

PROTOCOLLO OPERATIVO

Settore industriale: *Produzione di energia geotermica*

Classe o tipo di pratica o scenario critico: *Impianti di alta entalpia, con particolare riguardo alla manutenzione dell'impianto*

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, A. De Stena, 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

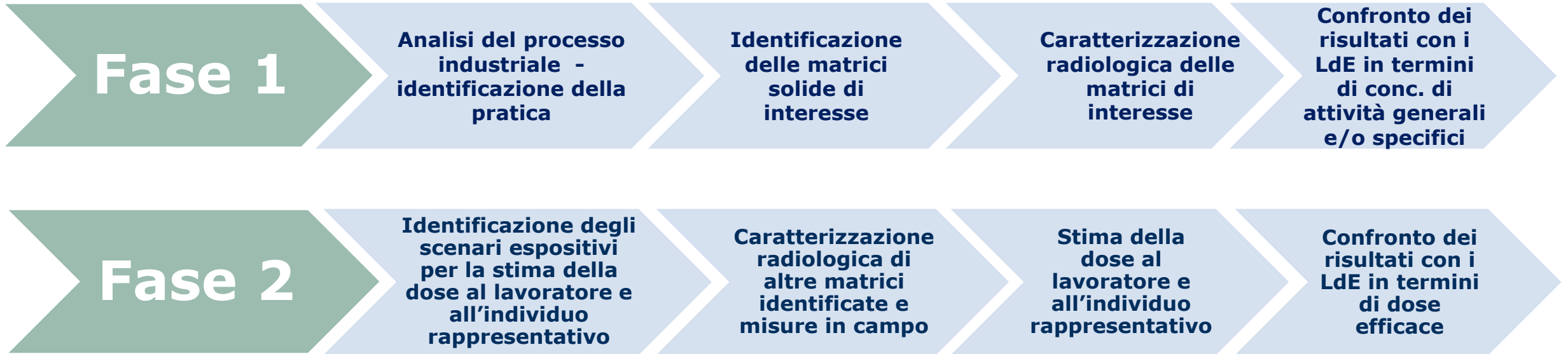
Il presente protocollo operativo si articola in:

- 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

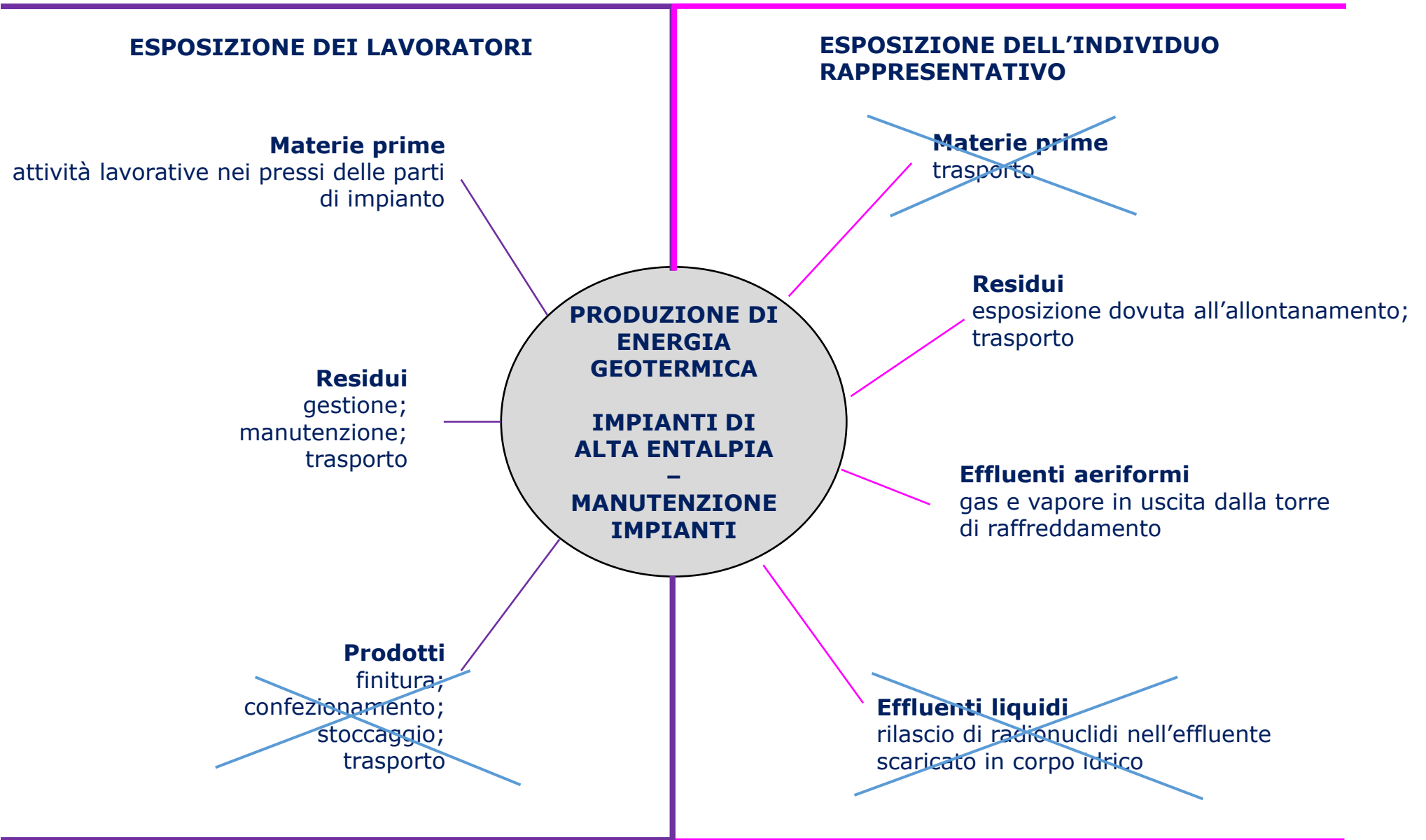


Sintesi delle matrici presenti nel ciclo produttivo



- **Materie prime**
fluido geotermico
- **Residui**
parti di impianto, incrostazioni, materiale filtrante esausto
- **Effluenti aeriformi**
emissione di radon dalla torre di raffreddamento

Scenari espositivi e matrici di interesse nel caso di produzione di energia geotermica - alta entalpia



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 (2,3)	fanghi	fanghi torre raffreddamento	spettrometria gamma	K-40, segmenti di catena U-238 e Th-232
	materiale filtrante esausto	catalizzatori, sorbenti,...	spettrometria gamma	K-40, segmenti di catena U-238 e Th-232
			spettrometria alfa	Po-210
	incrostazioni (1)	residui derivanti dalla manutenzione di parti di impianto	spettrometria gamma	K-40, segmenti di catena U-238 e Th-232
			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
materiali di processo esausti	corindone, altre sabbie usate per sabbatura	spettrometria gamma	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	fanghi	fanghi torre raffreddamento	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)
	materiale filtrante esausto	catalizzatori, sorbenti,...		
	incrostazioni	residui derivanti dalla manutenzione di parti di impianto		
	parti di impianto	raccordi, valvole, tubi...		
	materiali di processo esausti	corindone, altre sabbie usate per sabbiatura		

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)
Materia prima	fluido geotermico	fluido in ingresso all'impianto	attività lavorative nei pressi delle parti di impianto	irraggiamento, radon (4)	1 mSv/anno
Residuo	fanghi	fanghi torre raffreddamento	gestione (5), manutenzione (6), trasporto	irraggiamento, inalazione, ingestione, radon (4)	
	materiale filtrante esausto	catalizzatori, sorbenti,...			
	incrostazioni	residui derivanti dalla manutenzione di parti di impianto			
	parti di impianto	raccordi, valvole, tubi...			
	materiali di processo esausti	corindone, altre sabbie esauste usate per la sabbiatura delle parti di impianto			

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)
Effluente (7)	aeriforme	radon in uscita dalla torre di raffreddamento	rilascio dalla torre	inalazione radon	0,3 mSv/anno
Residuo (8,9)	fanghi	fanghi torre raffreddamento	dipendono dalla destinazione dei residui	irraggiamento, inalazione, radon (4)	
	materiale filtrante esausto	catalizzatori, sorbenti,...			
	incrostazioni	residui derivanti dalla manutenzione di parti di impianto			
	parti di impianto	raccordi, valvole, tubi...			
	materiali di processo esausti	corindone, altre sabbie esauste usate per la sabbiatura delle parti di impianto			

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

Tipologia Matrice	Matrice	Descrizione Campione	Tecnica di analisi	Radionuclidi
Materia Prima	materiali di processo nuovi contenente radionuclidi di origine naturale	corindone	spettrometria gamma	K-40, segmenti di catena U-238 e Th-232 o catene U-238 e Th-232
		altre sabbie per sabbiatura		
		sabbia rigenerata		
	altri materiali di processo nuovi	catalizzatore		
		sorbente		
Effluente	aeriforme	radon in uscita dalla torre di raffreddamento dalla torre	spettrometria alfa	Rn-222
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. Nei processi termici ad alta temperatura può avvenire la volatilizzazione del Po-210 e del Pb-210, pertanto può essere richiesta la spettrometria alfa per le matrici coinvolte in tali processi per la completa caratterizzazione radiologica.
3. L'esercente può non effettuare la misura della concentrazione di attività del Po-210 attraverso spettrometria alfa su tutte le "Matrici" di una medesima "Tipologia Matrice": in tal caso la scelta va motivata e la valutazione sul Po-210 può essere.
4. Per l'esposizione al radon, si rimanda al protocollo dedicato
5. La gestione dei residui comprende le operazioni di raccolta, carico e scarico...
6. La manutenzione comprende le operazioni di pulizia, montaggio, smontaggio, ecc..
7. La valutazione della dose efficace all'individuo rappresentativo dovuta all'effluente aeriforme può essere calcolata con modelli semplificati (pubblicazione ISPRA "Valutazione da impatti radiologici da NORM, RP 135), oppure con modelli più sofisticati.
8. Nella valutazione della dose efficace all'individuo rappresentativo derivante dall'esposizione ai residui, va considerata la destinazione specifica di ciascun residuo.
9. 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.
10. Si fa riferimento all'ingestione attraverso la catena alimentare.