



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

# **IL PROGETTO DEL DEPOSITO NAZIONALE PER LA GESTIONE DEL CICLO DI VITA DEI RIFIUTI RADIOATTIVI**

**SEMINARIO NAZIONALE**  
**Sessione Territoriale, 28 settembre 2021**

**Francesca Giacobbo**

Docente di 'Migrazione di materiali radioattivi' – Dipartimento di Energia,  
Politecnico di Milano

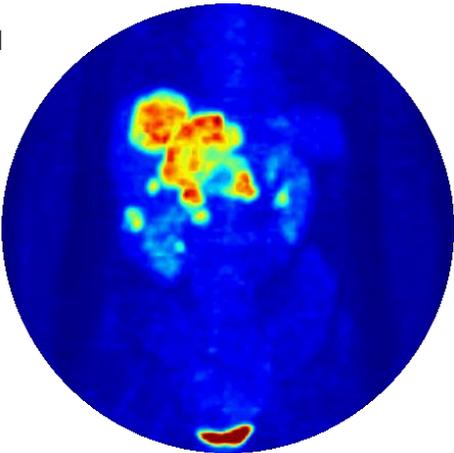
# Cosa sono i rifiuti radioattivi?

La radioattività è il **fenomeno naturale** attraverso cui alcuni nuclei atomici, detti **radionuclidi**, si trasformano spontaneamente (“decadono”) in nuclei atomici più stabili, emettendo le così dette particelle/**radiazioni ionizzanti**.

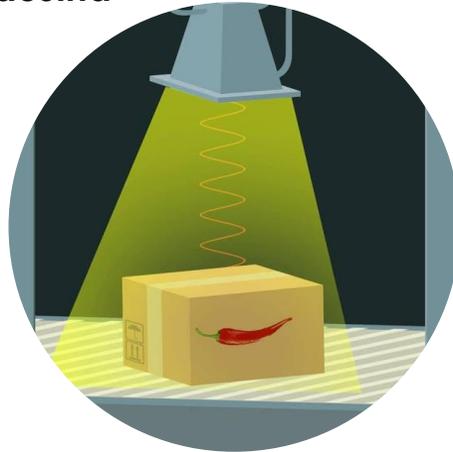
L'utilizzo della radioattività, delle reazioni nucleari e delle loro proprietà avviene in molti settori e porta alla produzione di materiali radioattivi che, quando non possono essere più utilizzati, diventano **rifiuti radioattivi**.

## Chi li produce in Italia?

Medicina



Industria



Ricerca



Produzione  
elettronucleare  
pregressa



# Strategia generale di gestione dei rifiuti radioattivi

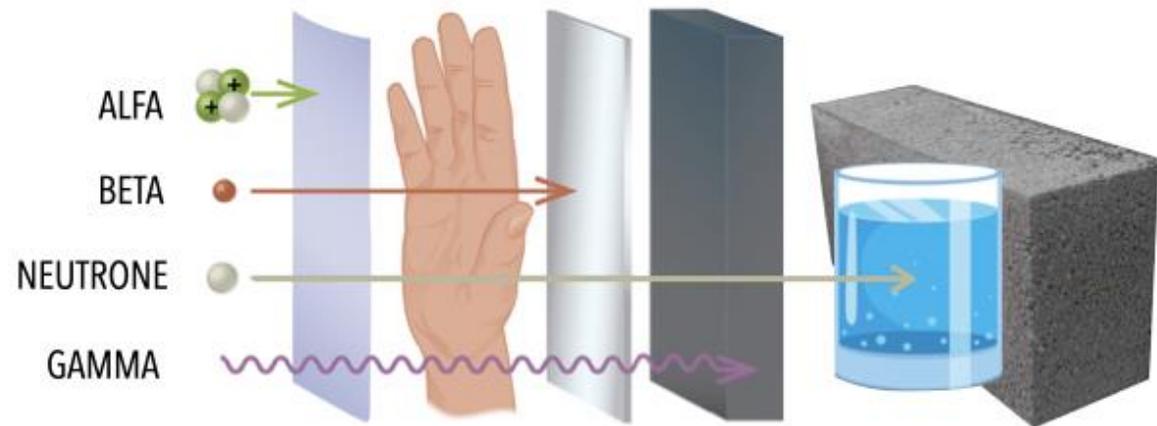
Confinamento all'interno di **barriere che impediscono la dispersione del rifiuto** radioattivo per un tempo sufficiente rispetto allo scopo stabilito (es: trasporto, stoccaggio temporaneo, smaltimento definitivo), riducendo il rischio a livelli di **piena sicurezza per essere umano e ambiente**

## I rifiuti radioattivi non sono tutti uguali!

Sono classificati in base alla loro **tipologia** e alla loro '**Attività**'.

## Quali tipi di radiazione esistono?

Si distinguono per tipo di particella, energia, interazione con la materia inorganica e organica, ...



# Cosa è l'Attività?

L'**Attività** è una quantità fisica associata all'intensità di emissione di particelle da parte di un insieme di radionuclidi. E' definita come:

**Attività = numero di decadimenti nell'unità di tempo**

Essa costituisce una misura della quantità di radiazioni emesse nell'unità di tempo e si misura in **Becquerel** (1 Becquerel, Bq, equivale a 1 decadimento al secondo).

## Da cosa dipende l'Attività?

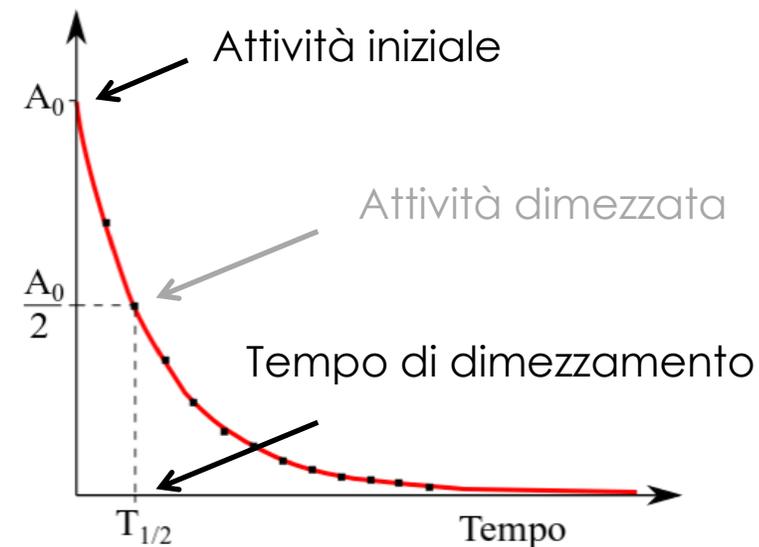
L'Attività dipende dal **numero di radionuclidi** contenuti nel campione e dal loro **tempo di vita medio**. Il tempo di vita medio è una **costante tipica di ciascun radionuclide** e viene espresso in termini di **tempo di dimezzamento**, che indica il tempo medio nel quale il numero di radionuclidi si dimezza.



## Come varia l'Attività nel tempo?

Il numero di radionuclidi diminuisce nel tempo per effetto del processo di decadimento.

Dunque, **l'Attività di un campione decresce nel tempo (esponenzialmente).**



L'Attività di un rifiuto, a valle di tutti i possibili stadi di processamento, è una quantità sulla quale **non si agisce artificialmente: segue l'evoluzione temporale ed i tempi di vita propri dei radionuclidi coinvolti.**

# Classificazione e destinazione dei rifiuti radioattivi

(Decreto Ministeriale 7 Agosto 2015)

I rifiuti radioattivi vengono suddivisi in categorie sulla base di parametri fisici:

- **Attività specifica** (attività per unità di massa in Bq/kg)
- **Tempo di dimezzamento**
- **Tipo di radiazione emessa** (particelle alfa, beta, gamma, neutroni...)

Categoria	Destinazione finale
Esenti	Rispetto disposizioni D. Lgs. N 152/2006 (disposizione dei rifiuti convenzionali)
A vita molto breve	Stoccaggio temporaneo e smaltimento secondo D. Lgs. N 152/2006.
Attività molto bassa	
Bassa Attività	Impianti di smaltimento superficiali o di piccola profondità ( <b>Deposito Nazionale</b> )
Media Attività	
Alta Attività	Impianto di immagazzinamento temporaneo (stoccaggio) del <b>Deposito Nazionale</b> in attesa di smaltimento in formazione geologica

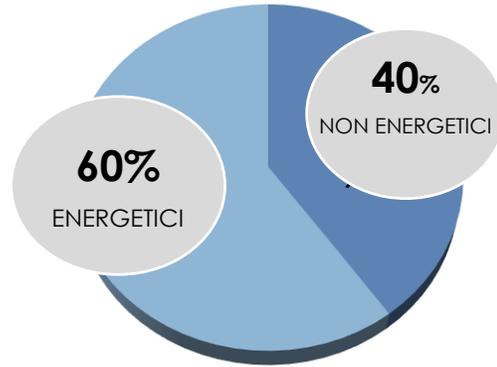
**La categoria determina la modalità di gestione e la destinazione finale (smaltimento) del rifiuto radioattivo.**



# Quanti e quali sono i rifiuti radioattivi italiani da gestire?

La gestione dei rifiuti radioattivi italiani deve considerare i **rifiuti pregressi** (prodotti negli anni passati) e quelli **futuri**, che si produrranno nei prossimi anni.

Circa il **60%** deriva dal **settore energetico**, derivanti dalle centrali elettronucleari italiane, e **40%** deriva da **settori non energetici** (medicina, ricerca, industria...)

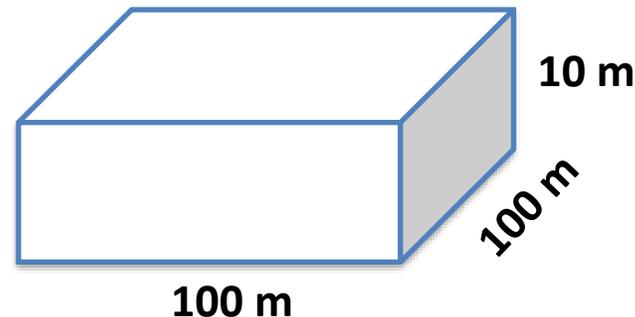


- Circa **78.000 m<sup>3</sup>** di rifiuti radioattivi a **Molto Bassa e Bassa Attività**
- Circa **17.000 m<sup>3</sup>** di rifiuti radioattivi a **Media e Alta Attività**

.....

**TOTALE circa 95.000 m<sup>3</sup>**  
di cui circa 30.000 m<sup>3</sup> pregressi e il  
restante da produrre nei prossimi anni

Rifiuti radioattivi conferiti al DN  
su un periodo di circa **100 anni**  
(50 passati + 50 futuri)



# Strategia generale di gestione dei rifiuti radioattivi

Impiego di barriere che **schermino le radiazioni ionizzanti** emesse, per un tempo sufficiente rispetto allo scopo stabilito (es: trasporto, stoccaggio temporaneo, smaltimento definitivo), riducendo il rischio a livelli di **piena sicurezza per essere umano e ambiente**.

**Il rischio** per l'essere umano associato alla presenza di materiale radioattivo **va oltre il concetto di Attività**.

**Ulteriori fattori** entrano in gioco quando le radiazioni emesse interagiscono con il corpo umano, fattori di natura **fisica** (tipo ed energia della radiazione) e **biologica** (sensibilità dei tessuti irradiati).

Questi fattori determinano il **possibile danneggiamento degli organi e/o tessuti esposti a radiazioni ionizzanti**.



# Come si misura 'l'effetto' della radioattività sull'essere umano? ...dalla Attività alla Dose Efficace

La quantità **Dose Efficace** è una grandezza che stima il **rischio associato all'esposizione ad un campo di radiazioni**.

Si misura in **Sievert (Sv)**.

Un **volo aereo** internazionale comporta una esposizione media di **qualche microSv all'ora**.



Il **fondo di radiazione naturale** è dovuto a radionuclidi naturali e raggi cosmici.

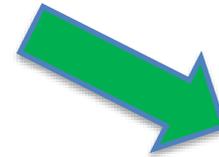
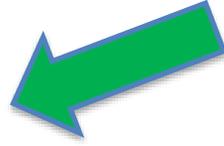
A causa di questo, il nostro corpo è **continuamente esposto** ad una **Dose Efficace di qualche millesimo di Sv (mSv) all'anno**, fortemente variabile a seconda del luogo in cui viviamo.

La Dose Efficace, al contrario dell'Attività, è una quantità sulla quale **possiamo agire, ricorrendo a barriere** (schermature). In questo modo, è possibile abbattere la dose derivante da un rifiuto radioattivo a livelli anche **inferiori** a quello del fondo ambientale.

# Strategia generale di gestione dei rifiuti radioattivi

## Per riassumere...

gestione della  
Attività



abbattimento della  
Dose Efficace

**Azioni**

- **Gestione e trasporto** in sicurezza
- **Localizzazione** di siti idonei
- **Immagazzinamento temporaneo (Stoccaggio)**
- **Sistemazione definitiva (Smaltimento)**

**Soluzioni specifiche in base al tipo di rifiuto!**



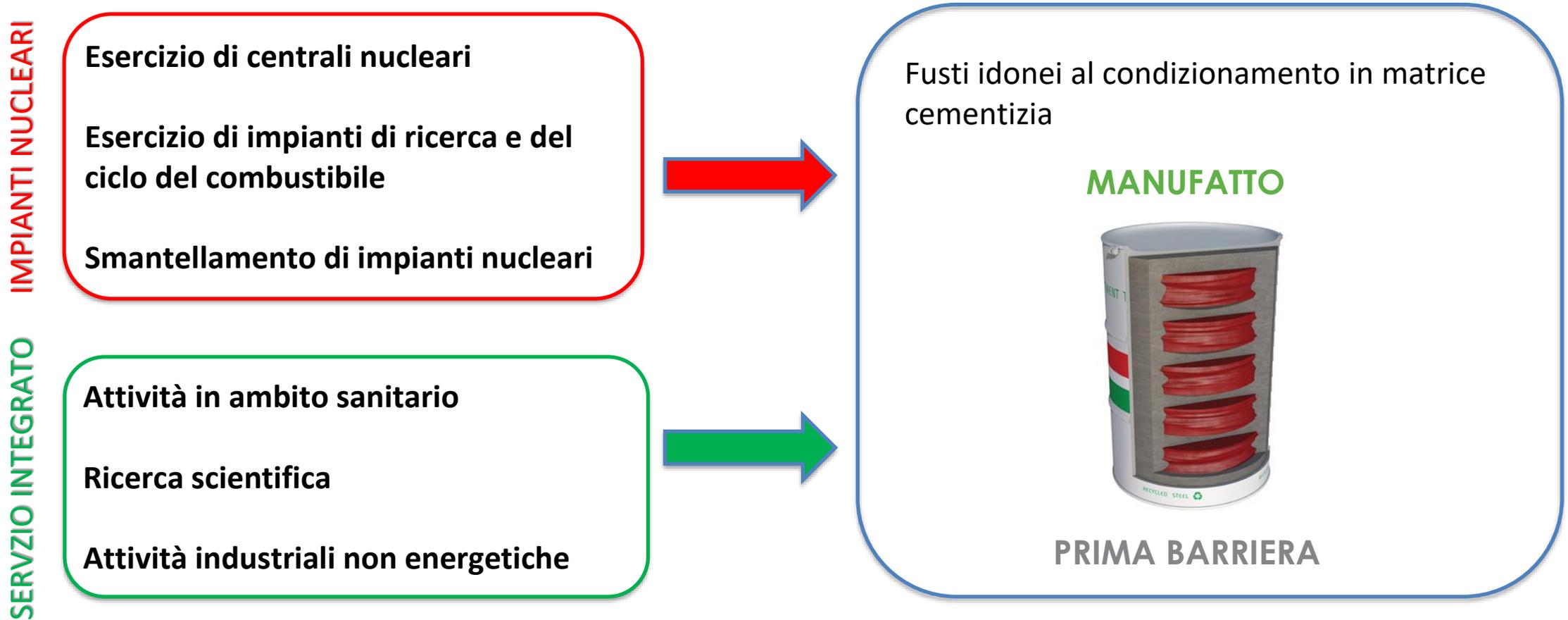
**Molto Bassa/Bassa**



**Media/Alta**



# Strategia di gestione rifiuti a Molto Bassa e Bassa Attivita': Trattamento, condizionamento e stoccaggio

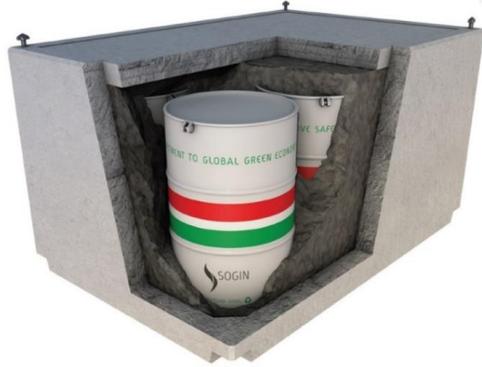


**Trasporto in sicurezza con rischio trascurabile**

# Strategia di gestione rifiuti a Molto Bassa e Bassa Attivita': sistema multibarriera per lo smaltimento

## MODULO

I manufatti vengono inseriti e cementati in moduli di calcestruzzo speciale (3m x 2m x 1,7m), progettati per resistere 350 anni



SECONDA BARRIERA

## CELLA

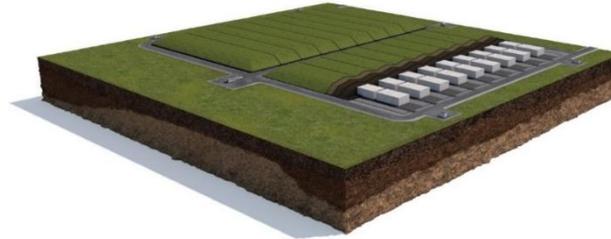
In ogni cella di cemento armato (27 m x 15,5 m x 10 m), progettata per resistere almeno 350 anni, vengono inseriti 240 moduli



TERZA BARRIERA

## COPERTURA MULTISTRATO

Una volta riempite, le celle (circa 90) vengono sigillate e ricoperte con più strati di materiale per prevenire le infiltrazioni d'acqua



QUARTA BARRIERA

50 anni

300 anni

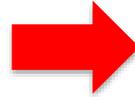
# Strategia di gestione rifiuti a Media e Alta Attività: stoccaggio temporaneo e smaltimento definitivo

IMPIANTI NUCLEARI

Esercizio di centrali nucleari

Esercizio di impianti di ricerca e del  
ciclo del combustibile

Smantellamento di impianti nucleari



Contenitori ad alta integrità (\*) e idonei sia per il trasporto,  
sia per la sistemazione definitiva in deposito geologico



(\*) Questi contenitori sono adottati internazionalmente  
a garanzia dei massimi standard di sicurezza

**Stoccaggio temporaneo e trasporto in sicurezza con rischio trascurabile  
e futuro smaltimento in deposito geologico**



# Il Deposito Nazionale e Parco Tecnologico

## Obiettivi:

1. **Smaltimento** rifiuti a Molto Bassa e Bassa Attività
2. **Stoccaggio** rifiuti a Media e Alta Attività
3. Realizzazione **Parco Tecnologico**



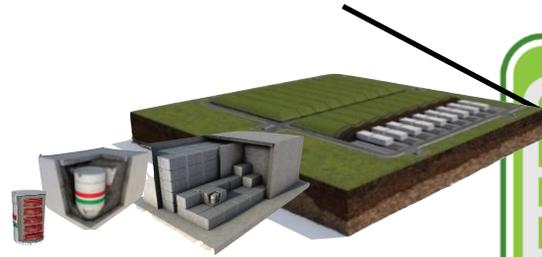
Progetto preliminare del  
Deposito Nazionale

# Planimetria funzionale del Deposito Nazionale

Settore di smaltimento molto bassa e  
bassa attività

DEPOSITO NAZIONALE  
(110 ha)

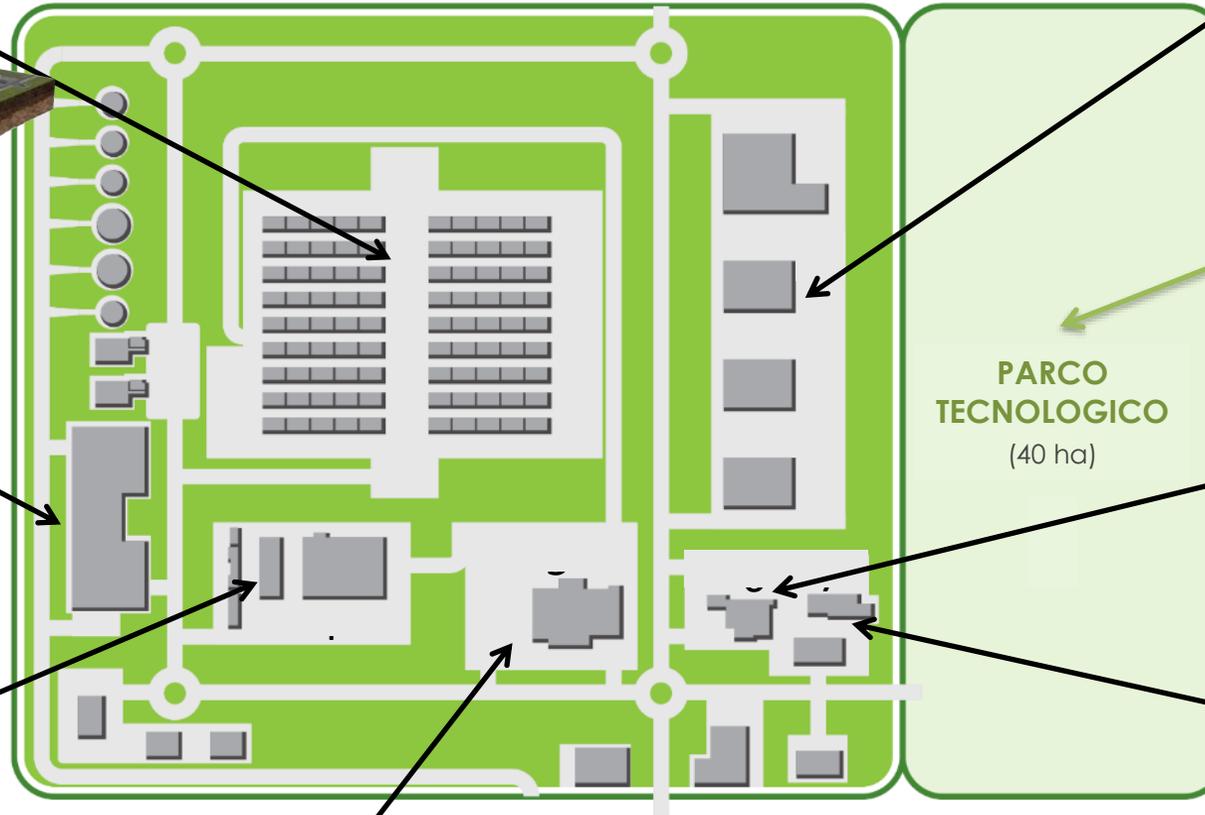
Edifici di stoccaggio media e alta attività  
(CASK e contenitori ad alta integrità)



Produzione Celle

Produzione Moduli

Confezionamento Moduli



Installazioni prive di  
vincoli radiologici

Tattamento rifiuti solidi

Controllo qualità e  
Analisi radiochimiche

Superficie complessiva: 150 ettari (ha) = 1.5 km<sup>2</sup>





**POLITECNICO**  
MILANO 1863

---

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE!**