- Adulti (da 20 a 70 anni);
- Bambini (da 2 a 7 anni);
- Lattanti (da 1 a 2 anni).

7.3.3.4.4 Per ciascun gruppo di popolazione si è tenuto conto dell'alimentazione e dello stile di vita. Il modello di dispersione in atmosfera utilizzato è stato un pennacchio gaussiano.

7.3.3.4.5 Le conseguenze degli incidenti sono state valutate in due diversi periodi di tempo nel corso del quale l'individuo è stato esposto:

- 1 giorno (rilascio acuto);
- 1 anno (esposizione cronica).

7.3.3.4.6 La dose è stata valutata a due diverse distanze dal punto di rilascio: a 600 metri (in corrispondenza del quartiere residenziale del CCR) e a 800 metri, in corrispondenza delle case più vicine della città di Ispra).

7.3.3.4.7 La dose per la popolazione è riportata in Tabella 7-14 (caduta di un contenitore) e Tabella 7-15 (incendio di 96 fusti).

	Dose – esposizione acuta (mSv)		Dose – esposizione cronica (mSv)	
	600m dal punto di rilascio	800m dal punto di rilascio	600m dal punto di rilascio	800m dal punto di rilascio
Infanti	6,20E-06	3,40E-06	7,00E-05	3,80E-05
Bambini	6,40E-06	3,50E-06	6,80E-05	3,70E-05
Adulti	5,80E-06	3,20E-06	6,80E-05	3,70E-05

Tabella 7-14: Caduta di un contenitore contenente materiale attivato: dose per la popolazione.

	Dose – esposizione acuta (mSv)		Dose – esposizione cronica (mSv)	
	600m dal punto di rilascio	800m dal punto di rilascio	600m dal punto di rilascio	800m dal punto di rilascio
Infanti	4,30E-05	2,30E-05	2,30E-05	1,20E-05
Bambini	7,00E-05	3,80E-05	2,50E-05	1,40E-05
Adulti	1,00E-04	5,60E-05	3,20E-05	1,80E-05

Tabella 7-15: Incendio di 96 fusti contenenti materiale contaminato: dose per la popolazione.

7.3.4 Valutazione dell'impatto radiologico in condizioni normali

7.3.4.0.1 L'impatto radiologico della normale operatività è stato valutato dal punto di vista della dose per l'operatore. Per quanto riguarda la dose per la popolazione dovuta al rilascio radioattivo previsto durante la normale operatività, si è verificato che il rilascio

nell'ambiente rappresenta una minima parte della nuova formula di scarico che sarà definita in base al criterio "10µSv".

7.3.4.1 Dose per gli operatori

7.3.4.1.1 La disattivazione INE sarà eseguita rispettando tutti i criteri di sicurezza, con lo scopo di mantenere l'esposizione alle radiazioni ionizzanti al minimo livello possibile durante lo svolgimento delle normali attività di disattivazione.

7.3.4.1.2 In base al programma di radioprotezione, le dosi operative sono principalmente dovute ad esposizione esterna, collegata alle seguenti attività:

- Attività di smantellamento:
 - Taglio di materiale metallico: serbatoi, contenitori, tubi, condutture della ventilazione;
 - Smontaggio di attrezzature (motori, pompe, ecc.);
 - Decontaminazione delle aree.
- Trasferimenti:
 - Trasferimento di contenitori alle aree tampone;
 - Gestione delle aree tampone.
- Supporto:
 - Protezione dei tecnici dalla radioattività;
 - Addetti alla manutenzione.

7.3.4.1.3 In generale, la dose esterna totale di un lavoratore viene valutata tenendo conto di due principali fattori:

- Esposizione esterna dovuta ad attività di smantellamento;
- Esposizione esterna dovuta a radioattività ambientale nelle aree di lavoro.

7.3.4.1.4 Considerando i dati radiologici disponibili, riportati nel paragrafo 3.5, è possibile definire un valore medio e massimo della dose per le stanze interessate dalle attività di disattivazione.

7.3.4.1.5 In generale, la dose di un lavoratore viene calcolata in base alla seguente equazione empirica:

$$Dose(mSv) = \frac{Jx (D_{ave}xT_{ave} + D_{max}xT_{max})}{F_d} x 0,5 x 10^{-3}$$

Dove:

J Durata (h) dell'attività.

Dave Dose ambientale di fondo (µSv/h).

Tave Frazione del tempo lavorativo trascorso in presenza di una dose di fondo, che si suppone essere pari al 95%, sulla base della sequenza di smantellamento prevista.

Dmax Dose massima (µSv/h), ovvero il valore massimo nell'area di lavoro tra quelli misurati a contatto con i componenti alloggiati nell'area.

Tmax Frazione del tempo lavorativo trascorso in presenza di una dose massima, che si suppone essere pari al 5%, sulla base della sequenza di smantellamento prevista.

Fd Fattore di decadimento (uguale a 2). Tiene conto della riduzione della dose nell'arco di tempo che intercorre tra la mappatura ambientale e l'inizio delle attività di smantellamento.

7.3.4.1.6 Il valore ottenuto viene poi moltiplicato per 0,5 per tener conto del livello di riduzione della dose collegato all'avanzamento delle attività di smantellamento nelle aree prese in considerazione.

7.3.4.1.7 La Tabella 7-16 contiene una sintesi delle dosi per il singolo operatore e la dose totale di ciascuna attività.

Attività	Dose totale (mSv-man)
smantellamento	5.02E+01
trasferimento	8.93E+00
radioprotezione	2.64E+00
manutenzione	4.40E+00
TOTALE	6.62E+01

Tabella 7-16: Dose per i lavoratori

7.3.5 Rispetto della formula di scarico

7.3.5.0.1 I rilasci radioattivi previsti durante le attività di disattivazione INE rientrano nei limiti previsti dalla nuova formula di scarico. Come indicato in Tabella 7-17 e Tabella 7-18, i rilasci radioattivi, in forma liquida o in atmosfera, costituiscono solo parte della formula.

RN	Attività dell'acqua totale rilasciata nell'ambiente	Limiti formula di scarico Li (Bq)	Are/Li
HTO	5.50E+11	3.63E+12	15.14%
Co-60	2.84E+05	1.90E+09	0.01%
Sr-90	7.55E+07	2.14E+09	3.53%
Cs-137	9.71E+07	1.02E+09	9.52%
Am-241	5.51E+04	3.04E+08	0.02%
Th-232	3.40E+04	3.04E+08	0.01%
Totale	5.50E+11		28.23%

Tabella 7-17: Controllo del rispetto della formula di scarico per il rilascio di liquidi radioattivi

RN	Totale emissioni radioattive in atmosfera (Bq)	Limiti formula di scarico Li(Bq)	AreI/Li
Ag-108m	5,29E-01	5,54E+09	0,00%
Am-241	1,88E+05	8,55E+08	0,02%
C-14	9,78E+00	4,60E+12	0,00%
Co-60	6,26E+03	3,62E+09	0,00%
Cs-137	1,19E+05	8,36E+09	0,00%
Eu-152	3,29E-01	7,53E+09	0,00%
Fe-55	3,18E+00	1,41E+12	0,00%
H-3	2,71E+08	1,35E+15	0,00%
Ni-59	3,80E+00	1,03E+13	0,00%
Ni-63	1,21E+03	4,22E+12	0,00%
U-235	4,12E+02	7,12E+09	0,00%
Totale	2,71E+08		0,02%

Tabella 7-18: Controllo del rispetto della formula di scarico per emissioni radioattive in atmosfera

7.3.6 Rispetto dei requisiti di radioprotezione

7.3.6.1 Condizioni normali

7.3.6.1.1 Rilascio di liquidi ed emissioni atmosferiche radioattive

Durante la disattivazione INE si genera un massimo di 768 m³ di acque reflue. Il flusso liquido arriva dalla piscina del combustibile esausto e dallo smantellamento del reattore. Questi rifiuti, pre-decontaminati in INE, vengono inviati all'impianto STEL per il trattamento finale e scaricati nell'ambiente. Lo scarico radioattivo totale è 5,5E+11Bq.

Durante la disattivazione INE, si prevede una diffusione della contaminazione atmosferica; questo rilascio è imputabile al taglio meccanico in aria dei componenti contaminati ed alle operazioni di scarificazione delle pareti contaminate. Lo scarico radioattivo totale è 2,71E+08Bq.

7.3.6.1.2 Dose per i lavoratori

La dose totale per i lavoratori, derivante dall'intera disattivazione del Complesso INE è valutata in 66,2 mSv-uomo. Essendo la dose per un singolo lavoratore e per ciascuna attività inferiore rispetto agli obiettivi di radioprotezione, tali obiettivi saranno soddisfatti per tutti i lavoratori coinvolti nelle attività.

7.3.6.2 Condizioni accidentali

7.3.6.2.1 Sono stati identificati due eventi involontari e l'impatto radiologico è stato valutato in termini di dose per i lavoratori e la popolazione. La Tabella 7-19 mostra i risultati per lo scenario accidentale.

7.3.6.2.2 L'analisi di sicurezza ha evidenziato che lo smantellamento del Complesso INE implica un impatto radiologico trascurabile sulla popolazione in normali condizioni accidentali. Gli obiettivi di radioprotezione sono soddisfatti in tutte le condizioni dell'impianto.

Evento	Rilascio di radioattività nell'ambiente esterno (Bq)	Dose per i lavoratori ($\mu\text{Sv}/\text{evento}$)	Dose per la popolazione (mSv)
Caduta di un contenitore di materiali attivati	2.97E+08	5.14E+00	7.00E-05
Incendio di 96 fusti contenenti materiale contaminato	2.06E+08	3.78E+00	1.00E-04

Tabella 7-19: Scenari accidentali

7.3.7 Funzioni rilevanti per la sicurezza

7.3.7.0.1 In base ai risultati della valutazione di sicurezza, le seguenti funzioni sono state giudicate pertinenti per la stessa:

- Confinamento della radioattività dinamica: Impianto di ventilazione
- Confinamento/contenimento dei materiali radioattivi: integrità delle barriere di confinamento.
- Sistema di monitoraggio delle radiazioni ed alimentazione elettrica.

8 PROGRAMMA DI PROTEZIONE RADIOLOGICA

8.1 Classificazione area Complesso INE e Classificazione dei lavoratori

8.1.0.0.1 L'obiettivo di questa sezione è quello di fornire un approccio metodologico al fine di garantire condizioni di sicurezza ai lavoratori ed alla popolazione in caso di potenziale esposizione radiologica.

8.1.0.0.2 Sulla base delle diverse attività svolte, le aree del Complesso INE si distinguono in Area Sorvegliata o Area Controllata.

8.1.0.0.3 Gli Edifici e le aree interessate dalla disattivazione del complesso INE inserite nella Zona Controllata sono:

- Contenimento stagno del reattore (Edificio 80);
- Laboratorio ADECO (Edificio 81);
- Laboratorio PERLA (Edificio 81);
- Laboratorio ATFI (Edificio 82);
- Laboratorio PUNITA (Edificio 87);
- Stanza "pianterreno della ciminiera dell'impianto";
- Stazione intermedia degli effluenti liquidi (Edificio 87e);
- Laboratorio di fisica.

8.1.0.0.4 Questa classificazione verrà mantenuta fino alla fine della fase delle attività in campo delle attività di smantellamento, quando la classificazione sarà modificata in base alle nuove condizioni radiologiche definite nell'ambito specifico.

8.1.0.0.5 Tutti gli addetti che lavorano nel Sito CCR possono essere classificati come segue: "lavoratori esposti" o "lavoratori non esposti" in conformità col "D.Lgs. 17 marzo 1995, n. 230 - Attuazione delle direttive 80/836/Euratom, 84/467/Euratom, 84/466/Euratom,

NE.40.1225.A.003 ND.40.0401012.A.003	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	157 di 163
---	---------	--	------------

89/618/Euratom, 90/641/Euratom e 92/3/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti e ss. mm. ii”.

8.2 Accesso alla Zona Controllata

8.2.0.0.1 L'accesso alla Zona controllata da parte del personale del CCR e delle ditte esterne è regolamentato. Il permesso di accesso viene rilasciato dal Servizio di Sicurezza e EQ. La procedura AJRC (Accesso di Lavoratori di Ditte Esterne alle Zone Controllate di INE) descrive le azioni preliminari organizzative e gestionali, come pure le azioni tecniche, per l'accesso giornaliero dei lavoratori di ditte esterne nella Zona controllata.

8.2.0.0.2 Le azioni comprendono:

- Cambio d'abito per indossare gli abiti da lavoro previsti per la Zona Controllata (indicati nel modulo del permesso di lavoro);
- Indossare i dosimetri personali, a termoluminescenza (TLD) ed elettronici.
- Accesso alla Zona Controllata attraverso i cancelli di sicurezza, utilizzando il badge personale, inserendo il codice identificativo (PIN) e attivando il dosimetro elettronico.

8.3 Sorveglianza dosimetrica

8.3.0.0.1 La sorveglianza dosimetrica dei lavoratori è conforme alle disposizioni del già citato D.Lgs. n. 230/95 (si veda il paragrafo 8.1). La sorveglianza dosimetrica del lavoratore si basa sull'uso di dosimetri a termoluminescenza (TLD). Il laboratorio di dosimetria che fornisce il servizio dosimetrico al personale ed all'ambiente è sito in loco.

8.3.0.0.2 Per i lavoratori che accedono alla Zona Controllata sussiste l'obbligo di indossare i dosimetri personali richiesti.

8.3.0.0.3 A seconda del tipo e della durata del lavoro, delle caratteristiche della zona di lavoro, della classificazione degli addetti e di altri parametri, è possibile assegnare al lavoratore un dosimetro personale a termoluminescenza (TLD) a corpo intero, dosimetri personali (TLD) per le estremità o per il cristallino. Il TLD viene assegnato nel rispetto della procedura "Assegnazione di dosimetri TLD a corpo intero," (Rif.[5]) per i dosimetri per tutto il corpo, e della procedura "Assegnazioni dei dosimetri TLD per le estremità" per i dosimetri per le estremità Rif.[6].

8.3.0.0.4 Ogni lavoratore riceve anche un dosimetro elettronico a lettura diretta (EPD) conformemente alla procedura "Assegnazione dosimetri elettronici ai Lavoratori" (Rif.[7]). Le soglie di allarme ed il blocco sono definiti nel documento di riferimento "Limiti e soglie (di dose) per i dosimetri elettronici (EPD)" (Rif.[8]) e vengono regolarmente controllati, come descritto nel documento "Controlli di corretto funzionamento dei dosimetri elettronici (EPD)" (Rif.[9]).

8.3.0.0.5 La politica EQ prevede inoltre, per i lavoratori di Categoria B, l'obbligo di utilizzo del dosimetro elettronico per la protezione dei lavoratori e per la responsabilità giuridica del datore di lavoro. La valutazione della dose del lavoratore e la rendicontazione avvengono nel rispetto delle disposizioni del D.Lgs. n. 230/95.

8.4 Programma di monitoraggio del posto di lavoro

- 8.4.0.0.1 Tutti gli Edifici e le aree inseriti nella Zona Classificata, ed in particolare quelli di INE, sono soggetti ad un programma di controlli regolari di dose, contaminazione (superficiale ed atmosferica) e dosimetria ambientale.
- 8.4.0.0.2 L'elenco di questi controlli, che unisce le prescrizioni tecniche di licenza con i requisiti EQ, è inserito nei "Controlli di routine nelle Zone Classificate del CCR" (Rif. [10]). Esso contiene non soltanto tutti i controlli di routine da eseguire, ma anche la loro frequenza ed i necessari controlli e calibrazioni funzionali sulla strumentazione di monitoraggio permanente.
- 8.4.0.0.3 Tutte le attività lavorative vengono svolte solo dopo una verifica della dose e dei valori di contaminazione, eseguita dal Settore di Radioprotezione col supporto di specifiche campagne di misurazione, ove necessario. A tal fine, il Settore di Radioprotezione produce regolarmente mappe di dose e contaminazione (superficie e volume).
- 8.4.0.0.4 Tutti i controlli (di routine e specifici) sono registrati nel Registro Elettronico di Radioprotezione (RER) come indicato nella procedura "Sinottico delle Zone Sorvegliate e Controllate del CCR Ispra" (Rif. [4]). Le informazioni sono salvate sul disco comune del Settore di Radioprotezione e nello specifico database conformemente alle istruzioni contenute nell' "Archivio di radioprotezione" (Rif.[11]).
- 8.4.0.0.5 Lo stato radiologico delle diverse aree di lavoro è indicato su cartelli affissi all'ingresso delle stanze, i quali evidenziano la dose o le informazioni sul rischio di contaminazione in base al documento "Valutazione dello stato radiologico di un ambiente di lavoro" (Rif.[12]).
- 8.4.0.0.6 Il documento "Azioni correttive dopo una lettura anomala in un controllo di routine" (Rif.[13]) specifica una serie di azioni da intraprendere in caso di anomalia emersa da uno dei controlli di routine.
- 8.4.0.0.7 Oltre ai controlli di routine, si esegue un monitoraggio radiologico operativo durante lo svolgimento delle operazioni di disattivazione. I controlli da eseguire, la strumentazione da utilizzare (fissa o portatile), i metodi di misurazione e la frequenza dei test eseguiti prima durante e dopo le operazioni sono stabiliti da EQ.
- 8.4.0.0.8 Tra le possibili azioni da considerare:
- Controllo della dose nelle diverse sedi delle unità di intervento;
 - Livello di contaminazione dell'aria nelle aree di lavoro (monitoraggio continuo o controllo differito – estrazione del filtro);
 - Controllo della contaminazione superficiale sui posti di lavoro;
 - Assenza di contaminazione sul corpo del lavoratore che esce dalle aree di lavoro.
- 8.4.0.0.9 Qualora vi sia possibilità di contaminazione, anche remota, delle aree di lavoro, è necessario creare un punto di transito per separare la zona "potenzialmente contaminata" da quella "non contaminata" utilizzando le regole specifiche di accesso riportate in "Punti di transito" (Rif. [14]), che indica anche i controlli di contaminazione da effettuare sui lavoratori.

8.5 Controllo della strumentazione di radioprotezione

- 8.5.0.0.1 La strumentazione di radioprotezione viene regolarmente calibrata e verificata. La gestione (assegnazione, tracciabilità, rimozione, riparazione, calibrazione, controllo, ecc.)

NE.40.1225.A.003 ND.40.0401012.A.003	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	159 di 163
---	---------	--	------------

degli strumenti portatili avviene in conformità al documento “Gestione della strumentazione portatile” (Rif.[15]).

8.5.0.0.2 La verifica funzionale ed il controllo della calibrazione dei dispositivi di monitoraggio per mani-piedi vengono effettuati, rispettivamente, ogni tre e sei mesi.

8.5.0.0.3 Le camere di ionizzazione sono calibrate presso il centro LAT 99 del CCR; sono controllate attenendosi alla procedura in vigore presso il settore di radioprotezione per i diversi impianti del sito.

8.6 Autorizzazione delle attività lavorative

8.6.0.0.1 Tutte le attività lavorative devono essere autorizzate dal responsabile di impianto e d'area ed eseguite conformemente alle disposizioni di radioprotezione indicate nel modulo del permesso di lavoro. Queste prescrizioni sono generate dal sistema di radioprotezione ed approvate da EQ. Le attività lavorative possono essere svolte solo dopo la piena approvazione del modulo, in ottemperanza alle procedure in vigore presso il sito. Devono essere precedentemente pianificate ed approvate dal settore di radioprotezione, nel rispetto delle relative procedure.

8.6.0.0.2 Il modulo del permesso di lavoro stabilisce anche le azioni necessarie a fine lavoro, ivi inclusi ispezioni e controlli radiologici.

8.6.0.0.3 All'inizio di un'operazione in una Zona controllata, si organizzerà un briefing presso l'impianto tra i responsabili di impianto, gli addetti alla radioprotezione ed i tecnici. Durante l'incontro si rivedranno le seguenti problematiche:

- Stato radiologico delle aree interessate,
- Disponibilità di DPI e che i lavoratori coinvolti nelle operazioni di disattivazione siano adeguatamente informati sulle attività che dovranno eseguire.

8.7 Regole di condotta

8.7.0.0.1 I lavoratori esposti ai rischi delle radiazioni ionizzanti sono obbligati, conformemente all'Articolo 68 del D.Lgs. 230/95, a seguire le istruzioni di sicurezza e di protezione dalla radioattività fornite dal Datore di Lavoro.

8.7.0.0.2 Queste regole operative di radioprotezione per l'area INE sono contenute nelle “Norme interne di radioprotezione e funzionamento dell'impianto nucleare ESSOR” (Rif.[3]).

8.8 Dispositivi di protezione individuale (DPI) – Assegnazione ed uso

8.8.0.0.1 I DPI necessari per una specifica attività lavorativa sono indicati nelle prescrizioni sulla radioattività del modulo del permesso di lavoro. I DPI sono, ad esempio:

- Guanti;
- Doppi guanti;
- Sovrascarpe;
- Maschera facciale completa con filtro;
- Tuta protettiva (ad esempio tyvek);
- Tuta ventilata.

8.8.0.0.2 L'uso di alcuni DPI richiede un'autorizzazione medica specifica ed un'adeguata formazione.

NE.40.1225.A.003 ND.40.0401012.A.003	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	160 di 163
---	---------	--	------------

8.8.0.0.3 Il settore di radioprotezione del CCR-Ispra tiene regolarmente corsi di formazione sull'utilizzo dei DPI. Ha inoltre emesso procedure operative specifiche che illustrano le regole di base per indossare (e togliersi) l'abbigliamento utilizzato nella Zona Controllata e per indossare la maschera facciale completa con filtro.

8.9 Uscita dalla Zona controllata

8.9.0.0.1 Per uscire dalla Zona Controllata, il personale operativo deve eseguire una serie di attività, tra cui:

- Controllo della contaminazione radiometrica di mani-piedi;
- Lavarsi le mani;
- Cambiare gli abiti;
- Controllo radiometrico dei piccoli utensili;
- Spegnimento del dosimetro elettronico.

8.9.0.0.2 La sequenza completa delle azioni svolte dal personale operativo che esce dalla Zona controllata è riportata nella procedura "Uscita del personale dalla zona controllata" (Rif.[10]).

8.10 Allontanamento dei materiali

8.10.0.0.1 Ogni oggetto, utensile o materiale che debba essere portato fuori dalla Zona Controllata deve essere sottoposto a controlli radiologici che assicurino l'assenza di contaminazione. I controlli sono eseguiti da un tecnico radiometrico di radioprotezione.

8.10.0.0.2 Tutti i materiali sottoposti a procedura di allontanamento, devono seguire la procedura contenuta in "Procedura generale per la gestione delle attività di allontanamento dei materiali solidi" (Rif.[18]).

8.11 Eventi anomali ed accidentali

8.11.0.0.1 Gli eventi anomali ed accidentali nella Zona Classificata sono gestiti dal settore di radioprotezione in base ad una serie di documenti specifici.

8.11.0.0.2 L'emergenza interna viene gestita conformemente al "Piano Emergenza Interna dello Stabilimento (PEIS)". La dichiarazione di emergenza nucleare o radiologica richiede il rispetto di una particolare sequenza. Il documento "Dichiarazione di incidente in zona classificata" (Rif.[12]) indica le azioni che i lavoratori devono svolgere in caso di incidente ed anche la sequenza corretta delle stesse.

8.11.0.0.3 Per quanto riguarda gli aspetti di radioprotezione, la procedura "Comportamento in caso d'incidente radiologico" (rif. [13]) indica le azioni che il personale di radioprotezione deve intraprendere al verificarsi di un'emergenza radiologica/nucleare.

8.11.0.0.4 Il documento "Assistenza di Radioprotezione durante la decontaminazione di locali e attrezzi" (Rif.[14]) descrive le azioni del tecnico di radioprotezione in caso di contaminazione di lavoratori, materiali e locali. In base all'art.48 del D.Lgs. 230/95, il personale per le emergenze è sempre disponibile ed è presente in loco o su chiamata, dopo il normale orario di lavoro.

8.12 Registrazione

8.12.0.0.1 Tutte le registrazioni che interessano la sorveglianza ed il controllo della strumentazione (fissa o portatile) o le attività lavorative di disattivazione svolte dai tecnici del settore di radioprotezione in conformità col documento "Registro di Radioprotezione" (Rif.[16]), utilizzando il registro elettronico di radioprotezione (RER).

9 ASSICURAZIONE DELLA QUALITÀ

9.0.0.0.1 Le attività svolte nell'ambito del progetto di smantellamento del complesso INE dovranno essere conformi al sistema di Qualità adottato dall'Unità di Disattivazione Nucleare (NDU) del CCR di Ispra certificata ISO 9001.

9.0.0.0.2 La documentazione completa è disponibile presso il seguente indirizzo:

http://intranet-dwm.jrc.cec.eu.int/ism/index.php?option=com_ajaxpage&Itemid=100

9.0.0.0.3 Al fine di migliorare l'efficienza del programma D&WM e assicurarne la qualità finale dei risultati, il Sistema della Qualità e di Gestione di Progetti della NDU prevede l'attuazione dei precetti contenuti nella procedura: "NDU Projects Management Manual" (Rif.[30]) nonché della l'emissione di apposita documentazione. L'elenco dei documenti da produrre nel corso dello svolgimento del progetto con una succinta descrizione dei rispettivi contenuti viene di seguito riportato:

- Project Management Plan (da parte del personale dell'Unità NDU del sito di Ispra), contenente le seguenti informazioni:
 - Requisiti e aspettative di qualità del prodotto/servizio fornito.
 - Criteri di accettazione del prodotto/servizio fornito.
 - Responsabili della gestione della qualità.
 - Standard di qualità utilizzati.
 - Controllo e revisione della qualità applicata.
 - Gestione e controllo della documentazione di progetto.
- Contract Quality Plan e Specific Contract Quality Plan (da parte dei fornitori), contenente le seguenti informazioni:
 - Lista delle procedure, delle istruzioni operative e, in generale, delle norme applicabili al caso specifico;
 - Struttura organizzativa e funzionale;
 - Organizzazione del processo di fornitura del bene/servizio;
 - Pianificazione delle attività;
 - Lista dei principali sottofornitori;
 - Lista delle procedure del contraente utilizzate per la fornitura del bene/servizio;
 - Analisi dei rischi.
- Quality Control Plan (da parte dei fornitori), contenente le seguenti informazioni:
 - Descrizione delle attività svolte e dei relativi controlli da effettuare;
 - Documenti di riferimento;
 - Riferimenti delle verifiche effettuate;
 - Individuazione delle responsabilità delle esecuzioni delle verifiche.

NE.40.1225.A.003 ND.40.0401012.A.003	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	162 di 163
---	---------	--	------------

9.0.0.0.4 Al Contraente sarà imposto l'emissione della documentazione (testo o disegni) in formato cartaceo concordato con la NDU. In generale, i documenti dovranno essere preparati in formato ISO A4 ed i disegni in formato ISO A4, A3 e/o A0.

9.0.0.0.5 Inoltre tutta la documentazione preparata (testo o disegni) dovrà essere realizzata in modo da essere letta direttamente oppure importata senza perdita di formato, dai seguenti programmi (nelle versioni 2010 o più recenti):

- Microsoft Word;
- Microsoft Excel;
- Microsoft Project;
- Autodesk Autocad.

9.0.0.0.6 A parte quanto indicato sopra, l'intera documentazione tecnica allegata riferita al contratto dovrà essere fornita in formato ADOBE Acrobat "pdf" ottenuta direttamente da un documento disposto appositamente o da documentazione non preparata acquisita da scanner.

9.0.0.0.7 Dove usate, le fotografie digitali dovranno essere fornite in formato "jpg".

10 VALUTAZIONE DEI COSTI

10.0.0.0.1 La valutazione dei costi è stata eseguita in base alle indicazioni del progetto di base.

10.0.0.0.2 La programmazione del lavoro indica l'ambito delle attività, dalla mobilitazione della ditta esterna fino al completamento della disattivazione ed alla smobilitazione.

10.0.0.0.3 Alla base dell'attuale valutazione dei costi:

1. Sono state adottate le seguenti tariffe per tutto il personale, ad eccezione della direzione di progetto (ISPRA):

- | | |
|--|-----------------------|
| • Responsabile di sito della ditta esterna | € 269.000,00 per anno |
| • Responsabile di progetto della ditta esterna | € 221.000,00 per anno |
| • Ingegnere senior | € 171.000,00 per anno |
| • Ingegnere | € 138.000,00 per anno |
| • Caposquadra | € 177.000,00 per anno |
| • Funzionario | € 142.000,00 per anno |
| • Addetto | € 97.000,00 per anno |
| • Segretaria | € 56.000,00 per anno |

2. Tutti i costi si riferiscono alle tariffe in vigore nel 2014; non si è tenuto conto dell'inflazione, ecc.

10.0.0.0.4 Sono stati inoltre esclusi i seguenti contributi:

1. Tutte le attività di pre-disattivazione, che vanno dalla pianificazione preliminare alla redazione della documentazione da inviare all'autorità di sicurezza, che rientrano in questo pacchetto di lavoro (cioè il Piano di Disattivazione e la Valutazione di Impatto Ambientale). L'unica attività compresa è quella relativa alla Preparazione dei "Piani Operativi" in seguito all'approvazione dell' "Istanza di disattivazione".

NE.40.1225.A.003 ND.40.0401012.A.003	Rev. 01	Progetto preliminare di smantellamento INE	163 di 163
---	---------	--	------------

2. Gestione del combustibile nucleare ed altri rifiuti speciali (ad esempio amianto), perché queste attività non rientrano nell'ambito del progetto e saranno trattate separatamente nel contesto di diverse linee di progetto.
3. Tutti i sistemi di trattamento dei rifiuti che fanno parte di JRC (ad esempio trattamento con malta). Invece i sistemi di trattamento esterni (ad esempio super-compattamento, fusione) sono stati valutati come costi "tutto compreso", considerando che le stime dei costi unitari includono anche il trasporto da e verso l'impianto di trattamento.
4. Costi di stoccaggio e smaltimento per ogni imballo/barile finale.
5. Approvvigionamento di fusti da 220L non riutilizzabili, che rientrano nell'ambito di una diversa linea di progetto.
6. Tutto il personale JRC, inclusi gestione, radioprotezione, manutenzione, operatività e sorveglianza.
7. Attrezzature e contenitori per le demolizioni, che si suppone saranno forniti dalla ditta esterna interessata.
8. Ulteriori progetti di ricerca (supporto progettuale per le specifiche IU prese in considerazione), imposte ed assicurazioni.

10.0.0.0.5 La seguente Tabella 10-1 mostra i costi generali della disattivazione di INE.

Attività	Costo del Lavoro (k€)	Costi Attrezzature (k€)	Costi Consumabili (k€)	Costi Cassoni (k€)	Costi Trattamenti Esterni (k€)	Costi TOT (k€)
Attività di Pre-disattivazione	782	0	0	0	0	782
Attività di spegnimento	3682	498	110	0	0	4290
Attività aggiuntive di recinzione	765	21	8	0	0	795
Attività di smantellamento dentro l'area Controllata	48976	11605	1197	280	0	62059
Contratto quadro	38565	5322	1054	0	0	44941
Contratto Reattore	10410	6283	144	280	0	17118
Processamento scorie, conservazione e	0	742	0	8858	20281	29881
Contratto quadro	0	742	0	4735	20281	25758
Contratto Reattore	0	0	0	4123	0	4123
Smantellamento convenzionale, demolizione e ripristino del sito	17318	0	420	0	0	17737
Contratto quadro	10235	0	239	0	0	10474
Contratto Demolizione	7083	0	180	0	0	7263
Gestione progetto e supporto ingegneristico	5442	0	0	0	0	5442
Totale complessivo	76965	12867	1736	9138	20281	120986
Contingenze (10%)						12099
TOTALE Generale						133085

Tabella 10-1: Sintesi della valutazione dei costi