

PROTOCOLLO OPERATIVO

Settore industriale: *Centrali elettriche a carbone*

Classe o tipo di pratica o scenario critico: *Manutenzione di caldaie*

Versione 2.0

Il presente protocollo è stato elaborato nell'ambito del progetto di ricerca (BRIC2019 ID30) «Protocolli operativi e metodologie di calcolo per l'attuazione della nuova normativa di radioprotezione, recepimento della direttiva 59/2013/Euratom, in settori industriali NORM di particolare impatto radiologico»

R. Trevisi, A. Bogi, S. Bucci, E. Caldognetto, M. Archimi, F. Leonardi, G. La Verde, L. Luzzi, C. Nuccetelli, I. Peroni, F. Picciolo, G. Pratesi, F. Trotti, R. Ugolini, G. Venoso, M. Pugliese



Struttura del protocollo operativo

Il presente protocollo operativo si articola in:

- una descrizione generale dei passaggi previsti nella **Fase 1** e nella **Fase 2** in cui si articola il protocollo;
- una sintesi delle principali matrici di interesse per il settore in esame;
- uno schema degli scenari espositivi e delle matrici di interesse ai fini della valutazione dell'esposizione dei lavoratori e dell'individuo rappresentativo (*);
- 2 tabelle relative alle matrici da campionare con l'indicazione dei radionuclidi da determinare e il metodo di analisi più idoneo (**Fase 1**);
- 2 tabelle relative alle metodologie per la valutazione di dose per i lavoratori e per l'individuo rappresentativo (**Fase 2**);
- 1 tabella relativa alle matrici aggiuntive e analisi da effettuare per poter completare la valutazione della dose (**Fase 2**).
- Le note alle tabelle sono riportate in coda al presente protocollo.

Per la stima dell'esposizione al radon nei luoghi di lavoro, si rimanda al protocollo dedicato.

(*) individuo rappresentativo: la persona che riceve una dose rappresentativa di quella degli individui maggiormente esposti nella popolazione, escluse le persone che hanno abitudini estreme o rare.

Approccio metodologico graduale generale

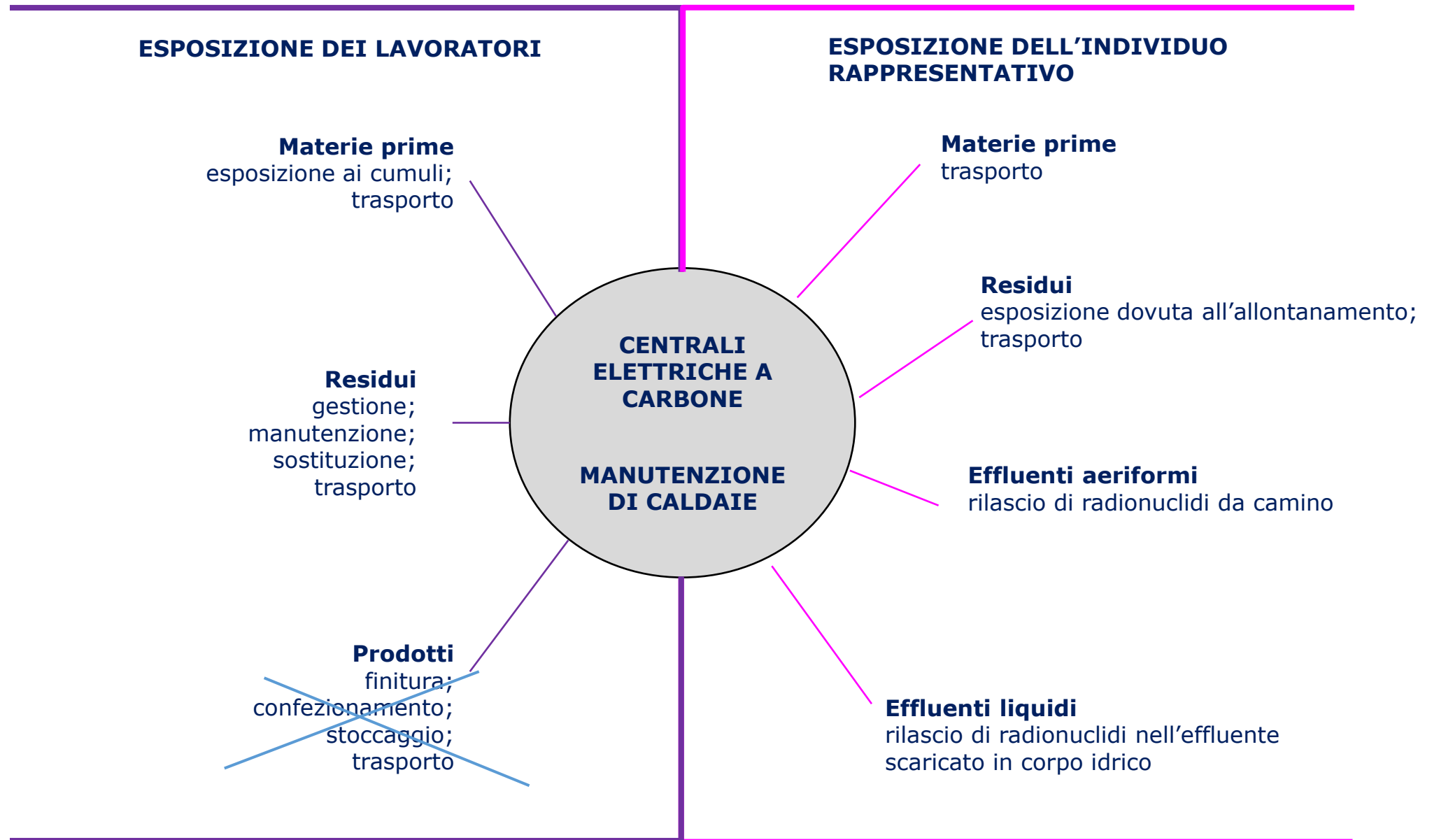


Sintesi delle matrici presenti nel ciclo produttivo



- **Materie prime**
materia prima di origine naturale (carbone)
- **Residui**
polveri di abbattimento, scarti di lavorazione, fanghi, materiale filtrante esausto, incrostazioni, parti di impianto, materiali di processo esausti
- **Effluenti aeriformi**
emissioni da camino
- **Effluenti liquidi**
scarico in corpo idrico o in fognatura

Scenari espositivi e matrici di interesse nel caso di centrali elettriche a carbone



Fase 1

Fase 1

Analisi del processo industriale - identificazione della pratica

Identificazione delle matrici solide di interesse

Caratterizzazione radiologica delle matrici di interesse

Confronto dei risultati con i LdE in conc. di attività generali e/o specifici

TABELLA I: MATRICI DI INTERESSE E CARATTERIZZAZIONE RADIOLOGICA

Tipologia Matrice	Matrice	Descrizione Campione	Tecnica di analisi	Radionuclidi
Residuo	polveri di abbattimento	ceneri volanti	spettrometria gamma	K-40, segmenti di catena U-238 e Th-232
			spettrometria alfa	Po-210
	scarto di lavorazione	ceneri pesanti	spettrometria gamma	K-40, segmenti di catena U-238 e Th-232
		gesso chimico		
	fanghi	fango da sistemi interni di trattamenti (acque e fumi)	spettrometria gamma	K-40, segmenti di catena U-238 e Th-232
	materiale filtrante esausto	filtri a maniche, altre tipologie	spettrometria gamma	K-40, segmenti di catena U-238 e Th-232
			spettrometria alfa	Po-210
			spettrometria gamma nd in situ	K-40, segmenti di catena U-238 e Th-232
	incrostazioni (1)	residui derivanti dalla manutenzione di parti di impianto	spettrometria gamma	K-40, segmenti di catena U-238 e Th-232
			spettrometria gamma nd in situ	
			spettrometria alfa	Po-210
	parti di impianto (1)	raccordi, valvole, tubi...	spettrometria gamma nd in situ	K-40, segmenti di catena U-238 e Th-232

Fase 1

Fase 1

Analisi del processo industriale - identificazione della pratica

Identificazione delle matrici solide di interesse

Caratterizzazione radiologica delle matrici di interesse

Confronto dei risultati con i LdE in conc. di attività generali e/o specifici

**TABELLA II: VERIFICA DEI LIVELLI DI ESENZIONE E DI ALLONTANAMENTO
(art. 22 e All. 2 D.Lgs. 101/2020 e s.m.i.)**

Tipologia Matrice	Matrice	Descrizione Campione	Destinazione	Livelli di esenzione e livelli di allontanamento
Residuo	polveri di abbattimento	ceneri volanti	allontanamento, riutilizzo	Tabella II-2, con l'eccezione di Pb-210; Po-210 = 5 kBq/kg Per il riutilizzo in sottofondi stradali e conferimento in discarica: Allegato II, sezione II paragrafo 4 punto 4)
	scarto di lavorazione	ceneri pesanti gesso chimico		
	fanghi	fango da sistemi interni di trattamenti (acque e fumi)		
	materiale filtrante esausto	filtri a maniche, altre tipologie		
	incrostazioni	residui derivanti dalla manutenzione di parti di impianto		
	parti di impianto	raccordi, valvole, tubi...		

Fase 2

Fase 2

Identificazione degli scenari espositivi per la stima della dose al lavoratore e all'individuo rappresentativo

Caratterizzazione radiologica di altre matrici identificate e misure in campo

Stima della dose al lavoratore e all'individuo rappresentativo

Confronto dei risultati con i LdE in termini di dose efficace

TABELLA III: LAVORATORI – IDENTIFICAZIONE DEGLI SCENARI ESPOSITIVI, STIMA DELLA DOSE E VERIFICA ESENZIONE IN TERMINI DI DOSE EFFICACE

Tipologia Matrice	Matrice	Descrizione Campione	Scenari specifici	Vie di esposizione	Livello di esenzione (dose efficace)
Materie prime	materie prime di origine naturale	carbone	trasporto, cumuli di materie prime	Irraggiamento, inalazione, ingestione, radon (4)	1 mSv/anno
Residuo	polveri di abbattimento	ceneri volanti	gestione (2), trasporto	irraggiamento, inalazione, ingestione, radon (4)	
	scarto di lavorazione	ceneri pesanti			
		gesso chimico		irraggiamento, radon (4)	
	fanghi	fango da sistemi interni di trattamenti (acque e fumi)			
	materiale filtrante esausto	filtri a maniche, altre tipologie	gestione (2), manutenzione (3), sostituzione, trasporto	irraggiamento, inalazione, ingestione, radon (4)	
	incrostazioni	residui derivanti dalla manutenzione di parti di impianto	gestione (2), manutenzione (3), trasporto		
	parti di impianto	raccordi, valvole, tubi...	gestione (2), manutenzione (3), sostituzione, trasporto	irraggiamento, radon (4)	

Fase 2

Fase 2

Identificazione degli
scenari espositivi per
la stima della dose al
lavoratore e
all'individuo
rappresentativo

Caratterizzazione
radiologica di altre
matrici identificate e
misure in campo

Stima della dose al
lavoratore e
all'individuo
rappresentativo

Confronto dei
risultati con i
LdE in termini
di dose efficace

TABELLA IV: INDIVIDUO RAPPRESENTATIVO – IDENTIFICAZIONE DEGLI SCENARI ESPOSITIVI, STIMA DELLA DOSE E VERIFICA ESENZIONE IN TERMINI DI DOSE EFFICACE

Tipologia Matrice	Matrice	Descrizione Campione	Scenari specifici	Vie di esposizione	Livello di esenzione (dose efficace)
Materie prime	materie prime di origine naturale	carbone	trasporto	irraggiamento, inalazione	0,3 mSv/anno
Effluente (5)	aeriforme	emissione in atmosfera dai camini	Rilascio di radionuclidi nelle polveri emesse dai camini	irraggiamento, inalazione, ingestione (6)	
	liquido	acqua di scarico	Rilascio di radionuclidi nell’effluente scaricato in corpo idrico o in fognatura		
Residuo (7,8)	polveri di abbattimento	ceneri volanti	dipendono dalla destinazione dei residui, trasporto	irraggiamento, inalazione, radon (4), ingestione (6)	
	scarto di lavorazione	ceneri pesanti			
		gesso chimico			
	fanghi	fango da sistemi interni di trattamenti (acque e fumi)			
	materiale filtrante esausto	filtri a maniche, altre tipologie			
	incrostazioni	residui derivanti dalla manutenzione di parti di impianto			
	parti di impianto	raccordi, valvole, tubi...			

Fase 2

Identificazione degli scenari espositivi per la stima della dose al lavoratore e all'individuo rappresentativo

Caratterizzazione radiologica di altre matrici identificate e misure in campo

Stima della dose al lavoratore e all'individuo rappresentativo

Confronto dei risultati con i LdE in termini di dose efficace

TABELLA V: CARATTERIZZAZIONE RADIOLOGICA DI ALTRE MATRICI DI INTERESSE E MISURE IN CAMPO

Tipologia Matrice	Matrice	Descrizione Campione	Tecnica di analisi	Radionuclidi
Materie prime	materie prime di origine naturale (9)	carbone	spettrometria gamma	K-40, catene di U-238 e Th-232
Effluente	aeriforme (10)	emissione in atmosfera dai camini	spettrometria gamma	K-40, segmenti di catena U-238 e Th-232
			spettrometria alfa	Po-210
	Liquido (11)	acqua di scarico	Scintillazione liquida	Concentrazione di attività alfa totale, beta totale
			ICP-MS (12)	Concentrazione di uranio
Acqua (13)	acqua in ingresso	acqua di pozzo, acqua potabile, acqua di mare, acqua industriale, ecc.	spettrometria gamma	K-40, radionuclidi delle catene U-238 e Th-232
			spettrometria alfa	Po-210
			Scintillazione liquida	Concentrazione di attività alfa totale, beta totale
			ICP-MS (12)	Concentrazione di uranio
Residuo	parti di impianto	raccordi, valvole, tubi...	spettrometria gamma	K-40, radionuclidi delle catene U-238 e Th-232
			spettrometria alfa	Po-210
Residuo	parti di impianto	raccordi, valvole, tubi...	rateo di dose	

NOTE ALLE TABELLE

1. La concentrazione di attività dei radionuclidi va riferita alla massa delle incrostazioni stesse.
2. La gestione dei residui comprende le operazioni di raccolta, carico e scarico...
3. La manutenzione comprende le operazioni di pulizia, montaggio, smontaggio, ecc..
4. Per l'esposizione al radon, si rimanda al protocollo dedicato.
5. La valutazione della dose efficace all'individuo rappresentativo dovuta agli effluenti può essere calcolata con modelli semplificati (pubblicazione ISPRA "Valutazione da impatti radiologici da NORM, RP 135), oppure con modelli più sofisticati.
6. Si fa riferimento all'ingestione attraverso la catena alimentare.
7. Nella valutazione della dose efficace all'individuo rappresentativo derivante dall'esposizione ai residui, va considerata la destinazione specifica di ciascun residuo.
8. Tra tutti i residui, vanno considerati nelle stime di dose efficace all'individuo rappresentativo solo quelli con concentrazione di attività superiore al livello di esenzione/livello di allontanamento in termini di concentrazione di attività.
9. Equilibrio radioattivo nelle catene dell'U-238 e del Th-232 è ipotizzabile a priori per le materie prime di origine naturale.
10. Per l'effluente aeriforme si può dedurre la concentrazione di attività dei radionuclidi con opportune assunzioni dalle concentrazioni di attività misurate nelle polveri di abbattimento dei camini.
11. L'ordine in cui sono elencate le tecniche di misura riflette un approccio graduale, dalla più semplice alla più complessa. Nell'ipotesi che la stima della dose sulla base delle MAR ottenuta con la tecnica più semplice garantisca il non superamento del livello di esenzione in termini di dose efficace, si possono evitare gli approfondimenti.

NOTE ALLE TABELLE

12. L'analisi dell'uranio (e eventualmente del torio) in ICP-MS è raccomandata in fase di screening; va considerato che il rapporto isotopico negli effluenti e più in generale in acqua può non essere quello naturale.
13. E' opportuna l'analisi anche delle acque in ingresso all'impianto quando venga rilevata la presenza di radioattività naturale nello scarico, al fine di sottrarre il contributo presente in ingresso.