

# Unige OpenLab: Invito a conoscere le infrastrutture di ricerca del territorio



UNIVERSITÀ DEGLI  
STUDI DI GENOVA

Infrastruttura di ricerca ShIL

**Energy and fuel cell domain**

Partners:

**UniGe** | DITEN  
DIBRIS  
DIME



Supportato da:



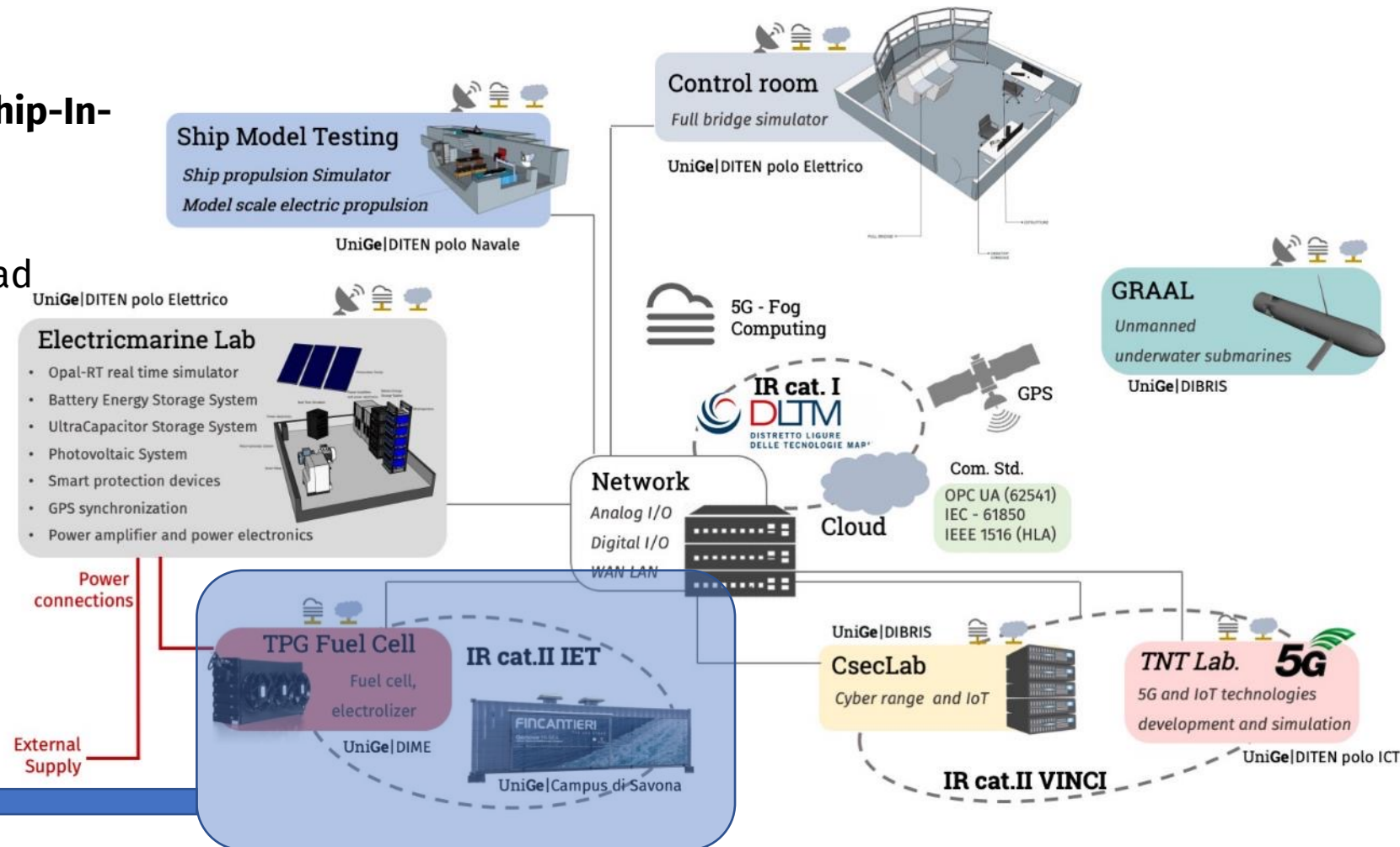
REGIONE  
LIGURIA

<https://shil.diten.unige.it>

## Introduzione

Il dominio “**Energia, idrogeno e celle a combustibile**” dell’infrastruttura **ShIL (Ship-In-the-Loop)** consta di tre distinte unità:

- (i) Sistema ad accumulo energetico ad idrogeno (locale)
- (ii) Laboratorio di idrogeno e celle a combustibile (connesso)
- (iii) Laboratorio di sistemi energetici innovativi (connesso)



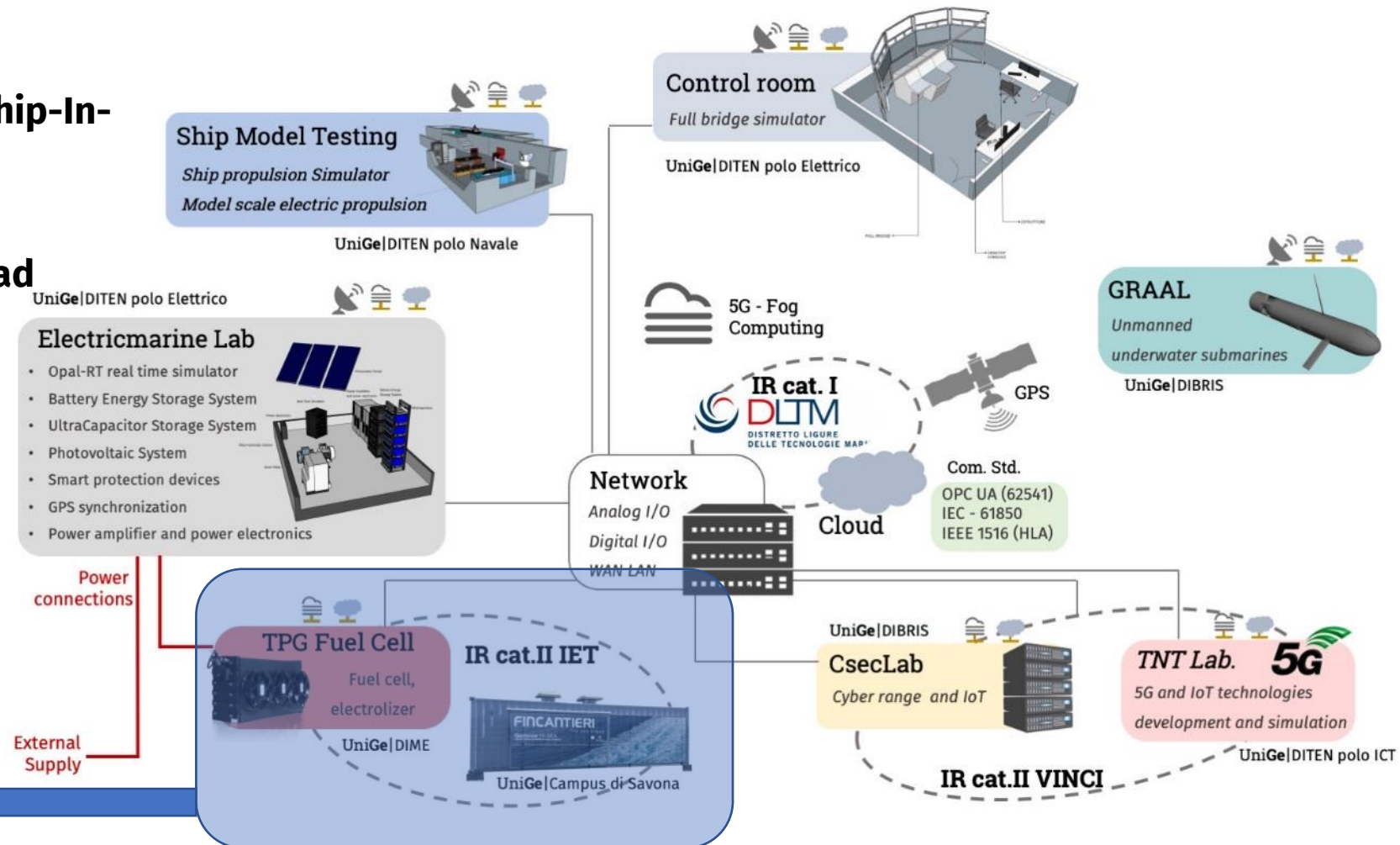
## Introduzione

Il dominio “**Energia, idrogeno e celle a combustibile**” dell’infrastruttura **ShIL (Ship-In-the-Loop)** consta di tre distinte unità:

(i) **Sistema ad accumulo energetico ad idrogeno (locale)**

(ii) Laboratorio di idrogeno e celle a combustibile (connesso)

(iii) Laboratorio di sistemi energetici innovativi (connesso)



# Sistema ad accumulo energetico ad idrogeno



## Introduzione

L'accumulo energetico mediante idrogeno consente di stoccare energia rinnovabile a lungo termine, senza l'utilizzo di materiale rari o potenzialmente dannosi per l'ambiente.

In futuro, esso consentirà di interconnettere la mobilità sostenibile (es. trasporto navale) con la rete elettrica.

Svantaggio: efficienza complessiva di ciclo difficilmente superiore al 50%

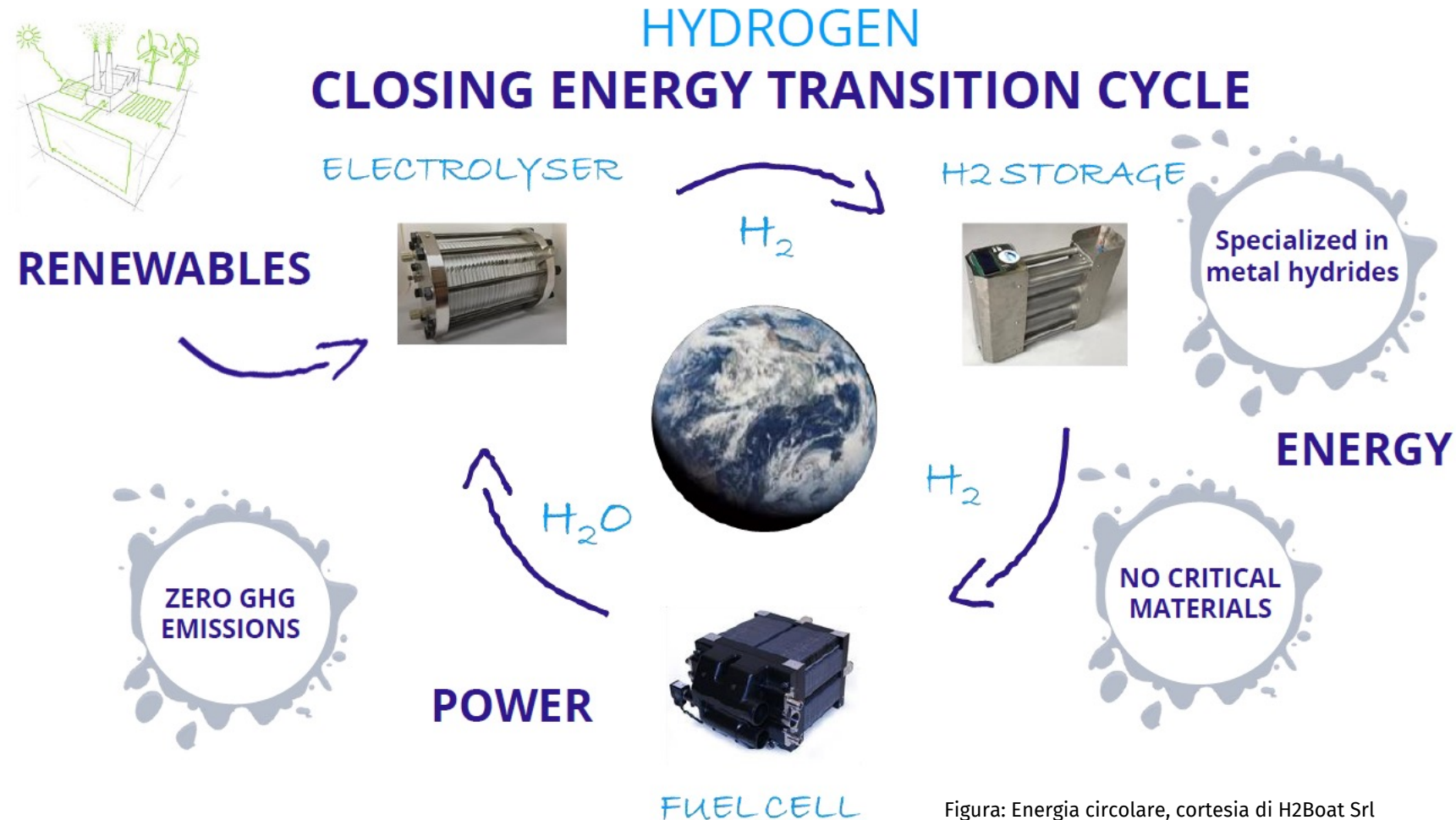


Figura: Energia circolare, cortesia di H2Boat Srl



# Sistema ad accumulo energetico ad idrogeno

## Introduzione



UNIVERSITÀ DEGLI  
STUDI DI GENOVA

Il sistema di accumulo ad idrogeno di ShIL integra:

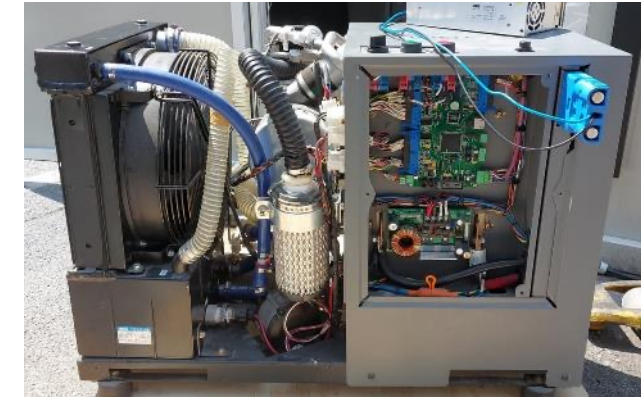
1. Elettrolizzatore da 400 NI/h
2. Cella PEMFC da 5kWe
3. Bombole ad idruri da 9000 NI

Il sistema scambia potenza con il bus elettrico DC di Infrastruttura ShIL (300V) secondo le curve di carico definite dal simulatore di plancia

E' quindi possibile effettuare simulazioni hardware-in-the-loop valutando dal vero (ed a consuntivo) l'impatto del profilo di missione navale sul sistema di accumulo energetico.



1. Elettrolizzatore



2. Cella PEMFC

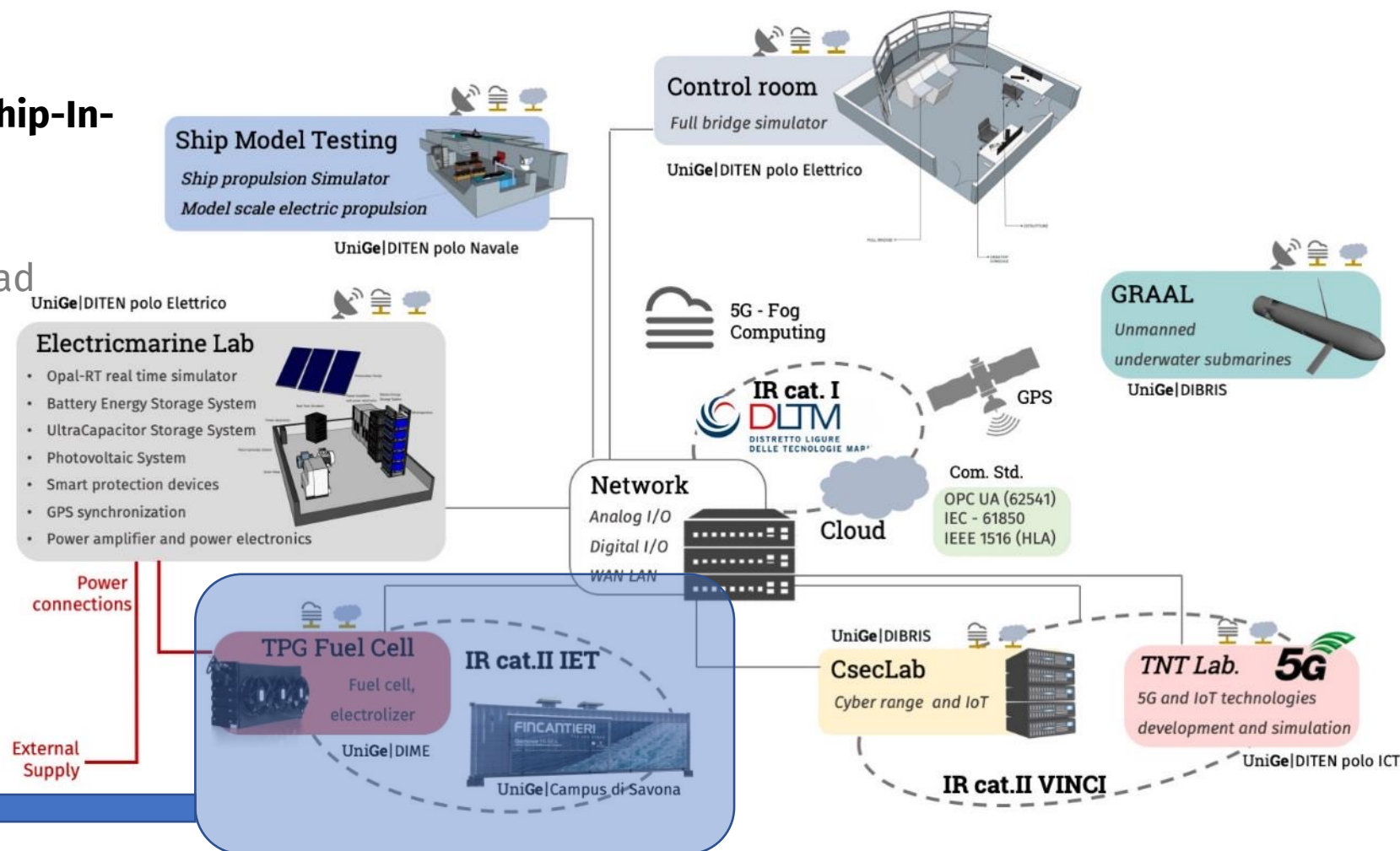


3. Bombole ad idruri

## Introduzione

Il dominio “**Energia, idrogeno e celle a combustibile**” dell’infrastruttura **ShIL (Ship-In-the-Loop)** consta di tre distinte unità:

- (i) Sistema ad accumulo energetico ad idrogeno (locale)
- (ii) **Laboratorio di idrogeno e celle a combustibile (connesso)**
- (iii) Laboratorio di sistemi energetici innovativi (connesso)





## Caratteristiche

- **Luogo:** IES Lab Savona Campus, in collaborazione con Fincantieri (iniziativa HI-SEA)
- **Capacità:** **240 kW** potenza elettrica DC con alimentazione ad **idrogeno**
- Progettato per lo studio di configurazioni impiantistiche per **applicazione a bordo nave**
- **Ridondanza:** 2 line da 4 stack di celle a combustibile (30 kW Orion Nuvera)
- **Sperimentazione:** funzionamento secondo tipici **profili di missione navale**



La propulsione mediante celle a combustibile (FC) alimentate ad idrogeno immagazzinato in bombole ad idruri metallici (MH) consente di:

- Soddisfare il carico elettrico dell'imbarcazione con zero emission di CO<sub>2</sub>
- Recuperare il calore della cella FC attivando gli idruri MH
- Incrementare l'efficienza di Sistema e l'autonomia energetica

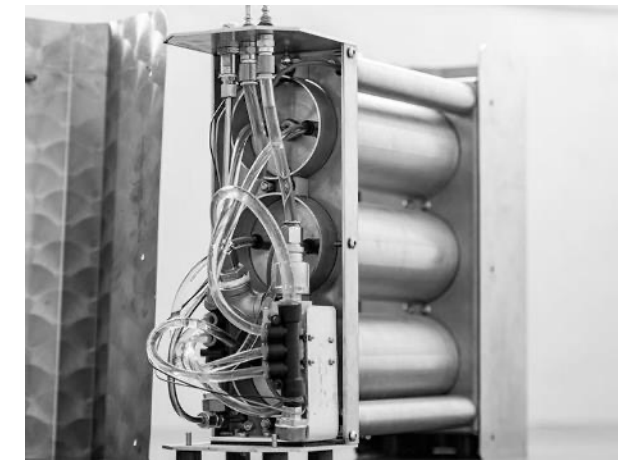
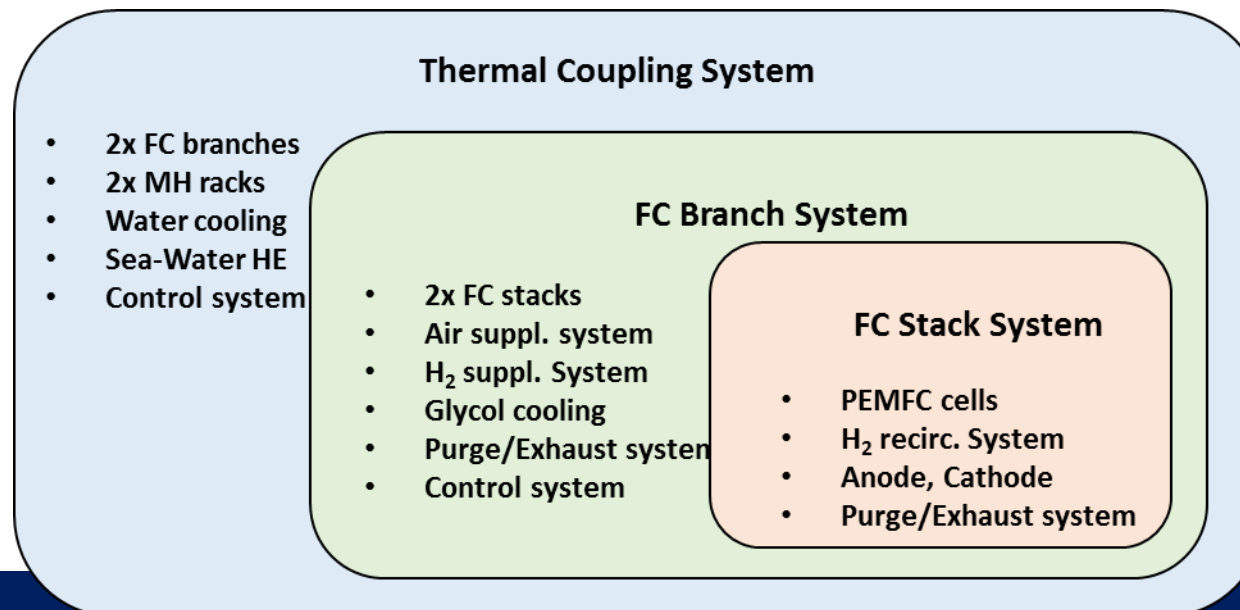
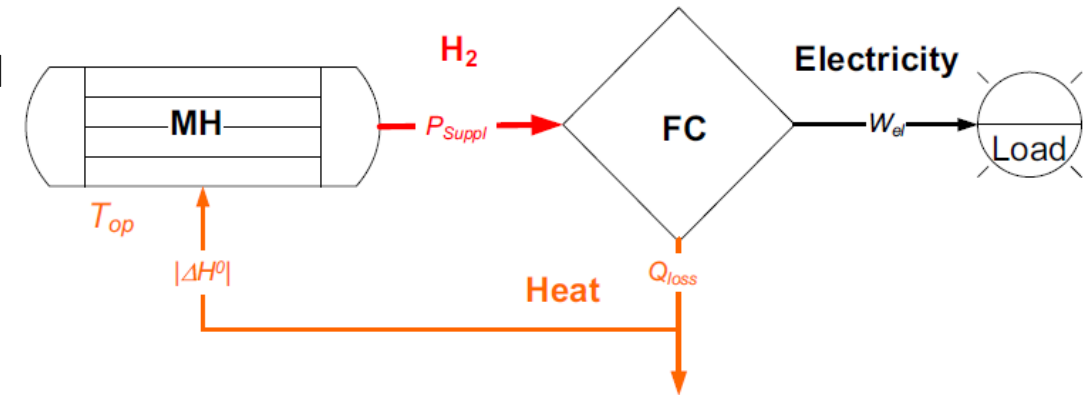


Figura: MH, cortesia di H2Boat Srl

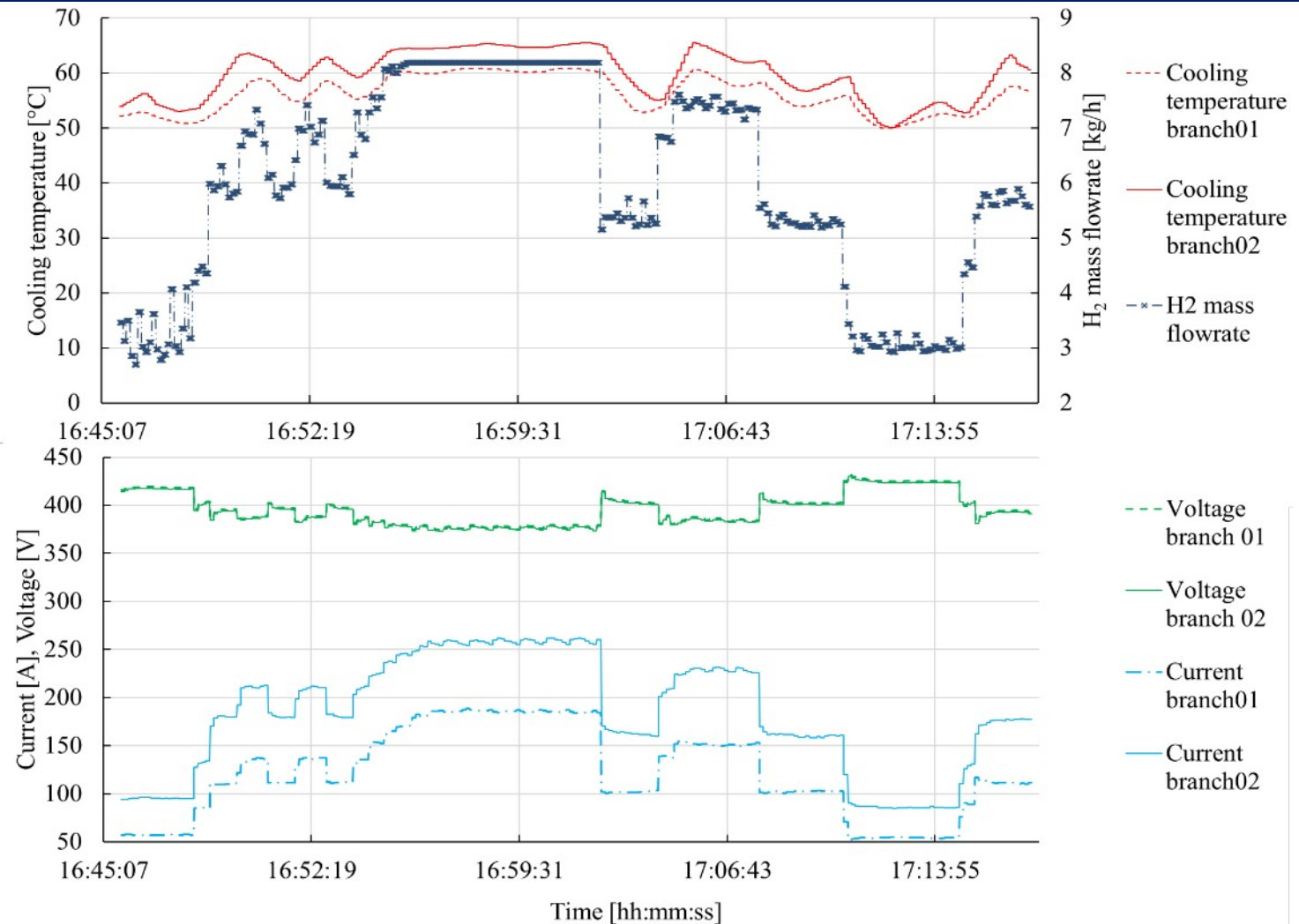




## Profili di funzionamento in navigazione

Il laboratorio permette di condurre esperimenti simulando il profilo di carico elettrico durante la navigazione di imbarcazioni reali o virtuali (Infrastruttura ShIL), consentendo di verificare “dal vero”:

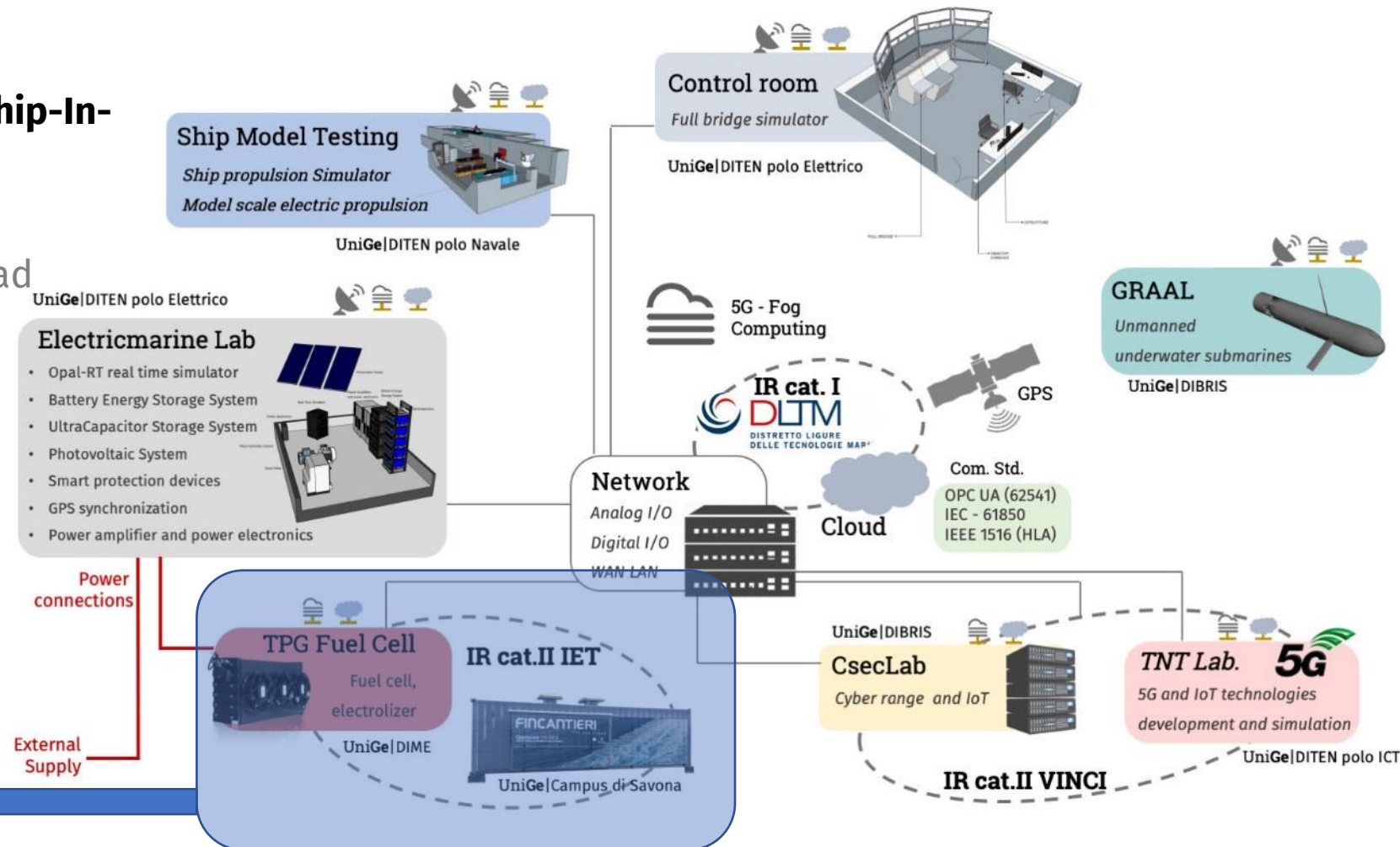
- Le potenze generate dai singoli stack di celle a combustibile
- La gestione termica del sistema
- La fattibilità delle rampe di potenza richieste



## Introduzione

Il dominio “**Energia, idrogeno e celle a combustibile**” dell’infrastruttura **ShIL (Ship-In-the-Loop)** consta di tre distinte unità:

- (i) Sistema ad accumulo energetico ad idrogeno (locale)
- (ii) Laboratorio di idrogeno e celle a combustibile (connesso)
- (iii) **Laboratorio di sistemi energetici innovativi (connesso)**



Luogo: IES Lab presso Tirreno Power, Savona.

Il laboratorio consente la sperimentazione in modalità cyberphysical (ovvero connesso al simulatore dell'Infrastruttura ShIL) di cicli combinati turbina a gas / turbina a vapore innovativi, che possono comprendere:

- Sistemi di accumulo energetico termico
- Alimentazione di combustibili non convenzionali (es. Biometano, Idrogeno)
- Sistemi di controllo innovativi (es. MPC)

Il laboratorio consente di verificare la fattibilità delle richieste energetiche derivanti dalle utenze, quali la propulsione ed il carico hotel di navi da crociera.



Pompa di calore a fluido naturale

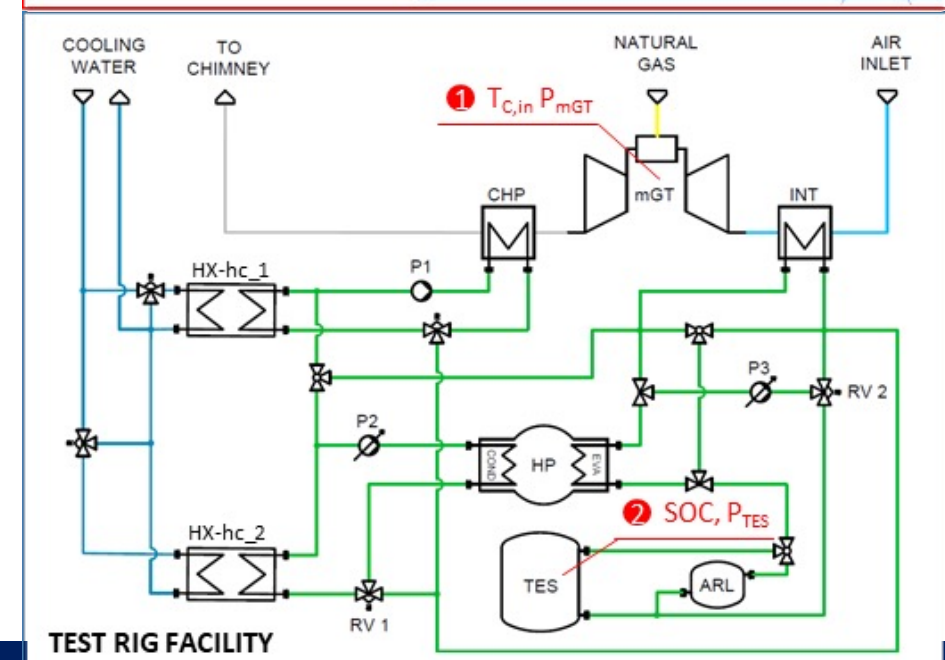
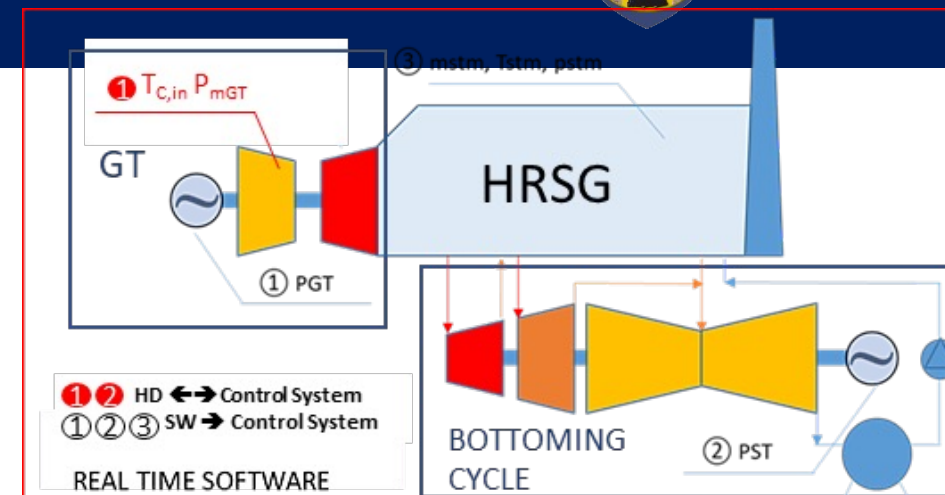
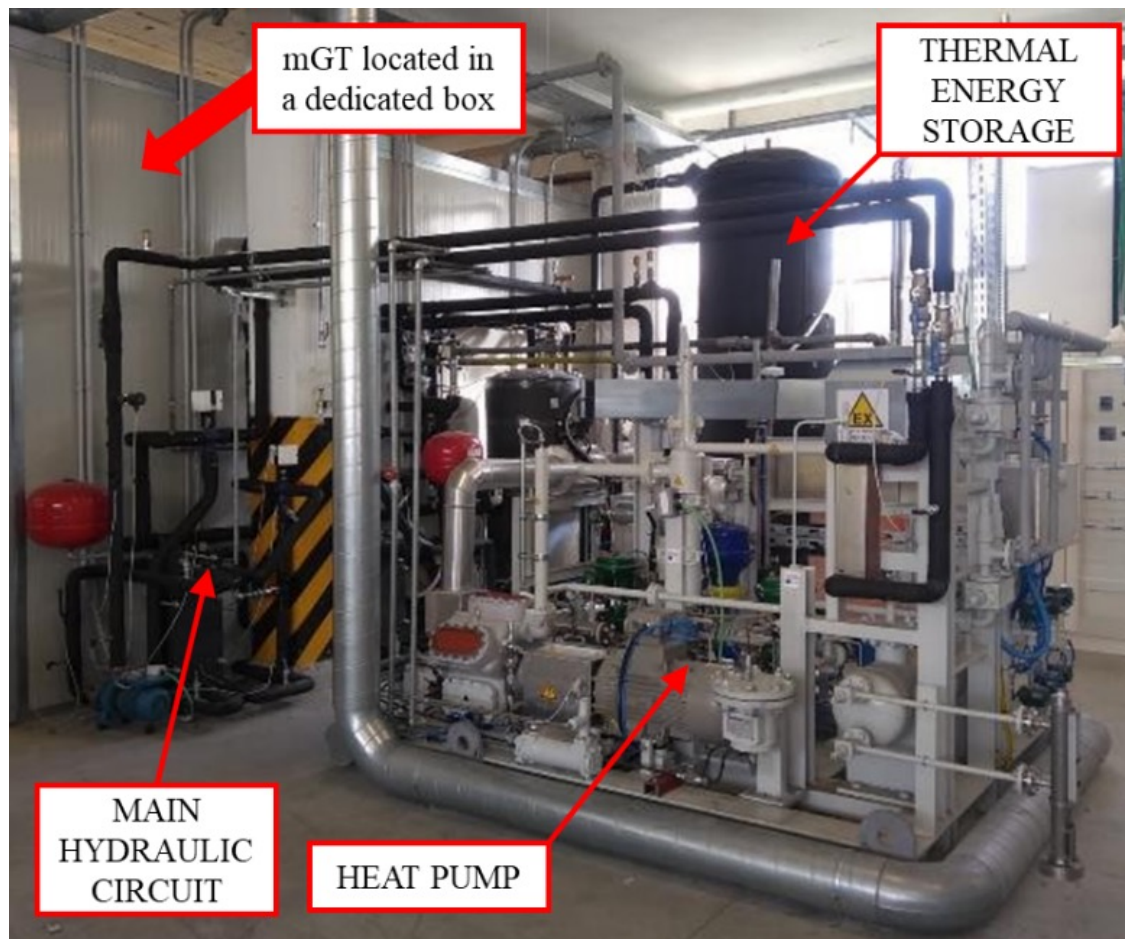


Microturbina a gas con inlet conditioning



Accumulo termico a cambiamento di fase

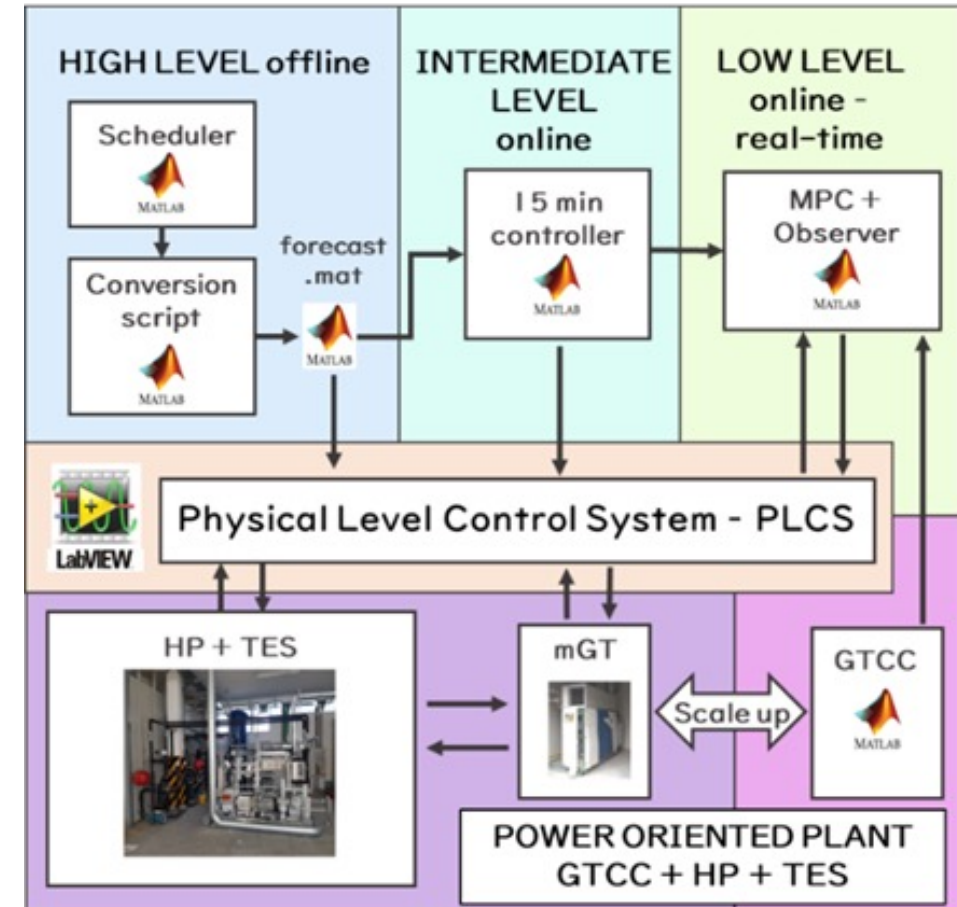




## Sistema di controllo

Il Sistema di controllo prevede tre livelli gerarchici al fine dell'ottimizzazione dell'efficienza energetica e la gestione dell'accumulo energetico (ghiaccio fondente):

- High Level: viene eseguito off-line in previsione del profile di carico richiesto
- Intermediate Level: viene eseguito in real-time e garantisce la produzione energetica programmata con verifica periodica ogni 15 minuti
- Low Level: viene eseguito real-time e garantisce l'inseguimento istantaneo del carico mediante logica predittiva





- ❖ La piattaforma ShIL integra software & hardware inerente la **generazione ed accumulo di energia a basse o nulle emissioni di CO2**
- ❖ Il simulatore di plancia ShIL può interagire in tempo reale con un **sistema di accumulo energetico ad idrogeno** locale, che verifica la fattibilità delle richieste derivanti dal profilo di navigazione
- ❖ La piattaforma ShIL può essere connessa con il laboratorio idrogeno e celle a combustibile presso il campus di Savona, al fine di verificare con hardware reale il **profilo di carico richiesto (propulsione + carico hotel)**
- ❖ Analogamente, la piattaforma ShIL può essere connessa con il laboratorio Sistemi Energetici Innovativi presso Tirreno Power, Savona, al fine di sperimentare l'interazione con **sistemi energetici ibridi a bordo nave**
- ❖ L'Infrastruttura costruita è una **piattaforma aperta** che consentirà adattamenti ed ampliamenti nel future, testando in hardware-in-the-loop le tecnologie per la **transizione energetica in campo marittimo e navale.**



# Unige OpenLab: Invito a conoscere le infrastrutture di ricerca del territorio



UNIVERSITÀ DEGLI  
STUDI DI GENOVA

## Progetto ShIL – Ship-In-the-Loop: Energy and fuel cell domain

### Contatti:

Università di Genova:

Prof. Federico Silvestro, e-mail: [federico.silvestro@unige.it](mailto:federico.silvestro@unige.it)

Prof. Alberto Traverso, e-mail: [alberto.traverso@unige.it](mailto:alberto.traverso@unige.it)

Distretto Ligure delle Tecnologie Marine (DLTM):

Dr. Davide Marini, e-mail: [davide.marini@dltm.it](mailto:davide.marini@dltm.it)

<https://shil.diten.unige.it>