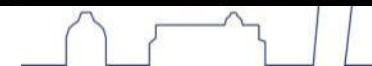


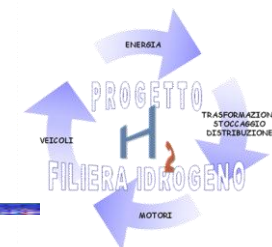
Progetto H₂ Filiera Idrogeno

Sistemi basati su pile a combustibile



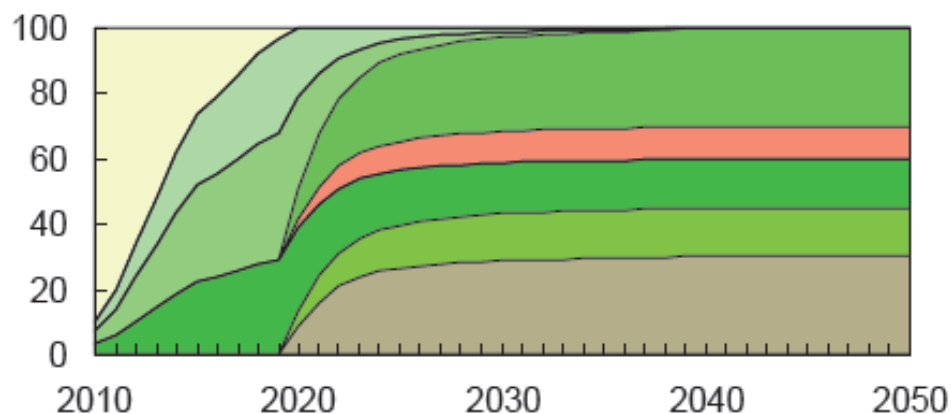


Grandi prospettive per l'idrogeno

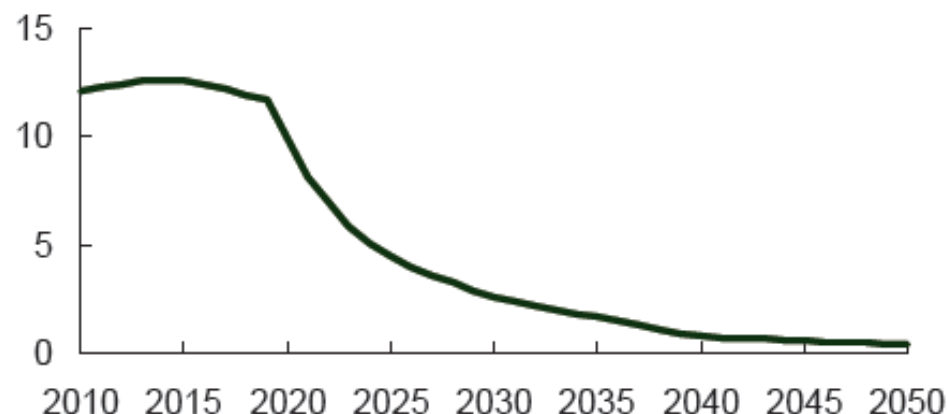


Byproduct
 DSMR
 CSMR
 SMR w/CCS
 CG w/CCS
 DWE
 CWE
 IGCC w/CCS

Fraction of production method, Percent



CO₂ well-to-tank emissions, kg CO₂/kg H₂



SMR Steam Methane Reforming **IGCC** Integrated Gasification Combined Cycle **CCS** CO₂ Capture Storage
WE Water Electrolysis **CG** Coal Gasification

Cambi di tecnologia e miglioramenti di efficienza nelle previsioni porteranno la CO₂ connessa con l'uso dell'idrogeno a dimezzarsi entro dieci anni

(*) International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy



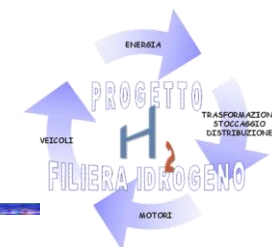
Progetto H₂ Filiera Idrogeno

Sistemi basati su pile a combustibile

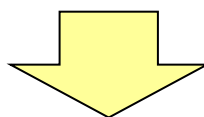




L'idrogeno e "last-mile-logistics"



- ❑ *Il transito a emissioni zero nei centri urbani* contribuisce a migliorare la qualità dell'aria proprio dove vi è la maggior densità di popolazione .
Naturalmente qui si parla di gas tossici e non di gas serra
- ❑ *La distribuzione merci per sua natura viene effettuata porta a porta* di conseguenza vi è un specifica necessità di ZEV per questo tipo di servizio: last-mile logistics
- ❑ *L'idrogeno* potrà dare in futuro un contributo fondamentale alla last-mile logistics di tipo ZEV
- ❑ **Il veicolo leader** di distribuzione merci di piccole dimensioni è prodotto proprio nell'area Pisana, il Piaggio Porter



L'obiettivo: una delle attività finali del progetto Filiera Idrogeno che è stata individuata è di realizzare un Piaggio Porter a pile a combustibile ad idrogeno



L'individuazione dei requisiti operativi



Principali requisiti:

Migliorato rispetto al veicolo di serie a batteria

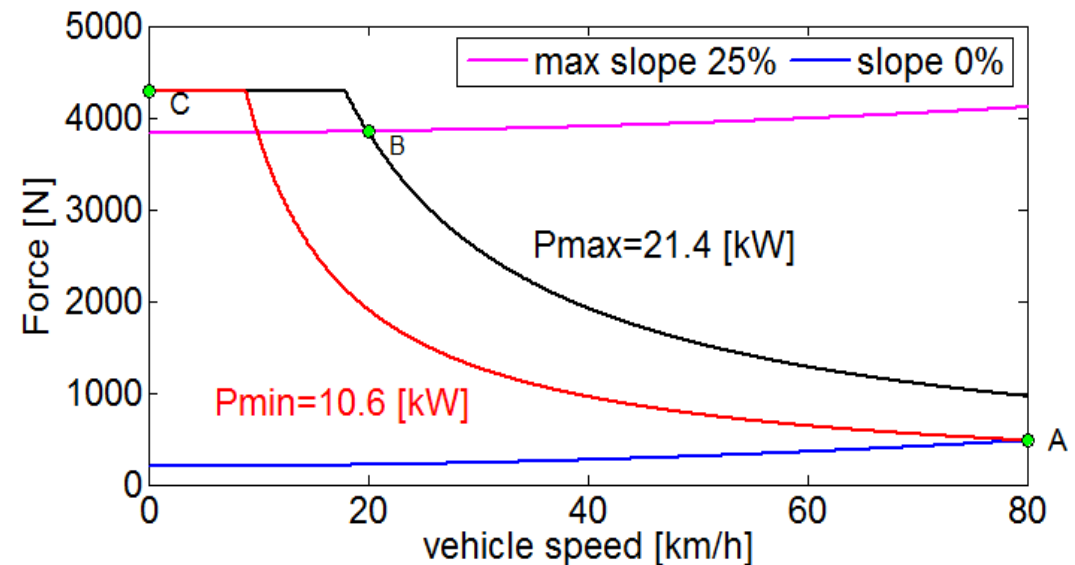
- Migliorata autonomia
- Invariate capacità di carico, capacità di marcia in salita, accelerazione, spazi utili

Strada piana

- Massima velocità: 80 km/h (A)
- Accelerazione 0-80 km/h entro 60s
- Autonomia alla max velocità: 150 km

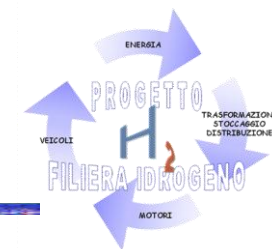
Pendenza 25%

- Velocità massima: 20 km/h (B)
- Accelerazione iniziale: $0,3\text{m/s}^2$ (C)
- Autonomia alla max velocità: 2 km





Le collaborazioni industriali



Collaborazione 1: Piaggio DVC:

- Convenzione di collaborazione
- Collaborazione alla definizione del veicolo di riferimento
- Collaborazione alla definizione delle specifiche tecniche

Collaborazione 2: Navicelli Spa:

- individuazione della nave Alga come imbarcazione di riferimento
- progettazione dell'alimentazione elettrica valutando i carichi effettivi di una nave delle stesse dimensioni della nave Alga
- Determinazione di spazi, ingombri e sicurezza sul layout effettivo della nave Alga

Collaborazione 3: Edi Progetti di Pontedera:

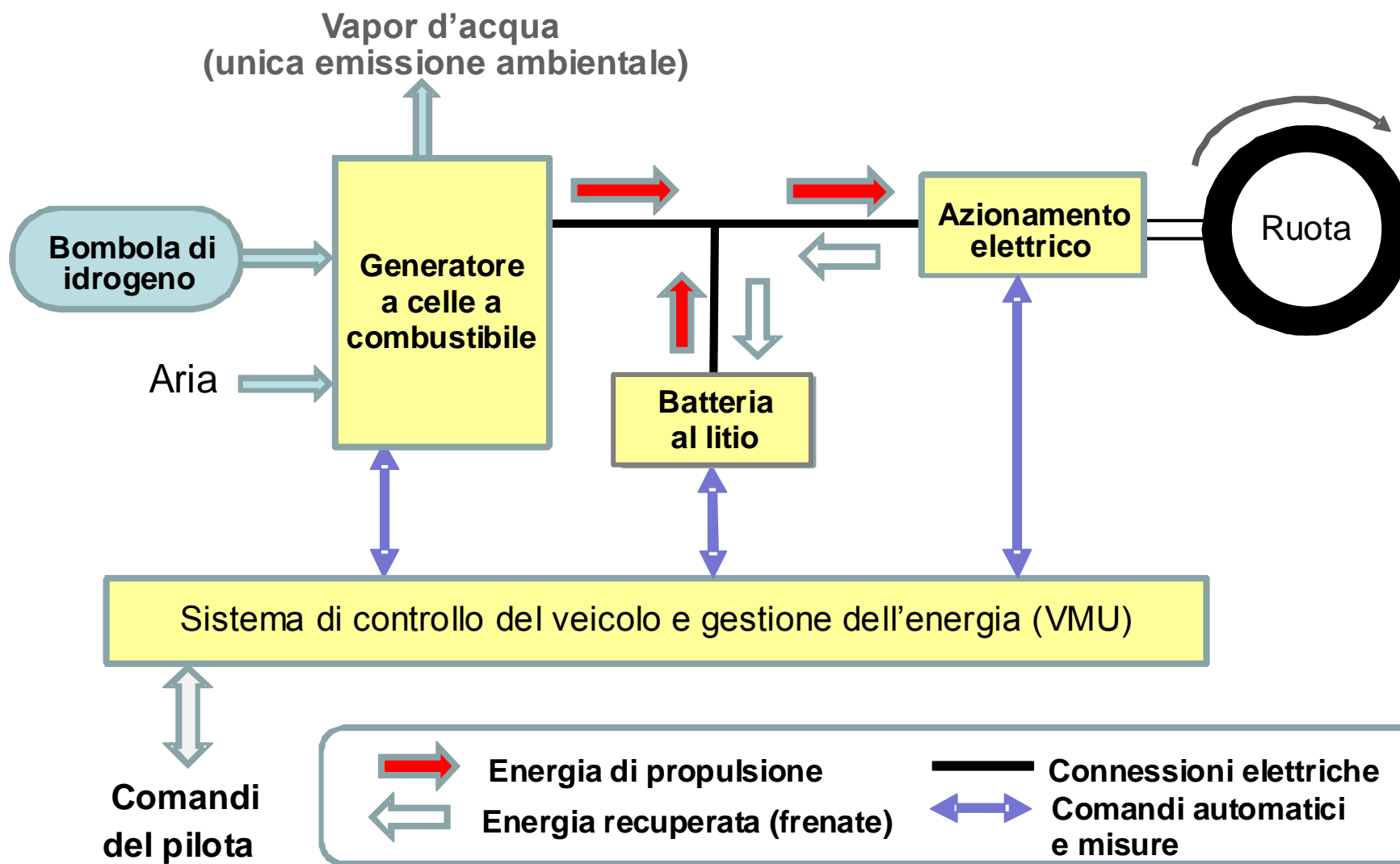
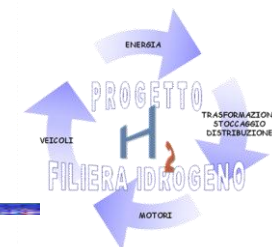
- Installazione componenti a bordo veicolo a prezzi di partnership
- Condivisione del know-how pregresso dell'azienda in particolare in relazione all'installazione di un sistema di alimentazione ad idrogeno in alta pressione





Lo schema dei flussi energetici

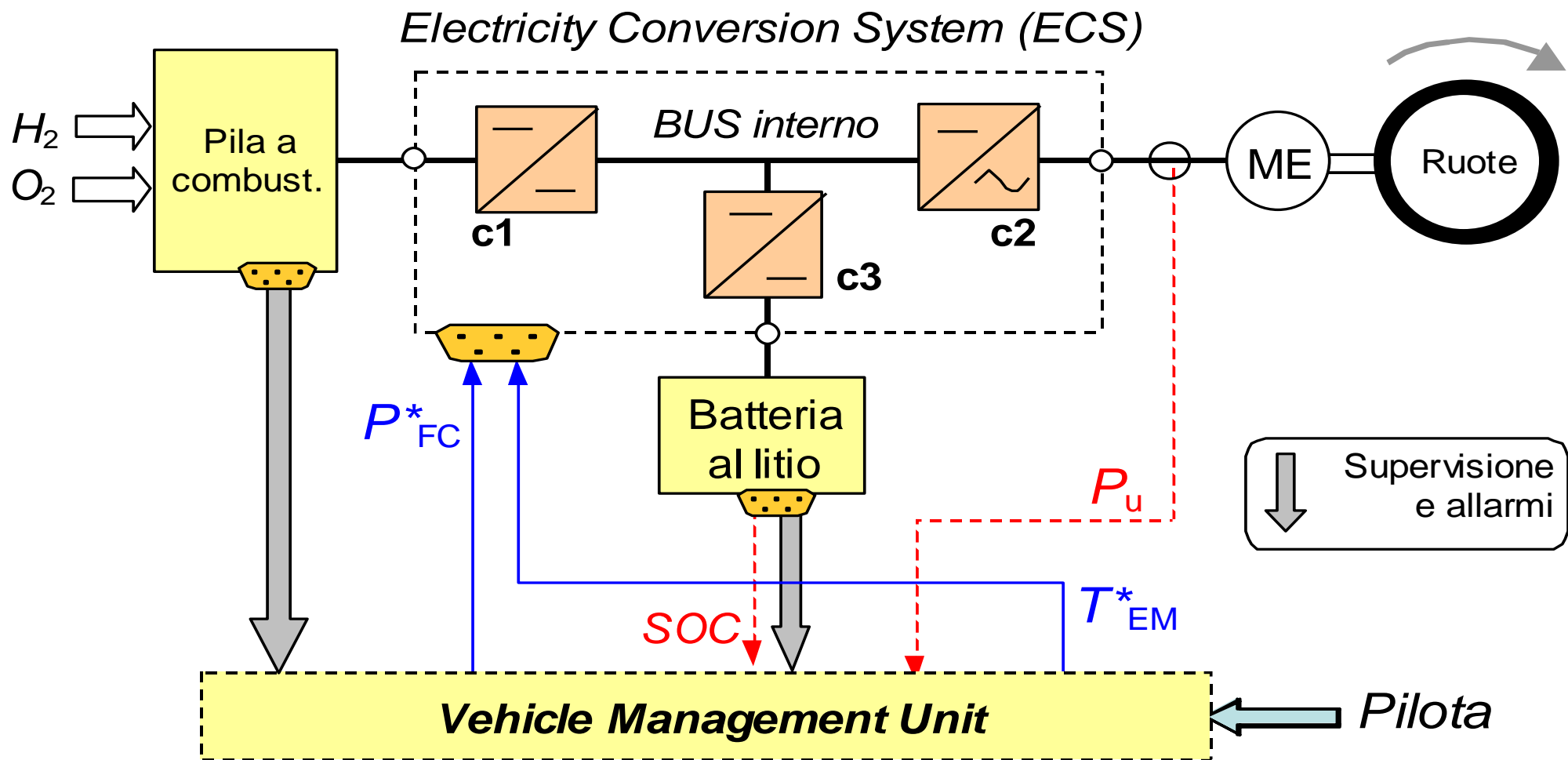
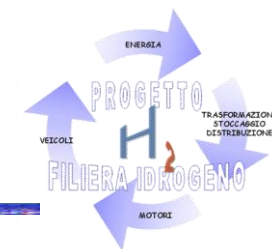
Impostazione di base



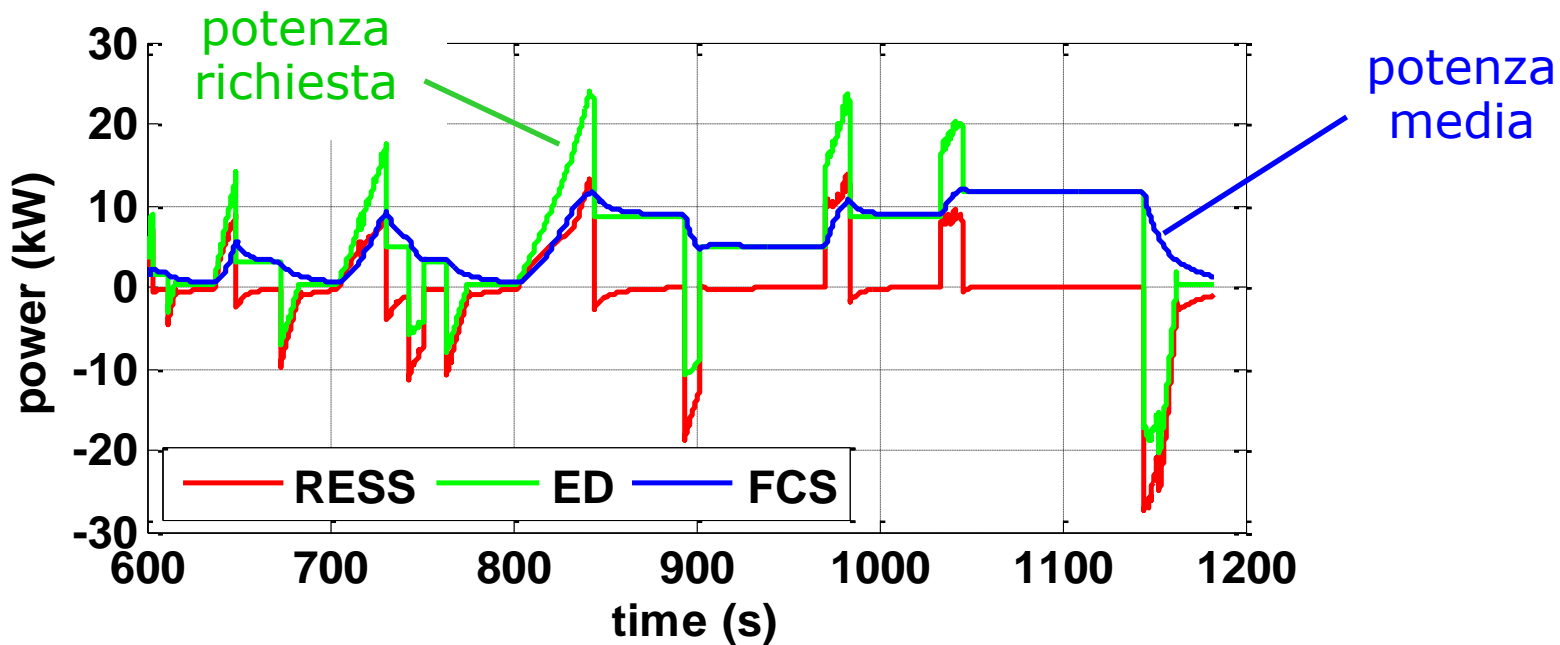
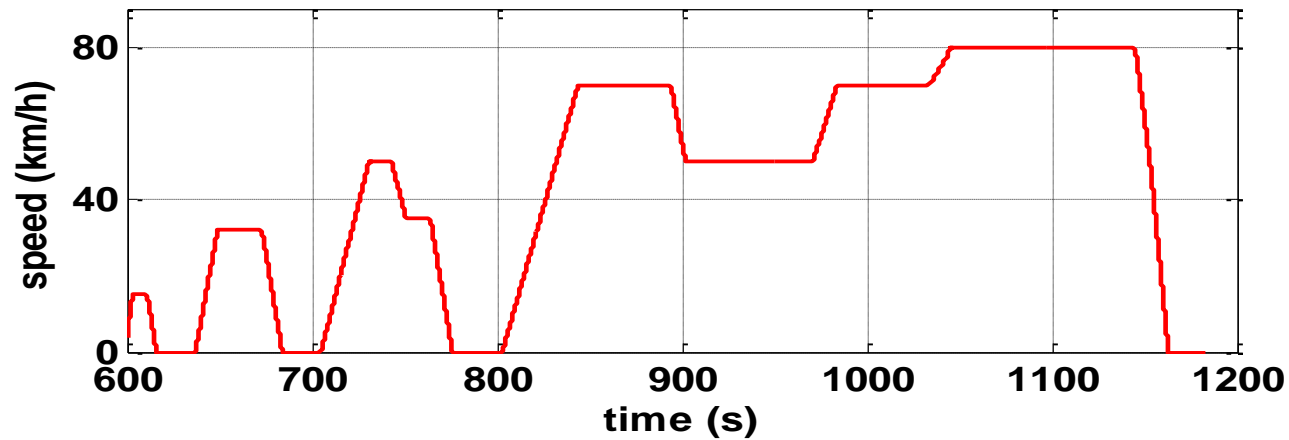


Lo schema dei flussi energetici

Schema realizzato

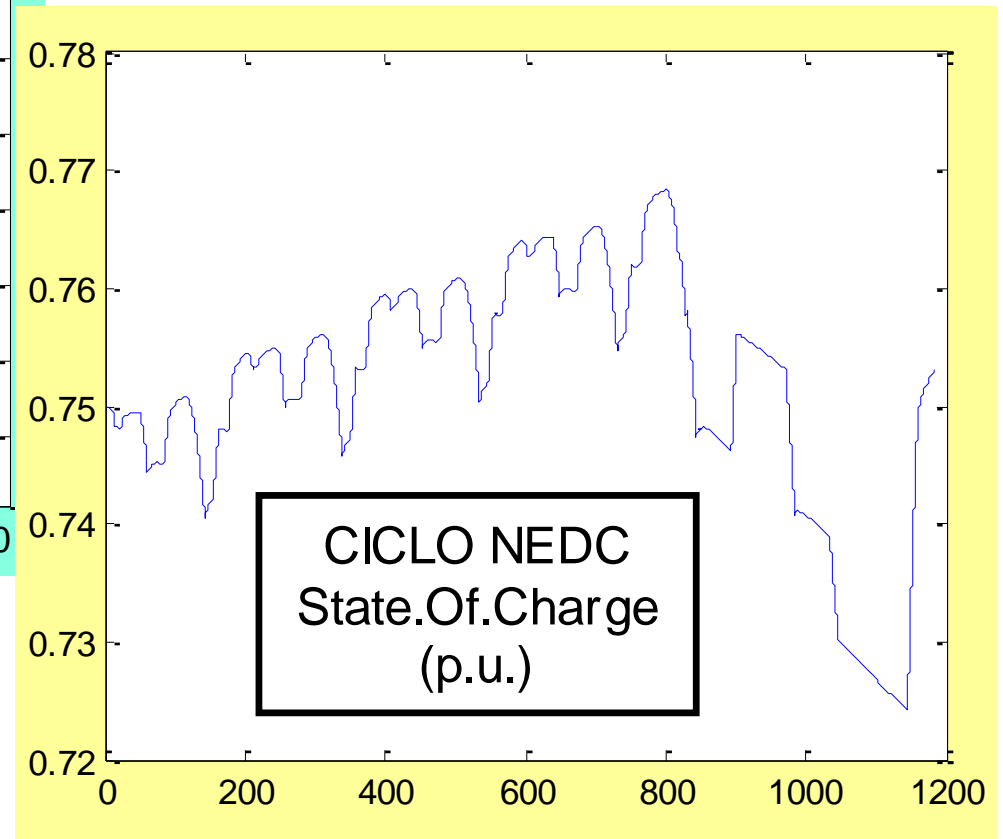
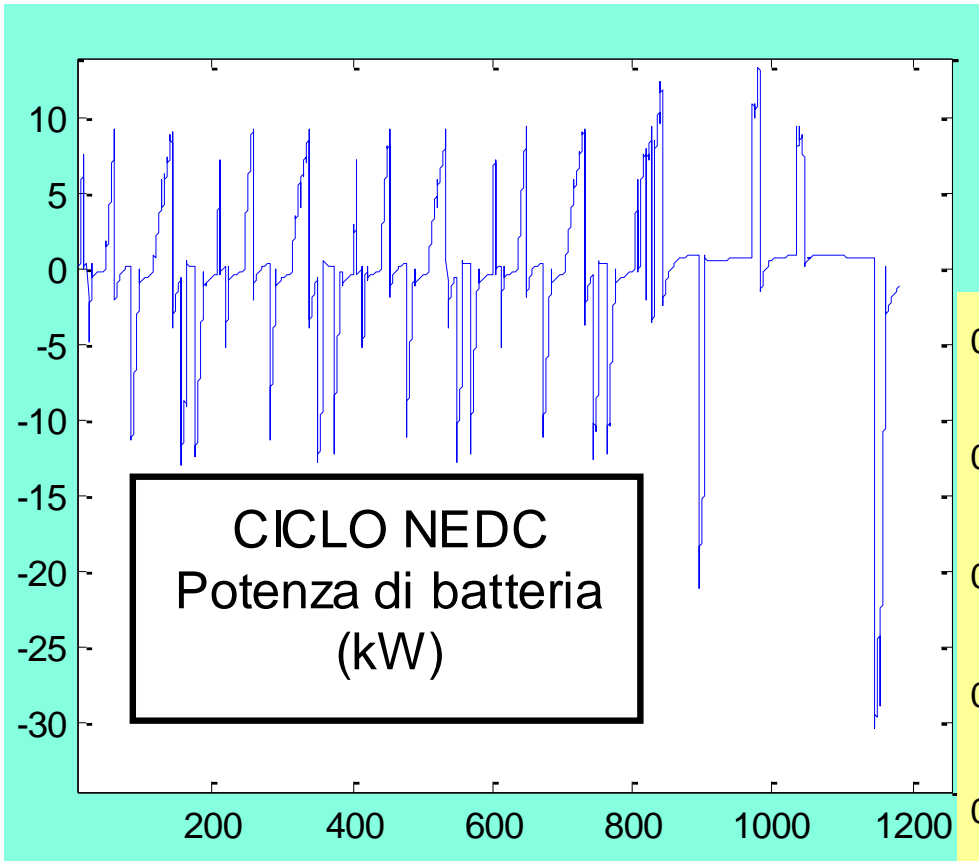


Simulazioni dinamiche del funzionamento





Funzionamento della batteria al Litio

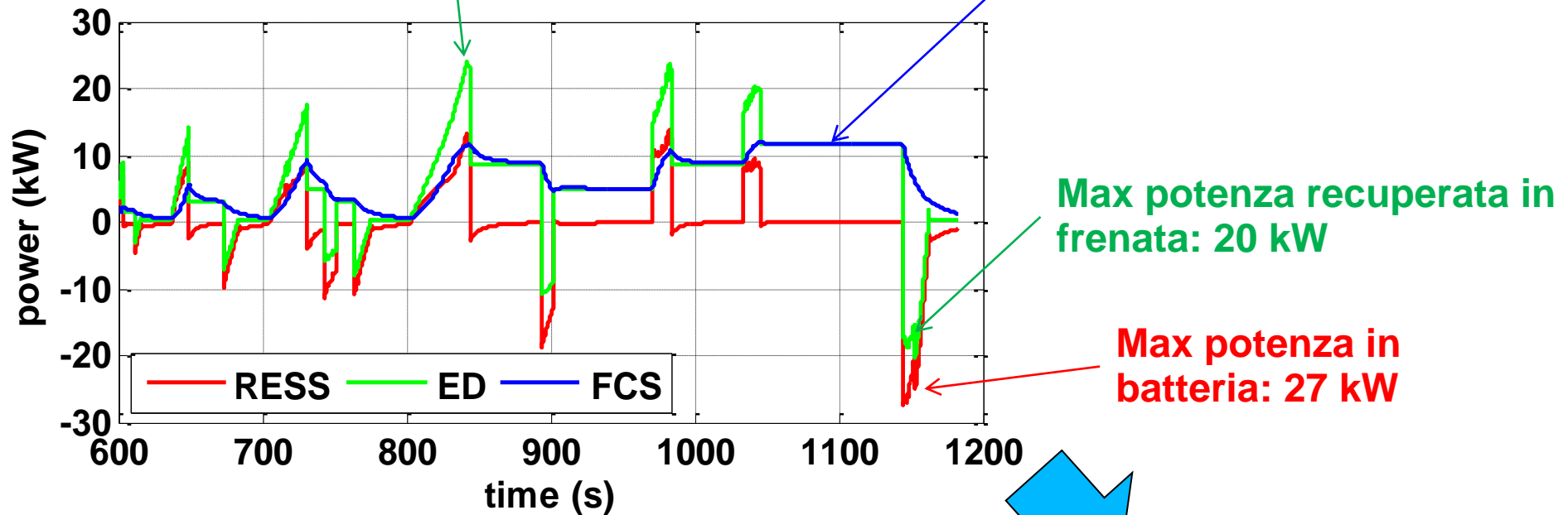


Alcuni risultati di simulazioni e calcoli



Potenza max motore: 23 kW

Potenza fuel cell: 12 kW



Accelerazione:

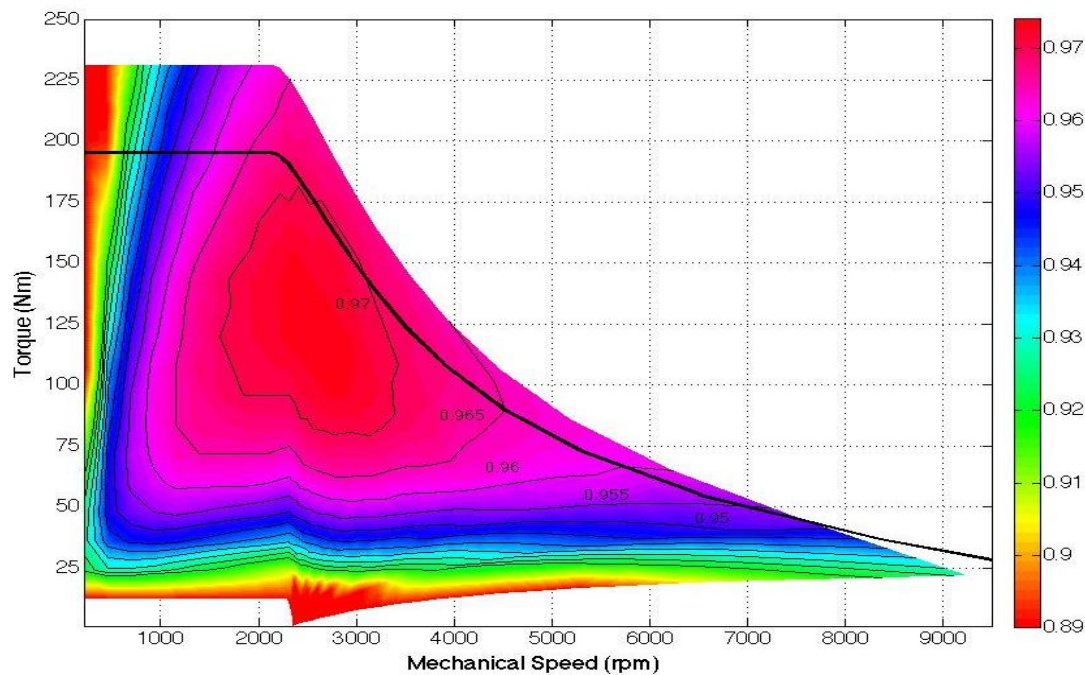
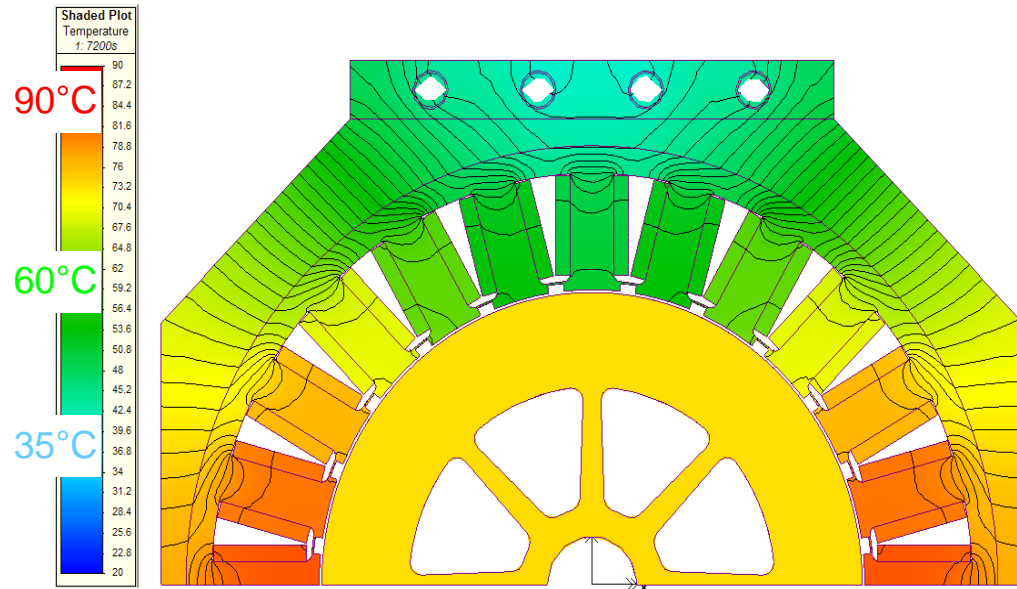
- ☐ 0-40 km/h: 7,0s
- ☐ 0-60 km/h 12,9s

La fuel cell eroga la potenza media mentre la batteria le fluttuazioni intorno al valor medio.

Un loop di controllo basato sul SOC compensa gli inevitabili errori e elimina deviazioni del SOC dalla banda centrale



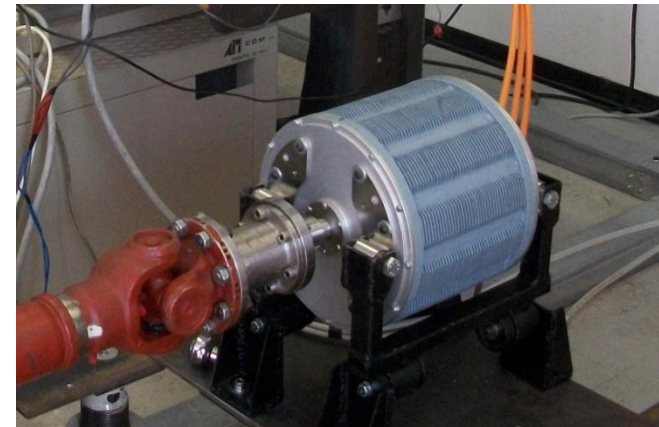
Il motore elettrico di propulsione



Motore

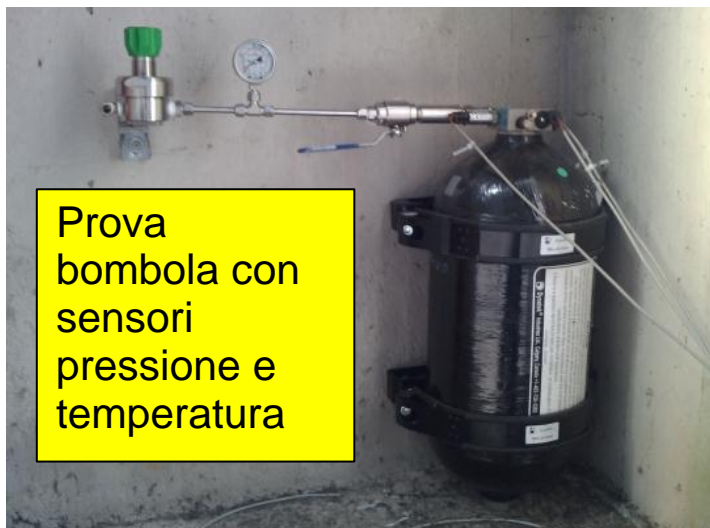
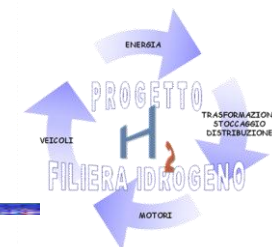
Si è proceduto a co-progettazione con un costruttore.

Tutte le analisi FEM sono state svolte da Unipi, e il costruttore ha provveduto ad effettuare la realizzazione fisica dell'azionamento

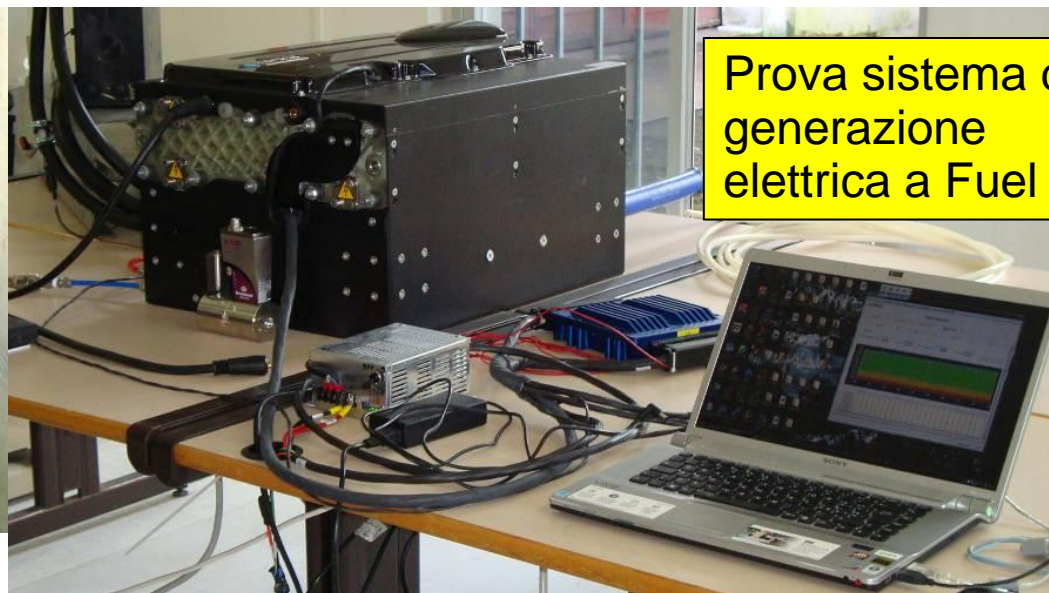




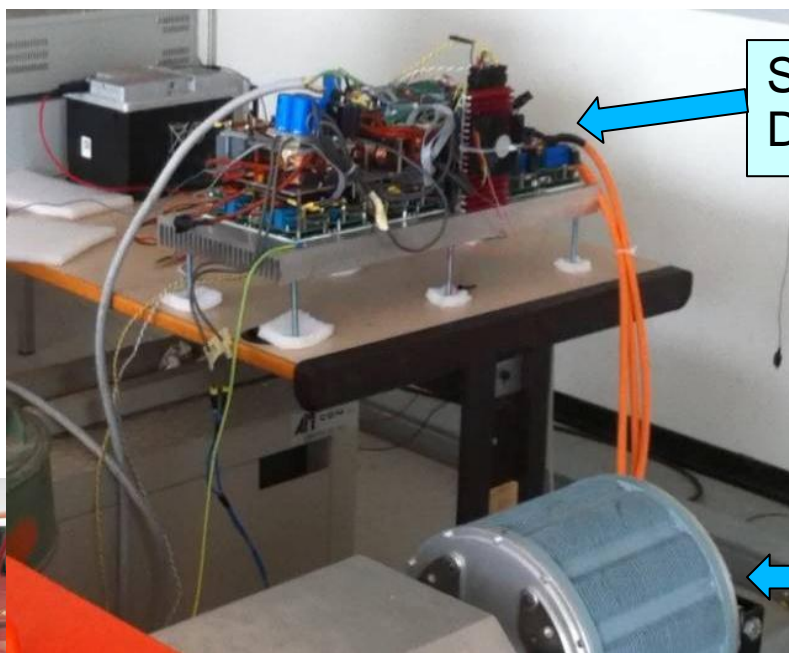
Integrazione e prova in laboratorio / immagini



Prova bombola con sensori pressione e temperatura



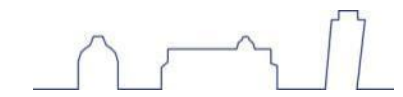
Prova sistema di generazione elettrica a Fuel Cell



Sistema di convertitori DC/DC e DC/AC

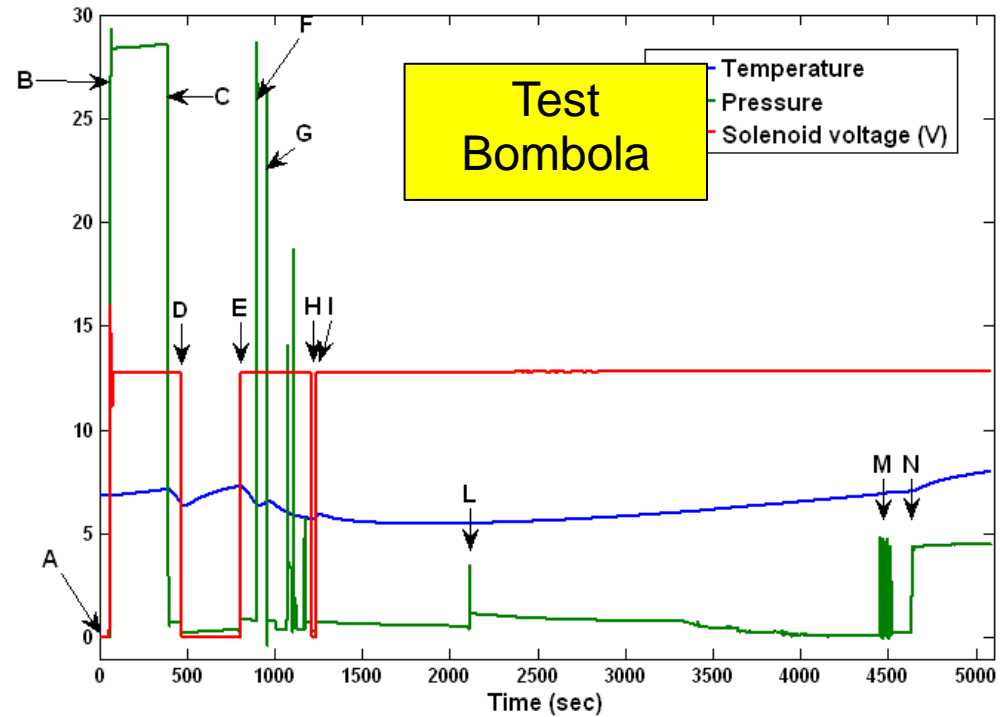
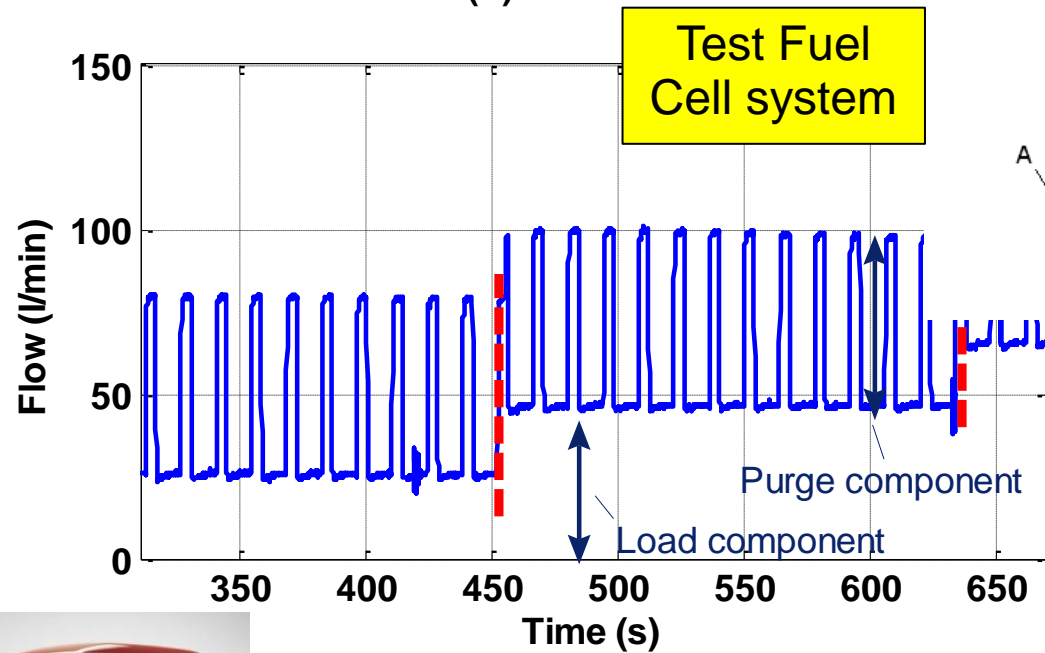
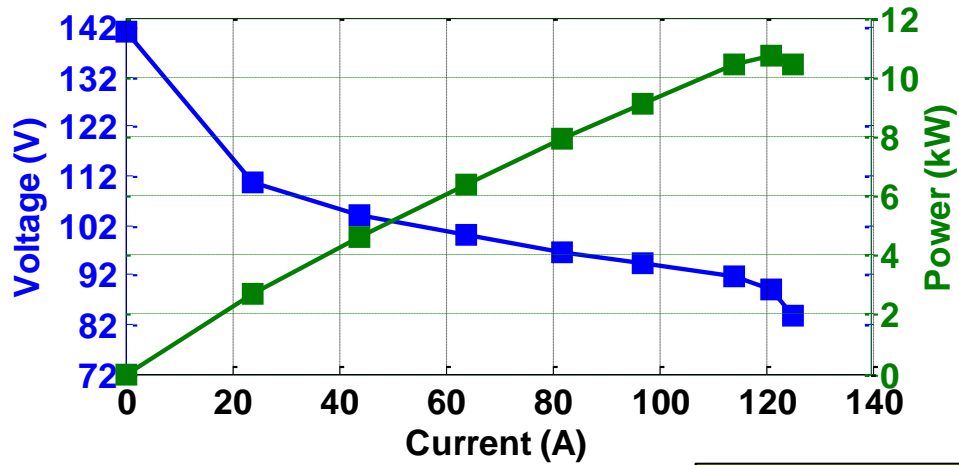
Prova azionamento elettrico

Macchina elettrica in prova al banco



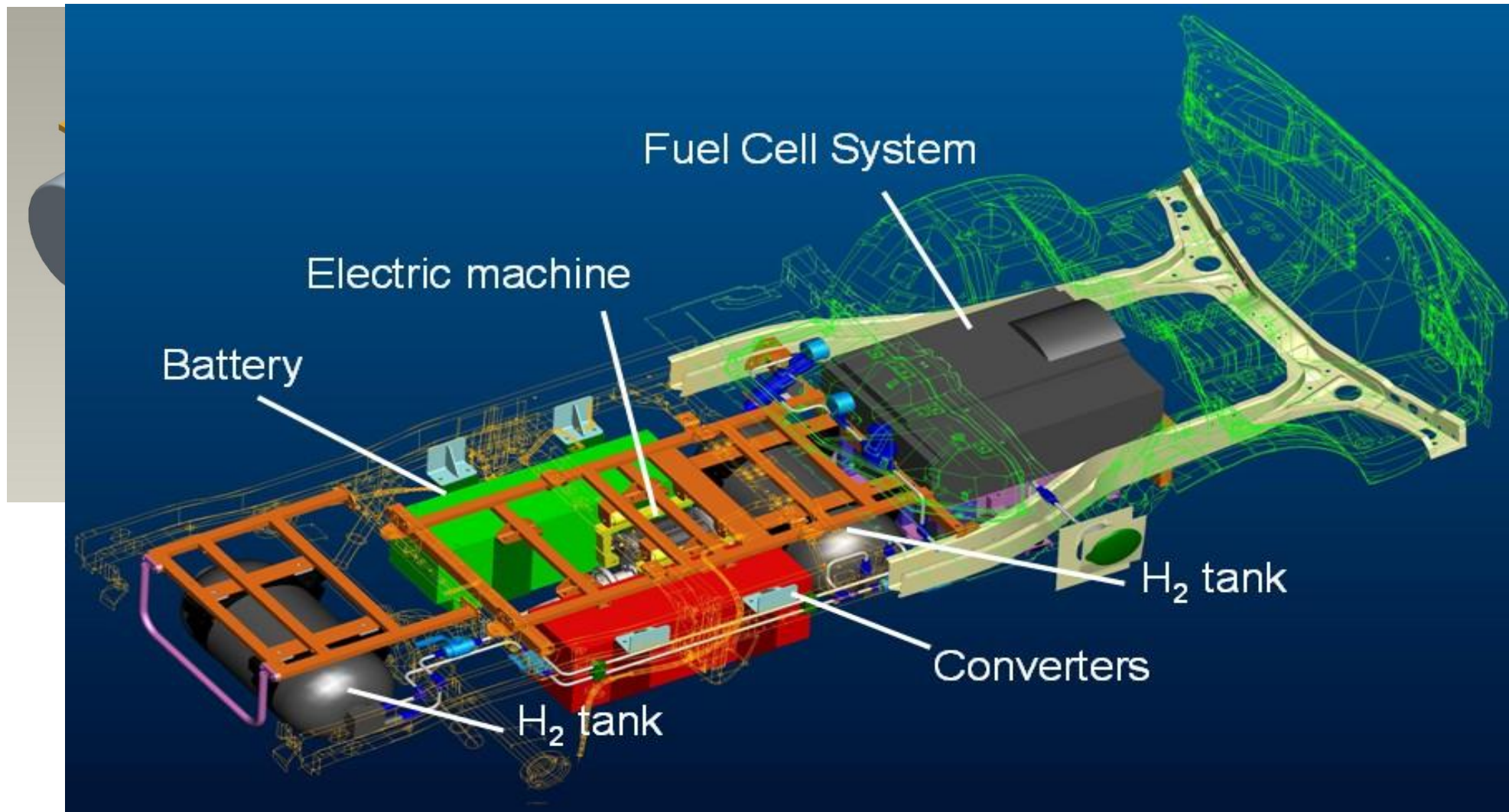


Integrazione e prova in laboratorio / grafici



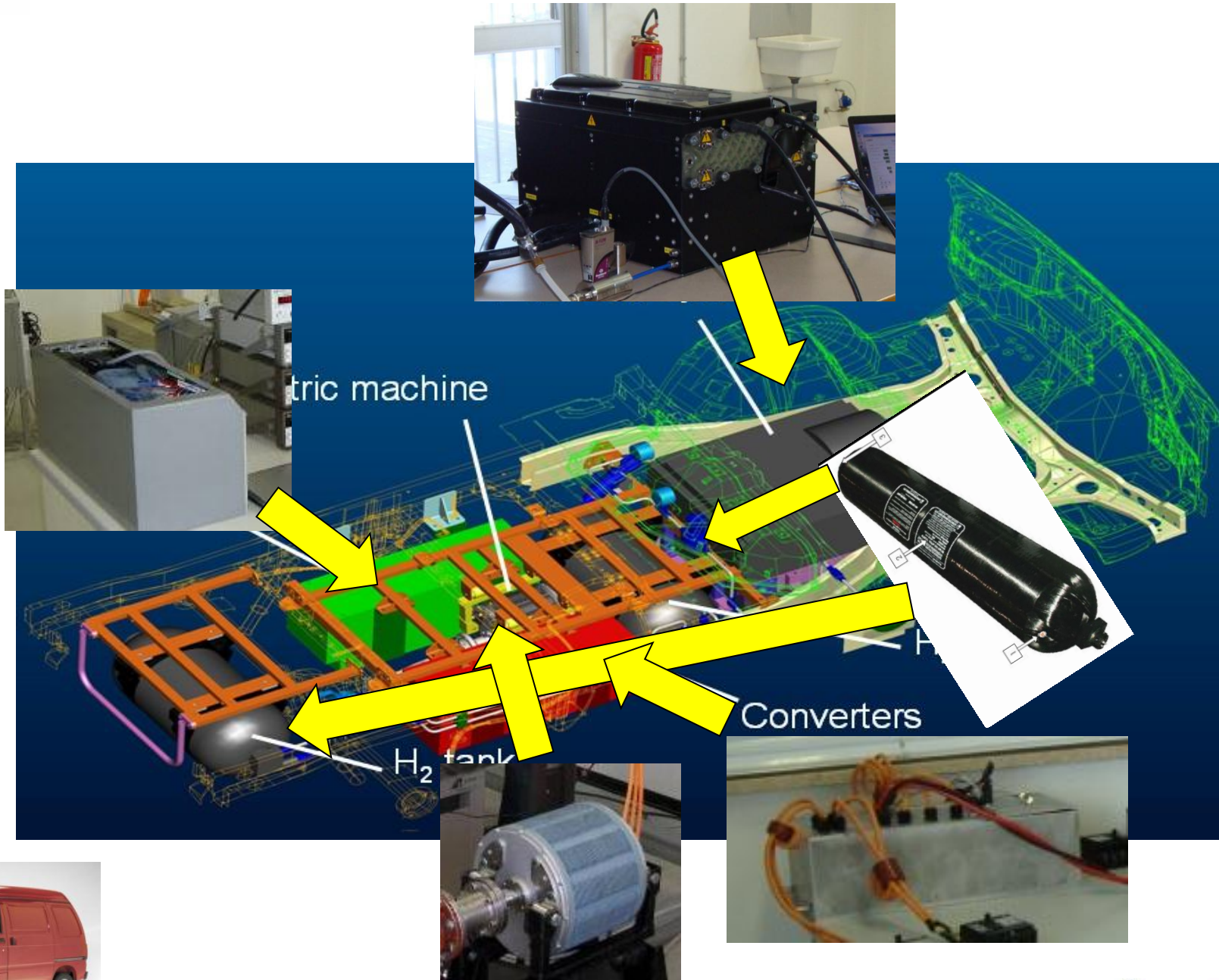


Lo sfruttamento degli spazi (layout)

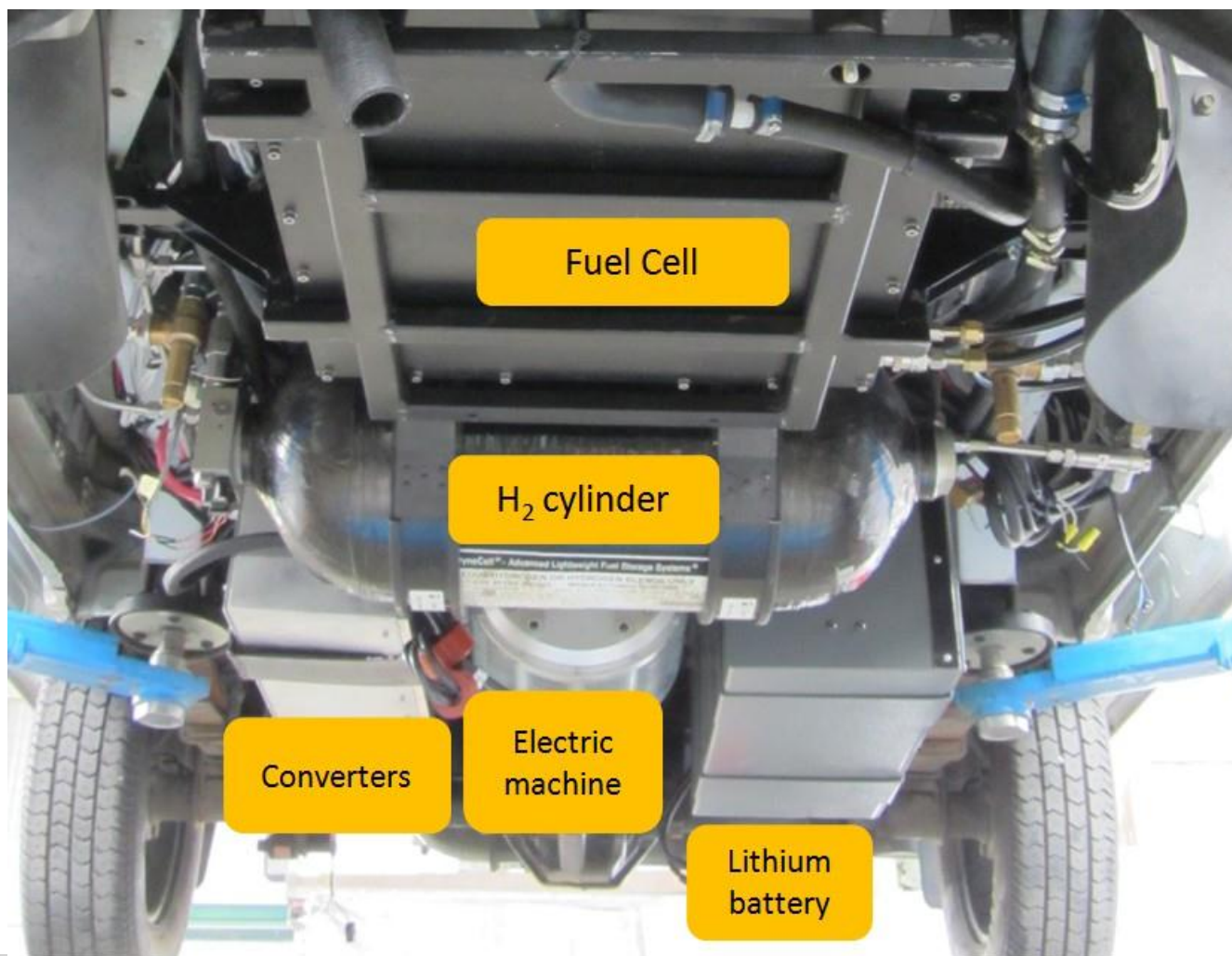
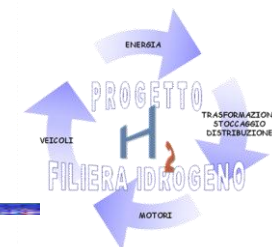




Integrazione componenti a bordo veicolo



Obiettivo “tutto sotto” / vista anteriore



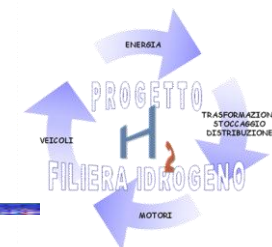
- Tutte le parti dell'alimentazione e dell'azionamento sono state messe sotto.
- Soltanto oggetti minori (alimentazione ausiliaria, serbatoio acqua) sono stati posti nell'abitacolo, con riduzione della abilitabilità e caricabilità trascurabili

OBIETTIVO RAGGIUNTO



Obiettivo “tutto sotto”

Viste superiori

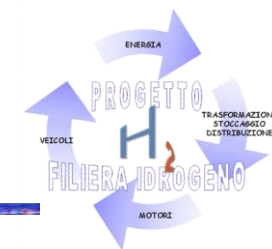


Gli spazi utili dell'abitacolo sono rimasti sostanzialmente intatti, nonostante la batteria nel vano bagagli e l'occupazione di spazio sotto sedili





CONCLUSIONI



Achievements:

1. Si è realizzato un veicolo da last-mile logistics a fuel cells a idrogeno ibridizzato con batterie al litio
2. L'obiettivo di mettere tutti i componenti sotto plancia e lasciare gli spazi utili in plancia è stato raggiunto
3. Difficoltà varie della componentistica di fornitura esterna hanno limitato le prestazioni, che, attraverso interventi migliorativi continuano a crescere e sono ora prossime a quelle di progetto

Problemi incontrati:

1. Grande difficoltà di alcuni costruttori a rispettare le tempistiche (crisi globale?)
2. Facile deteriorabilità del sistema Fuel Cell
3. Liquidazione volontaria del fornitore del sistema Fuel Cell (crisi globale e della filiera idrogeno in Italia)



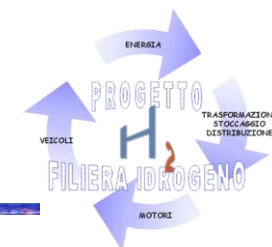
Progetto H₂ Filiera Idrogeno

Sistemi basati su pile a combustibile

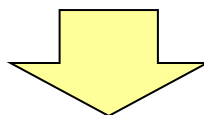




L'idrogeno e i carichi ausiliari di imbarcazioni



- ❑ ***I carichi ausiliari.*** Sono i carichi elettrici di bordo diverse dagli eventuali motori di propulsione (motore dell'elica od elle eliche) che in talune navi sono elettrici.
- ❑ ***Le imbarcazioni.*** Le imbarcazioni da diporto di alta gamma alla fonda, e, spesso in porto alimentano oggi i carichi ausiliari attraverso i gruppi diesel => rumore ed emissioni!

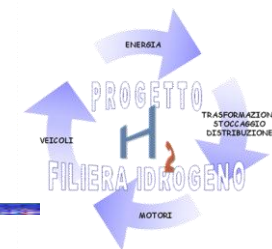


L'obiettivo: realizzare un sistema di alimentazione degli ausiliari che li possa alimentare attraverso idrogeno e fuel cells, ad emissioni nulle in atmosfera e bassissimo rumore prodotto.





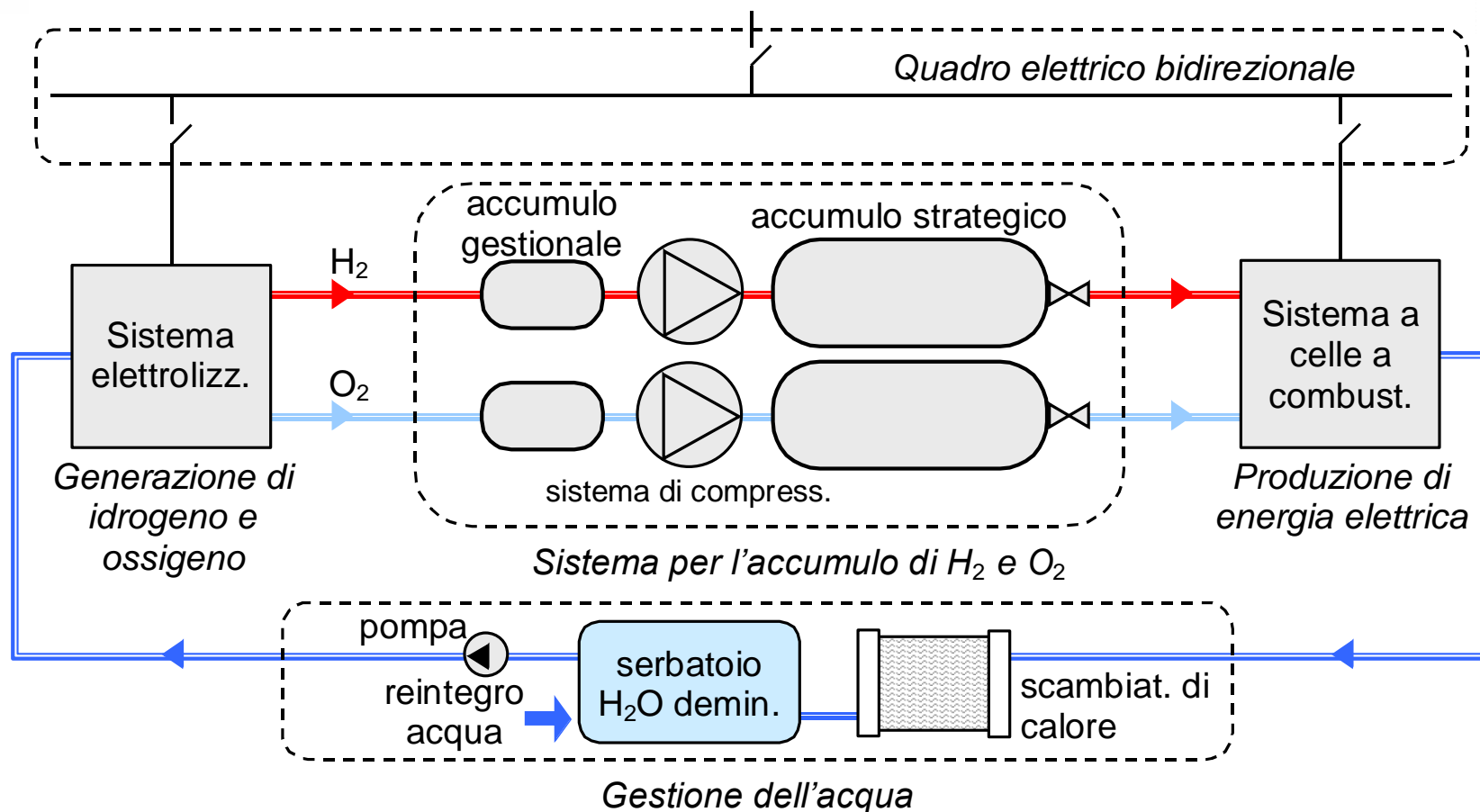
L'imbarcazione di riferimento



- La collaborazione con Navicelli S.p.A ha consentito di poter effettuare la ricerca su un'imbarcazione reale su cui sono state fatte misure e dimensionamenti
- La nave scelta è interessante anche perché di dimensioni simili alle imbarcazioni da diporto di lusso costruite da cantieri toscani



Schema Elettrolizzatore-Idrogeno-ossigeno-recupero acqua



Vantaggio:

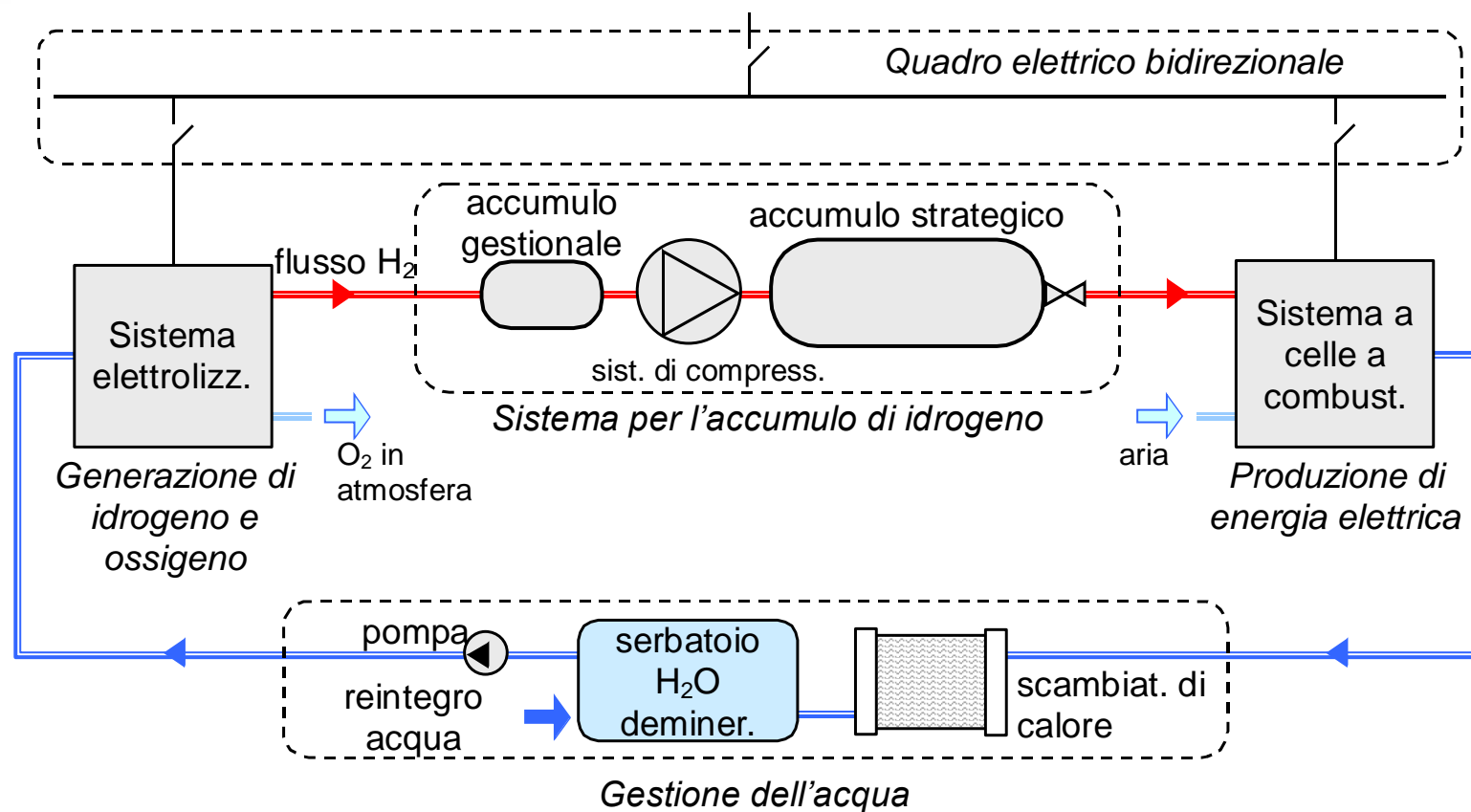
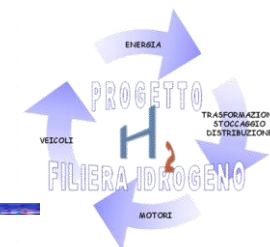
- sistema a ciclo chiuso senza ricarica H_2 dall'esterno
- richiesto modesto reintegro acqua

Svantaggi:

- basso rendimento di ciclo (ma possibilità elettrolizzatore a punto fisso)
- l'elettrolizzatore richiede costruzione navale per imbarcazioni (alto costo)
- la FC richiede costruzione speciale per l'ossigeno (alto costo)



Schema elettrolizzatore-Idrogeno-recupero acqua



Vantaggio:

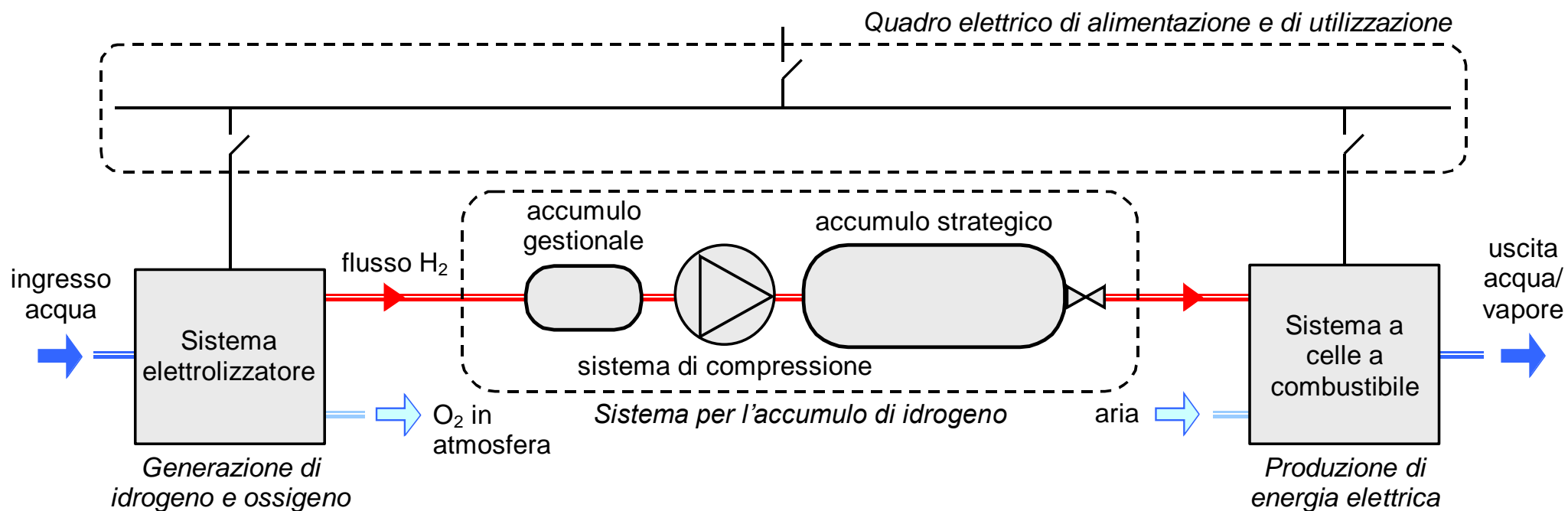
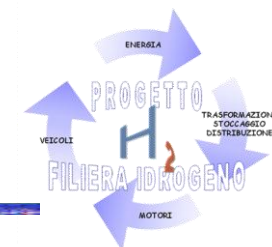
- costo ridotto della FC e sistema più semplice ed economico

Svantaggi:

- basso rendimento di ciclo (ma possibilità elettrolizzatore a punto fisso)
- l'elettrolizzatore richiede costruzione navale per imbarcazioni (alto costo)



Schema elettrolizzatore-Idrogeno



Vantaggio:

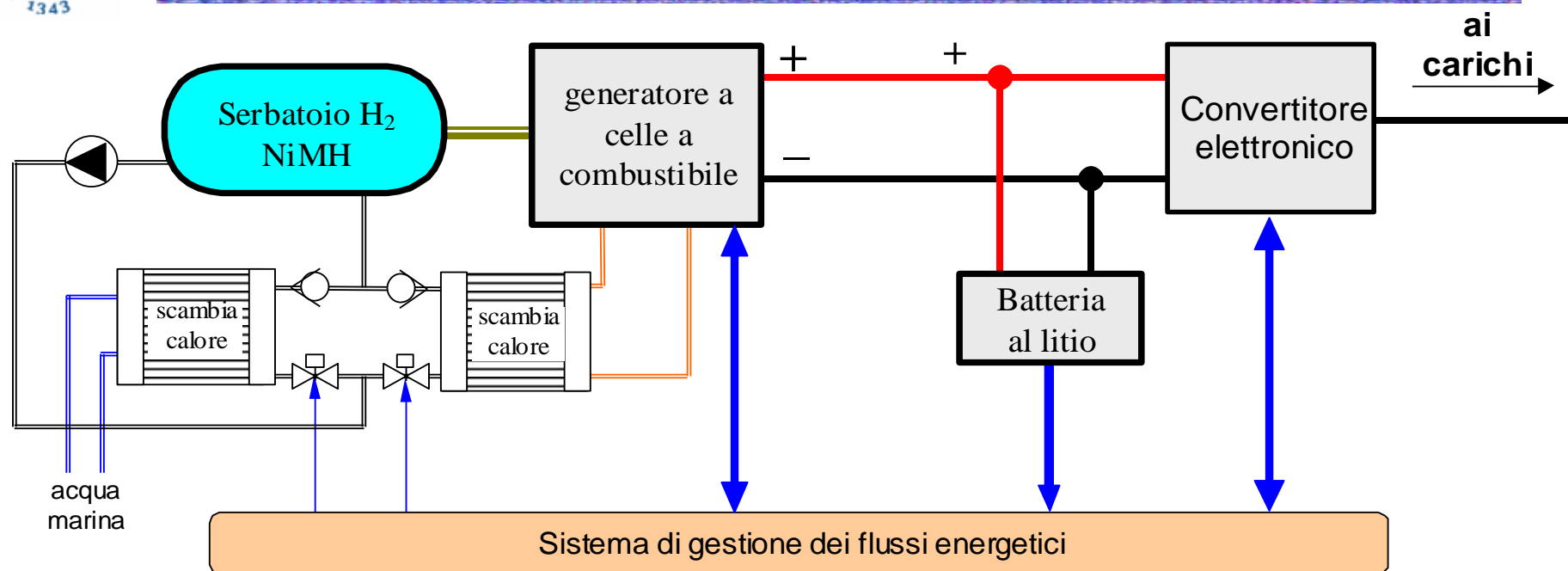
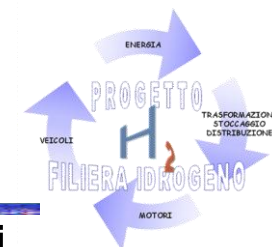
- ulteriore riduzione di costo

Svantaggi:

- basso rendimento di ciclo (ma possibilità elettrolizzatore a punto fisso)
- richiede serbatoio di acqua demineralizzata (onere di esercizio)



Schema Idrogeno/idruri (prescelto)



Vantaggio:

- ulteriore riduzione di costo
- sinergia termica fuel cell - serbatoio

Svantaggi:

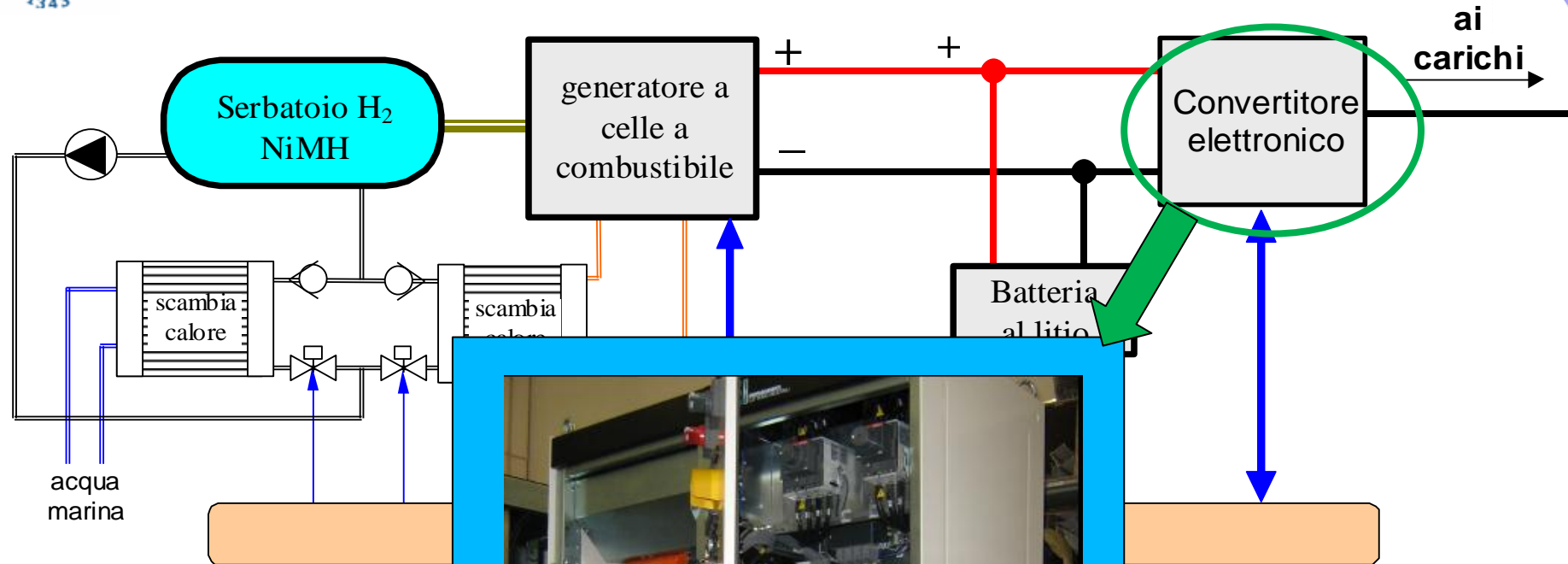
- necessità di ricarica da terra

NOTA. Lo schema può essere integrato da reformer da gasolio. In tal modo si eliminerebbe la ricarica dell'idrogeno da terra, usando il medesimo serbatoio della propulsione e con rendimenti interessanti.



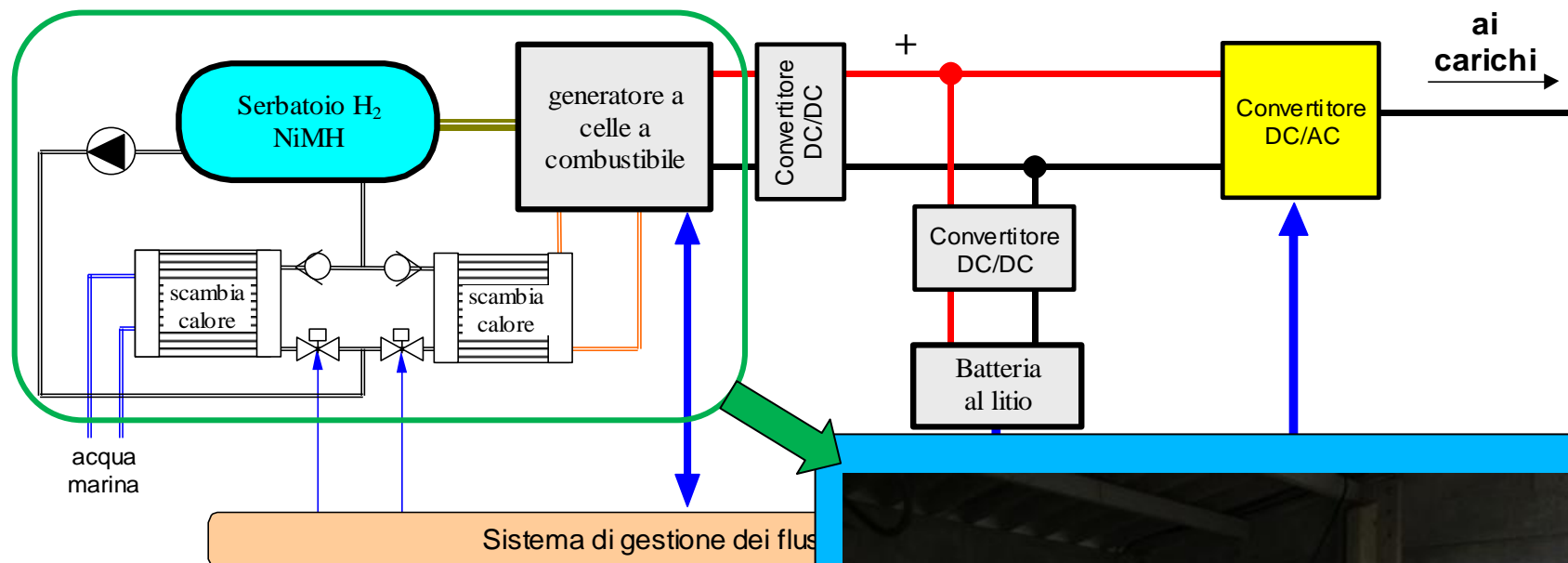
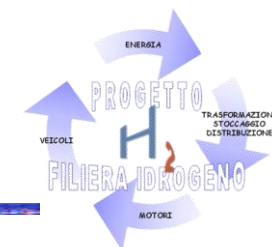


Sperimentazione: prova inverter AFE





Sperimentazione: prova sistema idruri e condizionamento termico

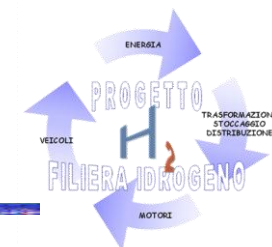


Provato presso il costruttore





CONCLUSIONI



Principali innovazioni

- Veicolo a fuel cells a idrogeno "mini-van" per distribuzione merci
- Convertitori e macchina elettrica compatti ed ad alta efficienza

Ricadute industriali e prospettive di sviluppo

- Possibilità di riutilizzare la gestione energetica in veicoli ibridi serie elettromeccanici
- Possibilità di realizzare APU a idrogeno o con batterie al litio anche in collaborazione con la nautica della Versilia
- Possibilità di collaborazione con Piaggio per il rinnovamento del Porter elettrico



Progetto H₂ Filiera Idrogeno

Sistemi basati su pile a combustibile



Grazie per l'attenzione!