



# Indagine conoscitiva in materia di energia prodotta mediante fusione nucleare

Audizione presso la 8<sup>a</sup> Commissione permanente del Senato della Repubblica

Francesca Ferrazza | Head Magnetic Fusion Initiatives

Roma, 9 Aprile 2024

# Contesto internazionale

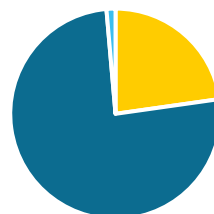
Ricerca, sviluppo e industrializzazione dell'energia da fusione è condotta in oltre 50 paesi



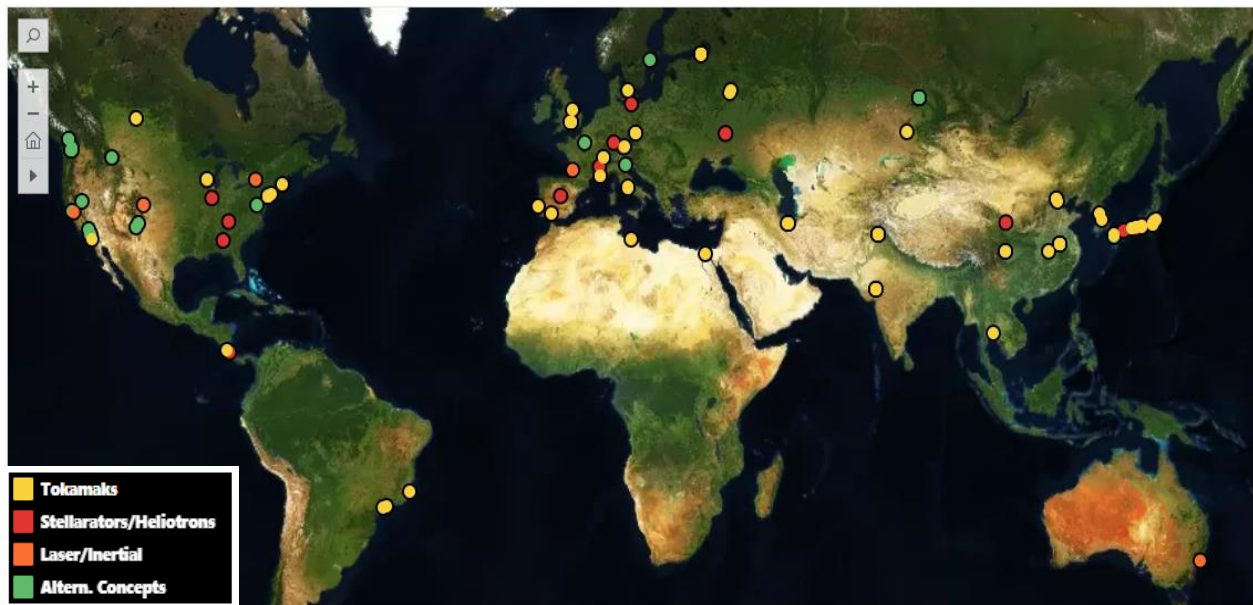
## MACCHINE A FUSIONE NEL MONDO

**>140**

macchine a fusione nel mondo



- Private
- Public
- Public-Private



## SETTORE PRIVATO

Recentemente, insieme allo sviluppo pubblico, si è assistito a un'importante crescita del settore privato.

Nuove startup sono state finanziate da venture corporate e fondi che portano sul mercato idee e concetti innovativi.

L'Associazione Industria della Fusione (FIA) riporta che l'industria della fusione:

**FUSION**  
INDUSTRY ASSOCIATION

presenta

**43**

aziende private attive nel settore  
di cui

**25**

prevedono che la 1ª centrale a fusione distribuirà energia alla rete prima del 2035

ha attratto

**oltre \$6 miliardi**

di investimenti  
di cui circa 3 negli ultimi 3 anni

include

**> 80**

membri affiliati

# Energia da Fusione: la tecnologia

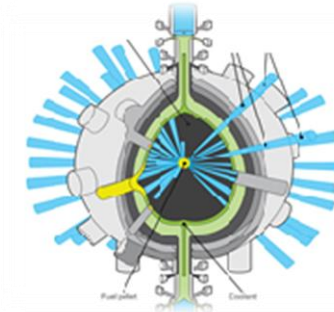
Diverse tecnologie per la Fusione



Confinamento  
Magnetico



Confinamento  
Magneto-inerziale



Confinamento  
Inerziale

*Confinamento al plasma  
mediante bobine magnetiche*



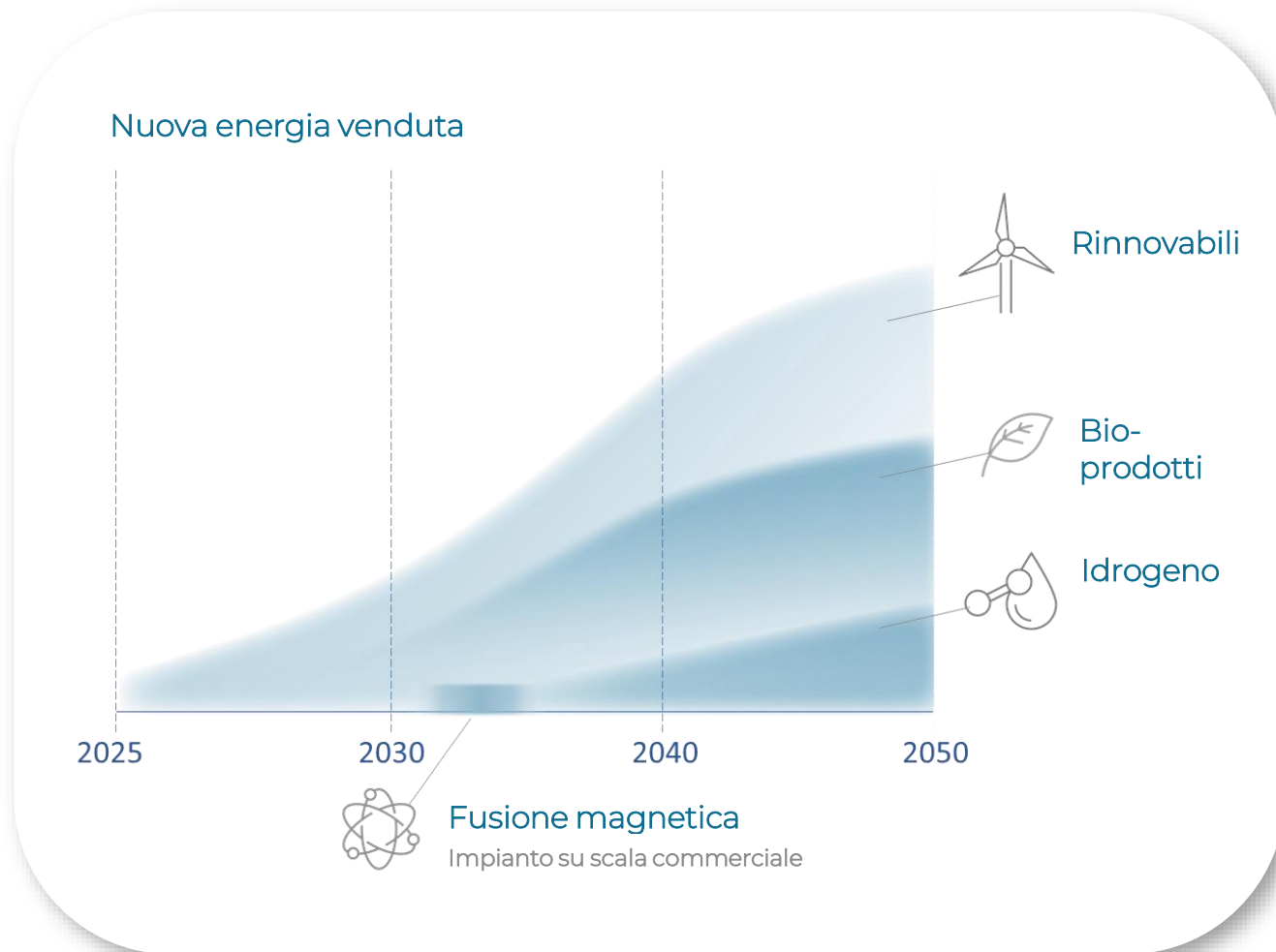
*Combinazione di confinamento  
magnetico e compressione*



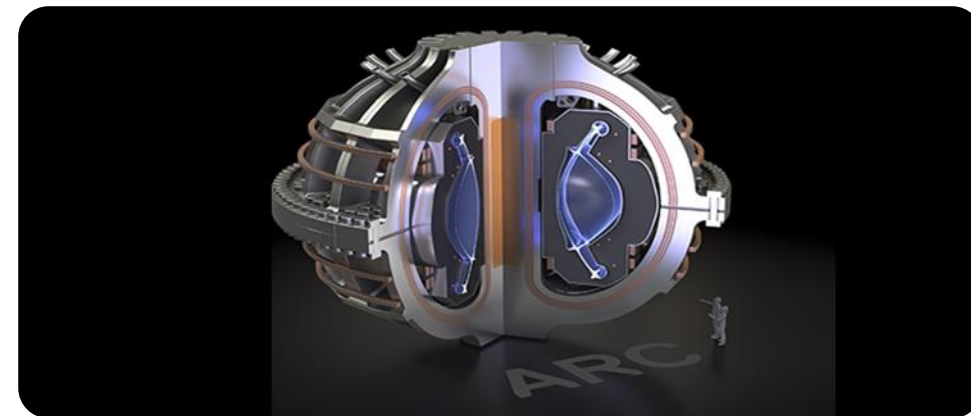
*Compressione molto rapida grazie  
all'utilizzo di laser/fasci  
ionici/proiettili ad alta potenza*



# L'energia da fusione nella strategia di Eni per la decarbonizzazione: verso le zero emissioni nette



SVILUPPO E INDUSTRIALIZZAZIONE  
DI UN IMPIANTO A FUSIONE  
COMPATTO



**UNA TECNOLOGIA *GAME-CHANGER*  
PER ENERGIA PIÙ PULITA, SICURA E  
AFFIDABILE**

# Energia Da Fusione: Lo Sviluppo In Eni



SVILUPPO  
TECNOLOGICO

SVILUPPO  
INDUSTRIALE

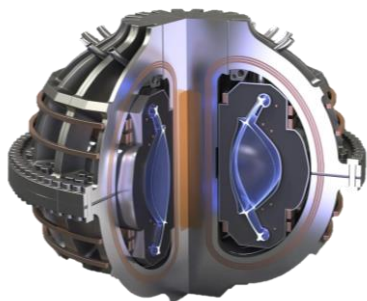
SVILUPPO  
COMMERCIALE

SVILUPPO DI ENERGIA DA FUSIONE:  
SICURA, SOSTENIBILE, VIRTUALLY ILLIMITATA

TRE PILASTRI PER LO SVILUPPO DELL'ENERGIA DA FUSIONE IN ENI

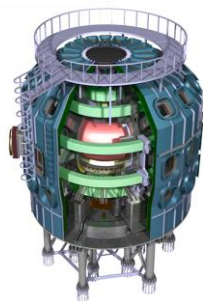
1

CFS & MIT



2

DTT



3

Collaborazioni con  
Centri di ricerca e  
università



## ROADMAP con CFS

### Collaborazione ENI - CFS

CAPITALE, INNOVAZIONE E  
COMPETENZE

INGEGNERISTICHE

supportando CFS come shareholder  
strategico e membro del CdA

### Metà anni 2020

IMPIANTO PILOTA CFS-SPARC  
generazione di energia netta dalla  
fusione

### Primi anni 2030

REALIZZAZIONE DI CFS-ARC  
primo impianto industriale a fusione



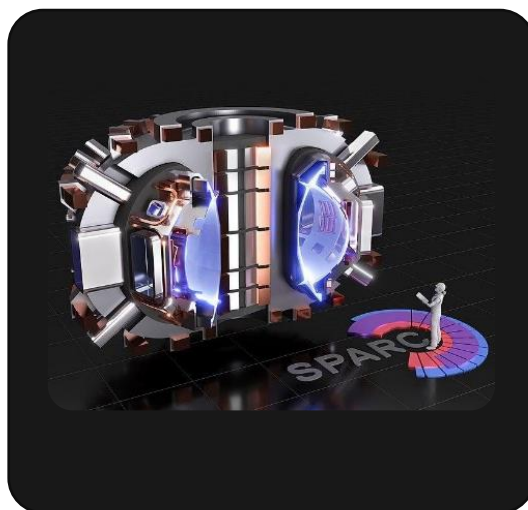
# Tre pilastri per lo sviluppo dell'energia da fusione in Eni



1

## CFS (Commonwealth Fusion Systems) & MIT

Da SPARC ad ARC: Roadmap verso l'applicazione industriale



Metà anni 2020



Primi anni 2030



### OBIETTIVI



- **REALIZZAZIONE DI SPARC:** impianto sperimentale per la dimostrazione di produzione netta di energia
- **REALIZZAZIONE DI ARC:** primo impianto a fornire energia elettrica alla rete

Eni e MIT hanno attivato i progetti LIFT: per la ricerca e lo sviluppo in modo da accelerare e ridurre i rischi della roadmap verso ARC



# Tre pilastri per lo sviluppo dell'energia da fusione in Eni



2

## DTT (Divertor Tokamak Test)



Eni è entrata a far parte con ENEA di DTT (Divertor Tokamak Test Facility) Scarl, contribuendo al progetto con le proprie capacità di approccio “project engineering” per lo sviluppo di un impianto a fusione



# Tre pilastri per lo sviluppo dell'energia da fusione in Eni (3/3)



CENTRO RICERCHE  
ENI - CNR  
Ettore Majorana

## 3 COLLABORAZIONE CON CENTRI DI RICERCA E UNIVERSITÀ

Attività e collaborazioni con diversi centri di ricerca specifici per la fusione

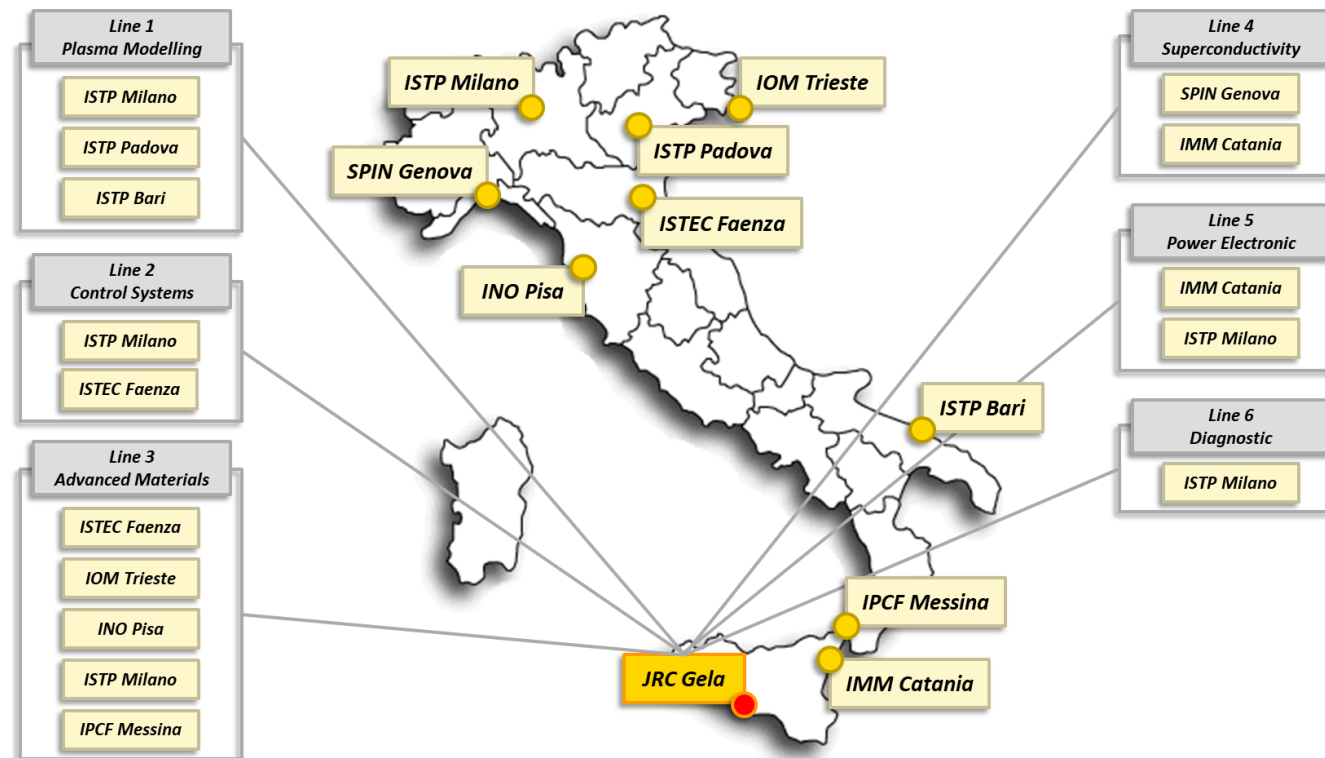
### OBIETTIVO



- **SVILUPPO DI COMPETENZE** sull'energia da fusione

### Centro di ricerca congiunto Eni-CNR obiettivi:

- Ricerca di base
- Modellazione avanzata
- Sviluppo delle competenze locali attraverso l'attivazione di borse e dottorati di ricerca



ISTP = Istituto per la Scienza e Tecnologia dei Plasmi  
IMM = Istituto per la microelettronica e microsistemi  
SPIN = Istituto superconduttori, materiali innovativi e dispositivi

ISTEFA = Istituto di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici  
IOM = Istituto Officina dei Materiali  
INO = Istituto Nazionale di Ottica



# Le competenze italiane in ambito Fusione



La supply chain italiana è tra i leader nel mercato della fusione a livello globale

La catena di fornitura italiana è tra le maggiori assegnatarie di commesse (~2 Mld €) del Progetto ITER



I centri di ricerca e le università italiane sono tra i più avanzati ed esperti sull'ambito tecnologico della fusione



**I campioni italiani insieme alle cooperazioni internazionali e ad un contesto stabile e prevedibile potrebbero favorire un'industrializzazione accelerata della tecnologia anche nel nostro Paese**

# Ultimi sviluppi internazionali

Molti Paesi hanno già emesso la propria strategia nazionale in ambito fusione, avviato un percorso normativo – regolatorio, programmato finanziamenti e stimolato un avanzamento delle cooperazioni internazionali



A legend box on the right side of the slide, enclosed in a rounded rectangle, defining the icons used in the callout boxes:

- Strategia su Fusione Emessa:** Represented by a green icon of a factory with a flag.
- Percorso Normativo e regolamentazione dedicata:** Represented by a yellow icon of a document with a checkmark.
- Percorso Normativo annunciato o in corso:** Represented by a grey icon of a document with a checkmark.
- Finanziamenti Annunciati o Elargiti:** Represented by a blue icon of a hand holding a bar chart.



**Grazie**

---



Back-up

# Energia da Fusione: l'Energia che tiene accese le stelle



La reazione di fusione

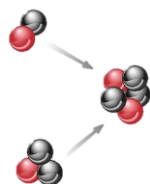


Atomi leggeri, come gli isotopi dell'idrogeno (**deuterio** e **trizio**), si combinano per creare un elemento (**l'elio**) più leggero della somma dei due atomi iniziali, una reazione che libera **un'enorme quantità di energia**, secondo la famosa equazione di Einstein ( $E=mc^2$ ).

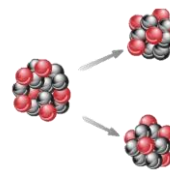
**La fusione può generare 4 milioni di volte più energia** per chilogrammo di combustibile rispetto alla combustione del carbone\*

## Fusione vs Fissione

Nella **fusione**, **atomi leggeri** (isotopi dell'idrogeno) si **combinano tra loro** generando una grande quantità di energia



Nella **fissione**, i singoli nuclei di **atomi pesanti** (Uranio) si **dividono** producendo energia





# Energia da Fusione: l'Energia che tiene accese le stelle



Le caratteristiche del processo



## Più Sostenibile

L'energia da fusione è:

- **Energia priva di emissioni GHG** e
- Non ha **produzione di rifiuti** altamente **radioattivi**



## Sicuro

Grazie alla controllabilità della reazione:

- **Nessuna possibilità** fisica di un evento di "meltdown" o di una **reazione nucleare fuori controllo**
- Se c'è un problema, il plasma semplicemente si spegne



## Virtualmente Illimitato

Abbondanza di combustibile:

- Il **deuterio** può essere prodotto **dall'acqua di mare**
- Il **trizio** può essere prodotto **tramite una reazione fisica con il litio** direttamente in impianto.



## Efficiente

Produzione di un'energia:

- Ad **alta densità energetica**
- **Non-intermittente** ed indipendente da geografie e condizioni meteo-climatiche
- Dispacciabile sfruttando le **infrastrutture esistenti**