

## **La giornata al Centro Ricerche ENEA del Brasimone**

Mercoledì 4 Giugno u.s. ha avuto luogo la suggestiva visita tecnica presso il centro ENEA sito sul lago del Brasimone (noto anche col nome di bacino delle Scalere), lago artificiale dell'Appennino bolognese lungo il torrente Brasimone, nel territorio comunale di Camugnano e inserito all'interno dell'incantevole Parco Regionale dei laghi Suviana e Brasimone.



Ci accoglie l'ing. **Alessandro Bellomo**, responsabile del progetto CIRCE presso il Centro Ricerche. Dinnanzi al plastico, riprodotto in scala l'ampia area di palazzine e uffici, ci illustra l'attività svolta dall'ENEA e il ruolo della società finanziatrice Newcleo, startup fondata nel 2021 dall'italiano Stefano Buono, per la ricerca e lo sviluppo di piccoli reattori nucleari di ultima generazione, puliti ed efficienti, che potranno essere installati dalle imprese per soddisfare il proprio fabbisogno di calore ed elettricità.

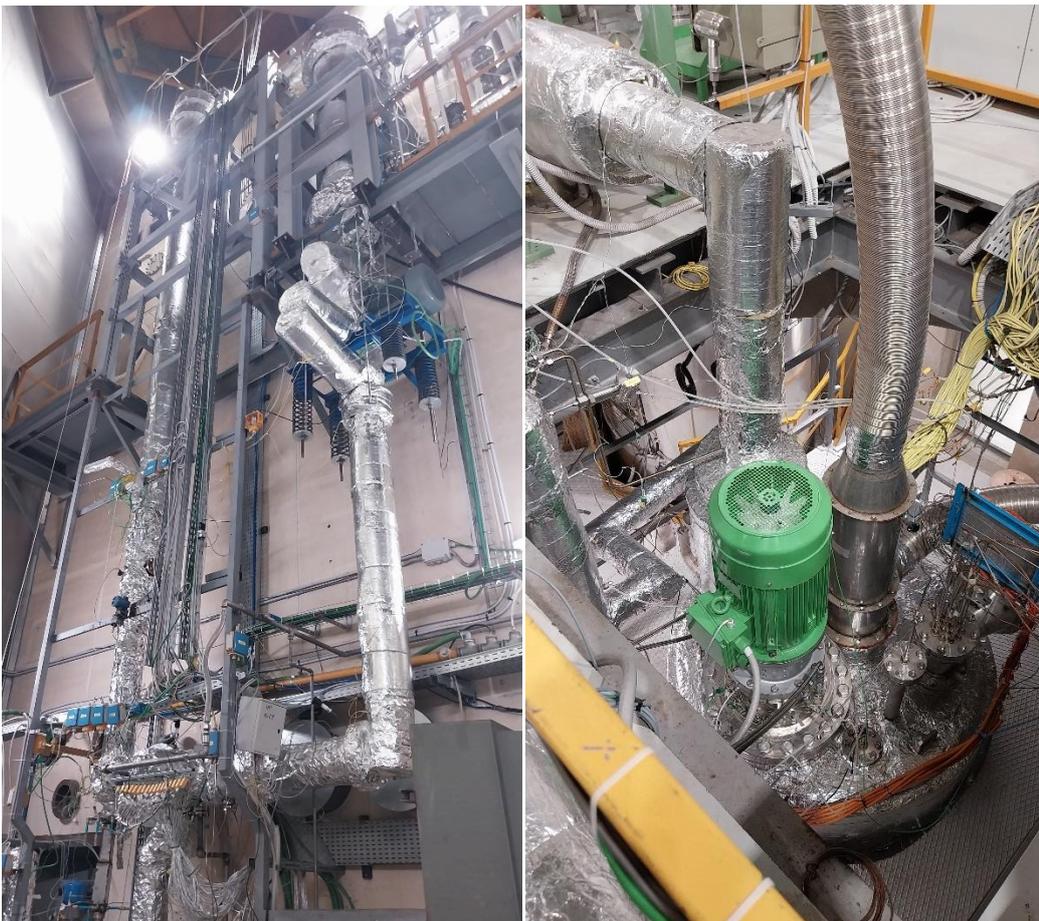
Il Centro del Brasimone è infatti uno dei maggiori centri di ricerca a livello nazionale e internazionale dedicato allo studio e allo sviluppo delle tecnologie nei settori della fissione di quarta generazione e fusione nucleare a confinamento magnetico.

Accompagnati nella “camera calda” si è potuto visionare l’impianto sperimentale, posizionato laddove era stato previsto negli anni 70/80 il reattore nucleare veloce di ricerca refrigerato a Sodio liquido PEC (Prova Elementi di Combustibile). La cupola, dunque, che appare da lontano è la parte sommitale della struttura di contenimento del citato PEC che non è mai arrivato al completamento. Infatti, dopo Chernobyl e il referendum sul nucleare del 1987 il centro ENEA dovette abbandonare il programma nucleare e riconvertire le proprie risorse umane e strutturali orientandosi verso la ricerca sulla tecnologia della fusione. All’interno della struttura di contenimento, oltre le massicce porte di cemento armato che avrebbero dovuto proteggere l’ambiente esterno dalle eventuali radiazioni del PEC, è stato costruito un simulatore elettrico di reattore nucleare a fissione di quarta generazione. Si chiama CIRCE (CirColazione Eutettica) ed è un impianto sperimentale progettato e realizzato per supportare lo sviluppo della tecnologia dei metalli liquidi pesanti per gli impianti nucleari a fissione; replica, pertanto in scala, il sistema di raffreddamento più avanzato e all’avanguardia per questa generazione di reattori, quello al piombo fuso. Una tecnologia chiamata LFR (Lead-cooled Fast Reactors) progettata in collaborazione con Newcleo. A differenza dei reattori tradizionali raffreddati ad acqua, le barre di combustibile sono immerse nel piombo fuso, che ha una temperatura di ebollizione molto elevata (oltre 1700°). In questo modo si elimina il rischio di evaporazione e quindi di incidenti dovuti alla cosiddetta “fusione del nocciolo”, che si verifica quando il calore all’interno del reattore supera quello rimosso dai sistemi di refrigerazione e le barre di combustibile si fondono, con il rischio di rilascio di radioattività nell’ambiente.

Utilizzando come suddetto quale fluido di lavoro la lega eutettica piombo-bismuto, sono state condotte sull’impianto diverse campagne sperimentali, sia in ambito europeo che nazionale, investigando il comportamento termo-fluidodinamico di sistemi nucleari a piscina refrigerati a metallo liquido pesante. Tali attività hanno permesso di sostenere le attività di ricerca e sviluppo in

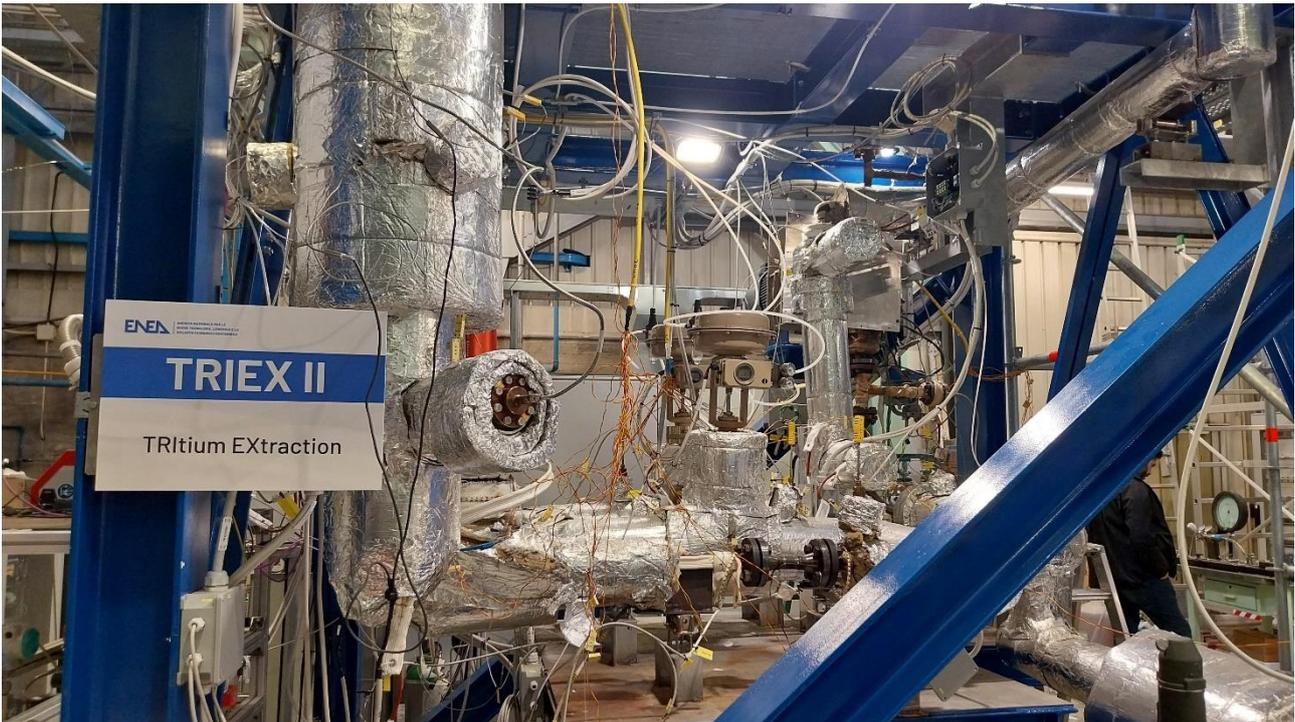
ambito LFR. Il serbatoio di prova, nel quale viene alloggiata la sezione di prova presenta le seguenti caratteristiche: - diametro esterno: 1200 mm - temperatura di progetto: 500 °C - pressione di progetto (gas): 450 kPa - inventario di lega eutettica: 90000 kg.

Nell'attuale configurazione, denominata ICE (Integral Circulation Experiment) è installata una sorgente termica della potenza di 1 MW, ed uno scambiatore di calore prototipico proposto come sistema di rimozione del calore di decadimento di un sistema LFR. Gli esperimenti condotti hanno permesso di dimostrare la fattibilità tecnologica del sistema primario di reattore LFR in scala 1 MW, analizzandone il comportamento termo-fluidodinamico, e qualificando i sistemi ausiliari, quali il sistema di condizionamento del tenore di ossigeno disciolto nella lega.



La visita prosegue nei locali dell'edificio ESPRESSO dove il responsabile **ing. Ciro Alberghi** ci illustra le tecnologie per l'estrazione del trizio messe a punto dal Centro Ricerche.

## Impianto TRIEX-II



Il trizio ( $^3\text{H}$  o anche T) è il terzo isotopo dell'elemento idrogeno, dopo il prozio (H) e il deuterio ( $^2\text{H}$  o anche D). Questo isotopo ha il nucleo formato da un protone e due neutroni e non è stabile, essendo soggetto al decadimento beta. In quanto tale, costituisce il primo isotopo radioattivo di un elemento chimico, oltre che il primo dell'idrogeno stesso. Sulla Terra il trizio è estremamente raro; tuttavia, nell'atmosfera è presente in tracce in quanto si forma continuamente, perlopiù per interazione dei raggi cosmici con i gas presenti in alta atmosfera, principalmente azoto, ma è anche prodotto da molteplici processi che coinvolgono l'energia nucleare, sia civili che militari.

Il trizio è un combustibile cruciale per la fusione nucleare e la sua produzione in loco è fondamentale per la sostenibilità del processo secondo la reazione:



Viene prodotto in alcuni reattori nucleari a fissione che utilizzano il deuterio dell'acqua pesante usata come moderatore secondo la reazione:

$D + \text{neutrone} \rightarrow T + \gamma$  (raggi gamma)

oppure tramite altre reazioni nucleari tra cui:

${}^6\text{Li} + \text{neutrone} \rightarrow T + {}^4\text{He} + \gamma$  (raggi gamma)

I neutroni vengono dunque utilizzati per produrre il trizio attraverso reazioni di cattura neutronica del litio, facendo scorrere dietro le pareti del plasma del litio o una lega litio-piombo in cui il piombo schermo verso l'esterno e contribuisce a moltiplicare i neutroni veloci, aumentando il tasso di conversione del litio in trizio.

Triex-II nasce per caratterizzare le tecnologie di estrazione del trizio più promettenti come il contattore di gas liquido che verrà utilizzato nel progetto ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor, inteso anche nel significato originale latino di "percorso" o "cammino") per rimuovere il trizio dall'allevatore utilizzato nel modulo al litio-piombo raffreddato ad acqua. L'impianto dimostrerà la validità dello sviluppo di strumentazioni in grado di rilevare la concentrazione di isotopi di idrogeno nella lega di piombo a flusso ad alta temperatura, con effetti sinergici di corrosione e chimica del refrigerante, con una precisione di poche ppm.

### **Impianto HYDREX**

HYDREX (HYDRogen EXtraction) è un impianto che utilizza elio come gas di processo e idrogeno per simulare il trizio. L'impianto è stato progettato per la qualificazione dei processi di estrazione del trizio dal refrigerante, in condizioni rilevanti per i reattori a fusione e i reattori a fissione VHTR (Very High Temperature Reactors) e GFR (Gas cooled Fast Reactors).

Inoltre, nel reattore ITER è previsto l'uso di leghe metalliche per trasformare l'acqua tritiata in gas tritiato; questa operazione è necessaria prima di inviare la miscela di gas all'impianto per la separazione finale del trizio.

### **Impianto IELLLO**

L'impianto IELLLO (Integrated European Lead Lithium LOop) è progettato per eseguire attività sperimentali su mock-up (fino alla

scala 1:1) del TBM (Test Blanket Module) del reattore ITER, in configurazione HCLL (Helium-Cooled Lithium-Lead). Mediante l'utilizzo di IELLLO è possibile eseguire prove di componenti di un impianto litio-piombo, circuiti ausiliari, mock-up di TBM-HCLL o simulare il comportamento del TBM-HCLL in caso di LOCA (Loss of Coolant Accident).



La visita si conclude con il pranzo presso una trattoria locale sul lago e in ultimo con un breve tour guidati sempre dall'ing. Bellomo all'interno dei laboratori della Newcleo.

***Un ringraziamento particolare agli ing.ri Bellomo e Alberghi, alla SACA Bus e a tutti i partecipanti per la piacevole e interessante giornata.***