

**IDROGENO E TECNOLOGIE PER LA GENERAZIONE
ENERGETICA E LA PROPULSIONE NEI TRASPORTI GREEN**

STAZIONI DI RIFORNIMENTO DI IDROGENO E PROPULSORI FUEL CELL-BASED

DIMEG

DIPARTIMENTO DI **INGEGNERIA**

MECCANICA, ENERGETICA E GESTIONALE



PROFESSORE ORDINARIO

ING-IND/09 - SISTEMI PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA MECCANICA, ENERGETICA E GESTIONALE
(DIMEG)

UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA (**UNICAL**)

CORSI:

SISTEMI INNOVATIVI H2 PER LA TRANSIZIONE ENERGETICA, LM ING. ENERGETICA

MACCHINE A FLUIDO, LT ING. MECCANICA

FONDAMENTI DI FLUIDODINAMICA, LT ING. MECCANICA

MACCHINE E SISTEMI ENERGETICI, LT ING. CHIMICA

RESPONSABILE SCIENTIFICO

LABORATORIO FUEL CELL AND HYDROGEN
(DIMEG)



DIMEG

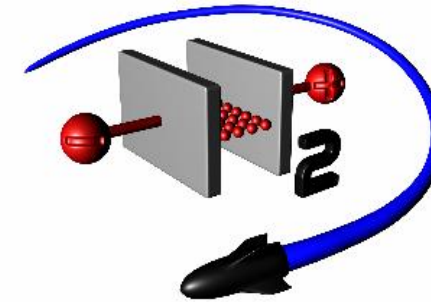
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
MECCANICA, ENERGETICA E GESTIONALE



UNIVERSITÀ
DELLA
CALABRIA

AMMINISTRATORE UNICO

ENERVA



SPIN OFF UNIVERSITARIA E START UP INNOVATIVA



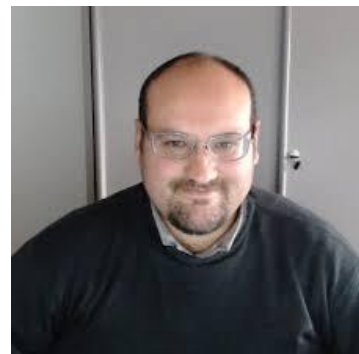
Prof. Petronilla FRAGIACOMO



Eng. Orlando CORIGLIANO, PhD



Eng. Giuseppe DE LORENZO, PhD



Eng. Matteo GENOVESE, PhD



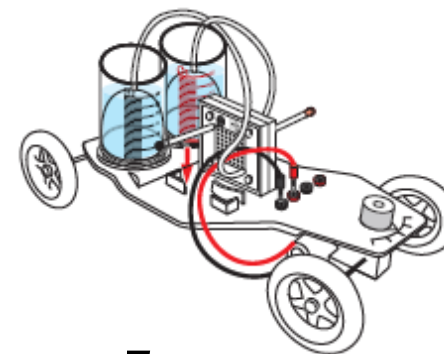
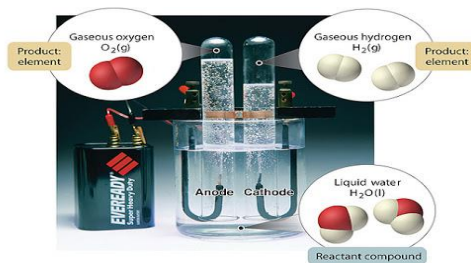
Eng. Michele MARTORELLI
PhD Student



Eng. Francesco PIRAINO, PhD



ELECTROLYZER



FUEL CELL
HYBRID VEHICLE

WASTE VALORIZATION



FUEL CELL



MAIN RESEARCH TOPICS

HYDROGEN STORAGE



HYDROGEN INFRASTRUCTURE



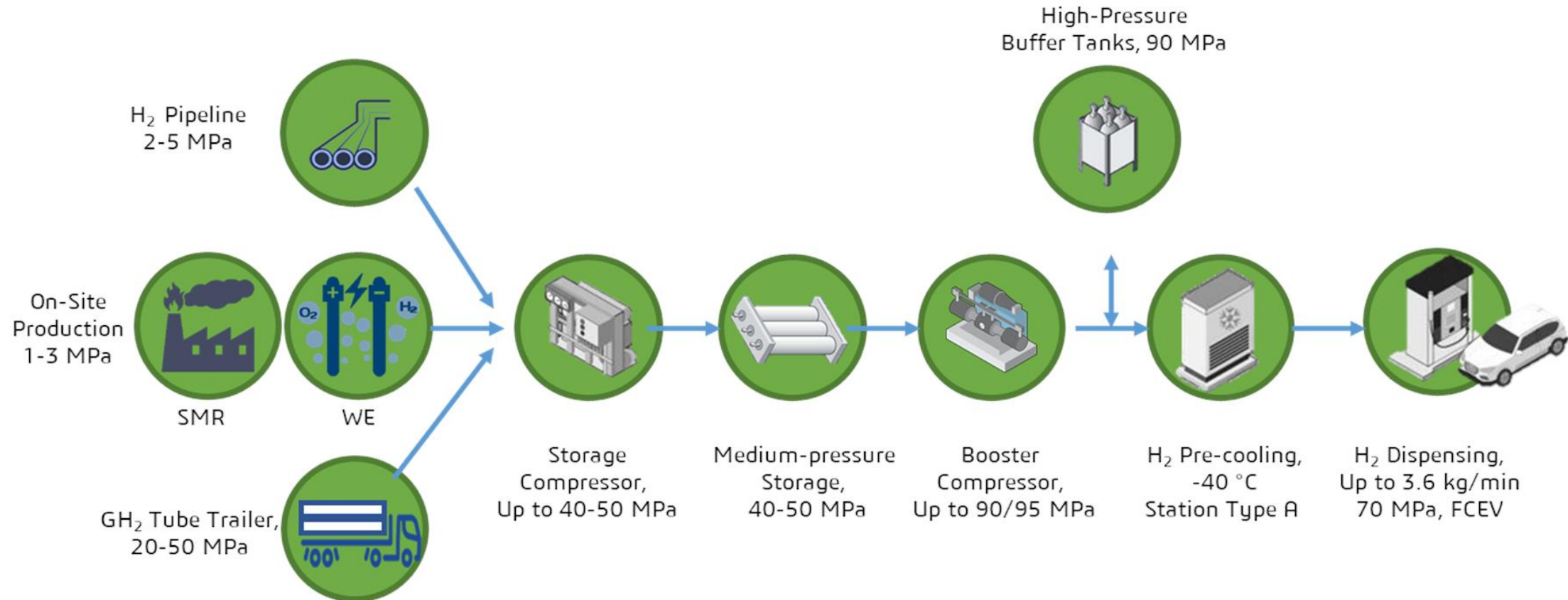


PRINCIPALI LINEE DI RICERCA

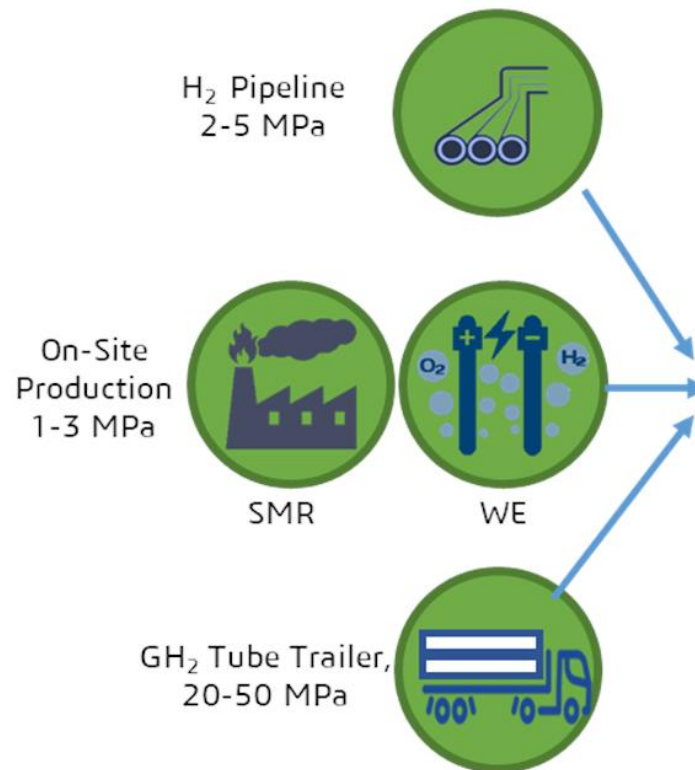
- Elettrolizzatore ALKALINE WATER ELECTROLYZER (AWE)
- Elettrolizzatore PROTON EXCHANGE MEMBRANE WATER ELECTROLYZER (PEMWE)
- Elettrolizzatore SOLID OXIDE ELECTROLYZER (SOE)
- SISTEMI DI REFORMING
- RENEWABLE ENERGY SYSTEM (RES) TO HYDROGEN
- SISTEMI WASTE-TO-HYDROGEN
- STOCCAGGIO DI IDROGENO
- COMPRESSIONE E RAFFREDDAMENTO
- STAZIONE DI RIFORNIMENTO DI IDROGENO (HRS) GASSOSO
- STAZIONE DI RIFORNIMENTO DI IDROGENO (HRS) LIQUIDO



INFRASTRUTTURA PER LA PRODUZIONE, STOCCAGGIO E DISPENSING DI IDROGENO



PRODUZIONE

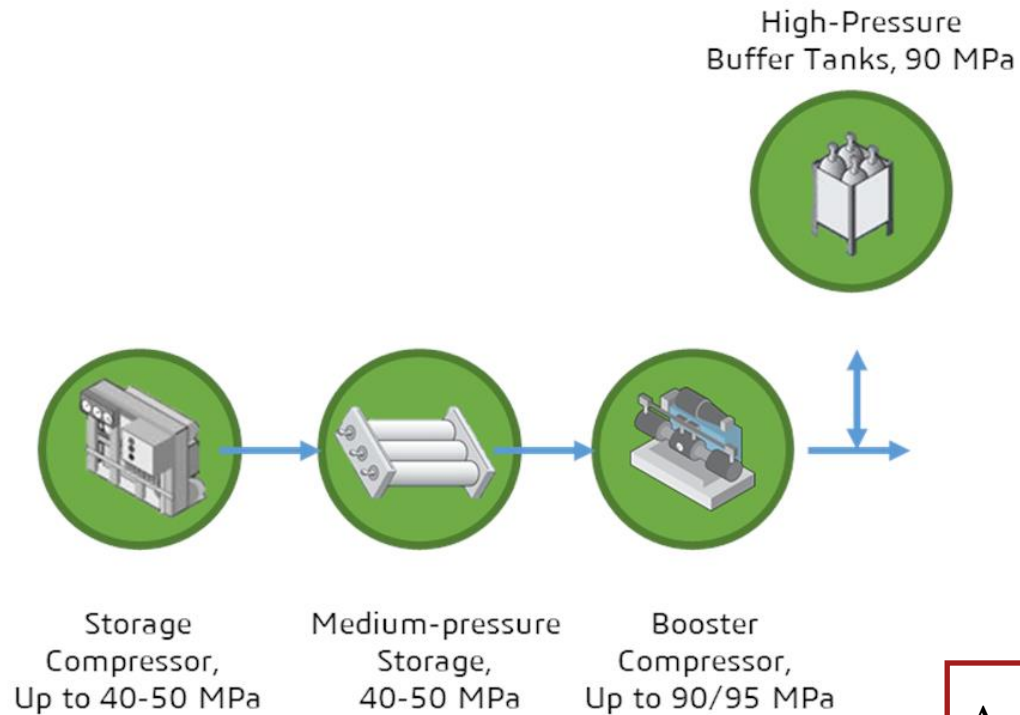


- Elettrolizzatore Alkaline Water Electrolyzer (AWE)
- Elettrolizzatore Proton Exchange Membrane Water Electrolyzer (PEMWE)
- Elettrolizzatore Solid Oxide Electrolyzer (SOE)
- Renewable Energy System (RES) to Hydrogen
- Sistemi Waste-to-Hydrogen

Analisi Energetica

Integrazione ed Analisi di Sistema

Analisi Ambientale ed Economica



COMPRESSIONE E STOCCAGGIO

- Stoccaggio di Idrogeno
 - Idrogeno gassoso compresso
 - Idrogeno liquido
 - Idruri metallici
- Compressione
 - Compressori meccanici
 - Compressori non meccanici

Analisi Energetica

Integrazione ed Analisi di Sistema

Analisi Ambientale ed Economica



RAFFREDDAMENTO E DISPENSING

- Raffreddamento di Idrogeno

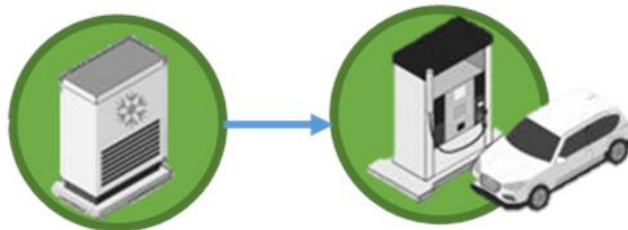
- 20 °C

- 40 °C

- Dispensing di idrogeno

- 350 bar

- 700 bar



H₂ Pre-cooling,
-40 °C
Station Type A

H₂ Dispensing,
Up to 3.6 kg/min
70 MPa, FCEV

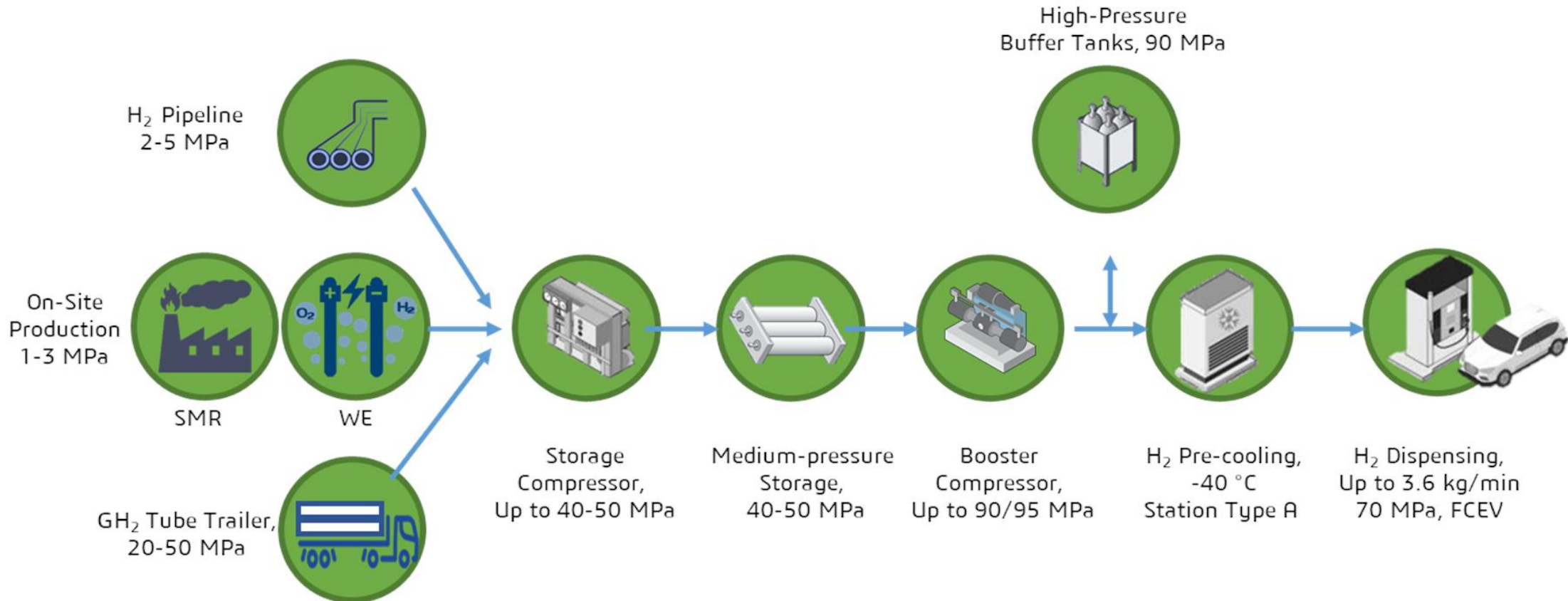
Analisi Energetica

Integrazione ed Analisi di Sistema

Analisi Ambientale ed Economica

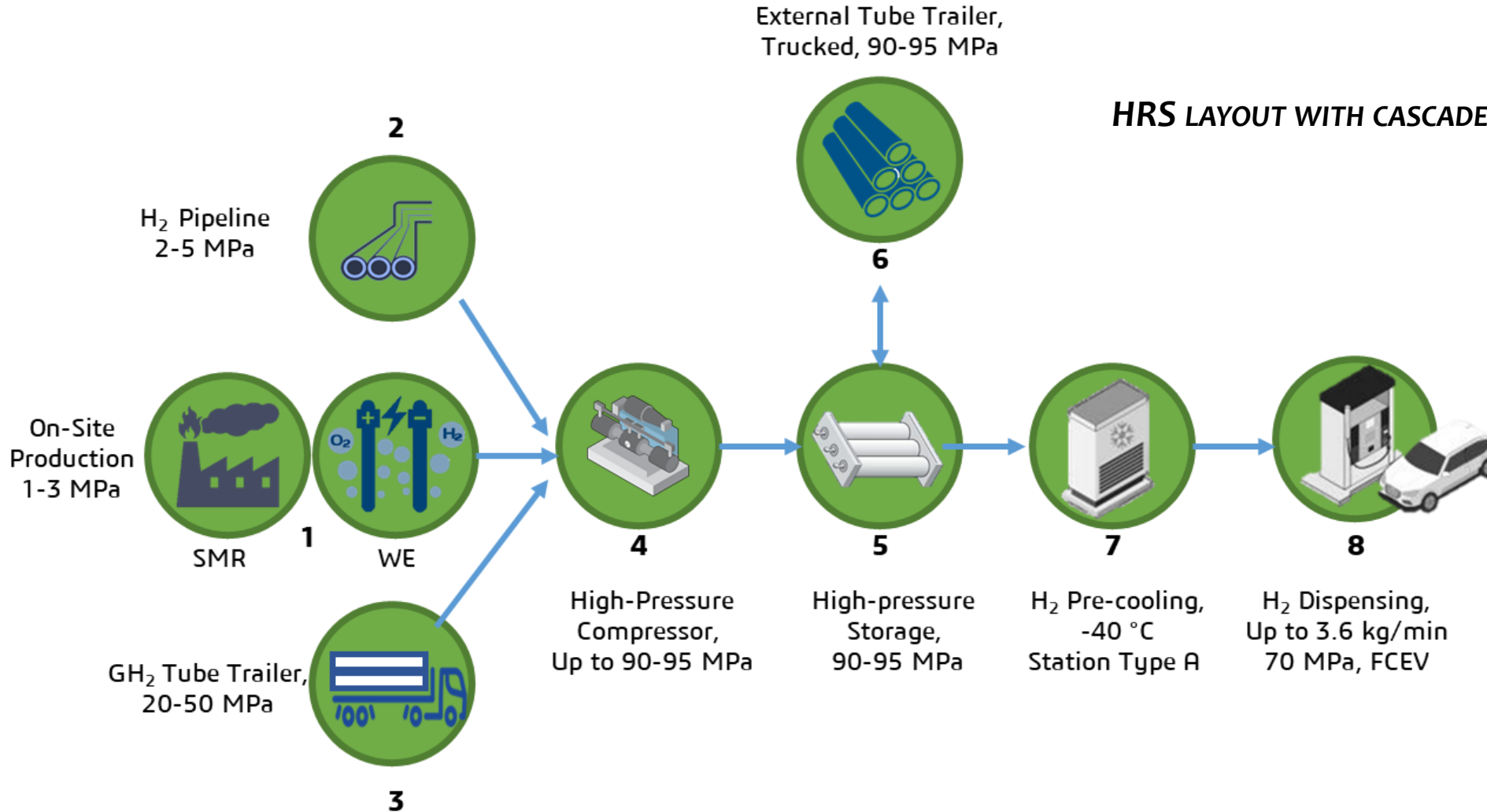


INFRASTRUTTURA PER LA PRODUZIONE, STOCCAGGIO E DISPENSING DI IDROGENO



HRS LAYOUT WITH A BOOSTER DISPENSING COMPRESSOR

INFRASTRUTTURA PER LA PRODUZIONE, STOCCAGGIO E DISPENSING DI IDROGENO



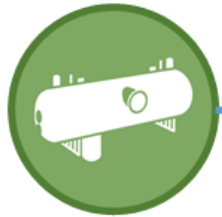


INFRASTRUTTURA PER LA PRODUZIONE, STOCCAGGIO E DISPENSING DI IDROGENO

Liquid Hydrogen
Truck Delivery

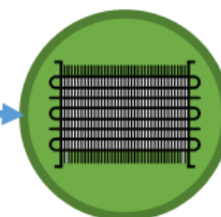


1



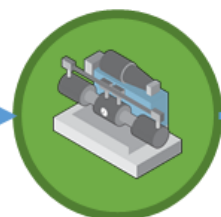
2

Cryogenic Storage
LH₂, -253 °C



3

Evaporator, HX
From LH₂ to GH₂



4

High-pressure
Compressor,
Up to 90/95 MPa



5

High-pressure
Storage,
90/95 MPa



6

H₂ Pre-cooling,
-40 °C
Station Type A

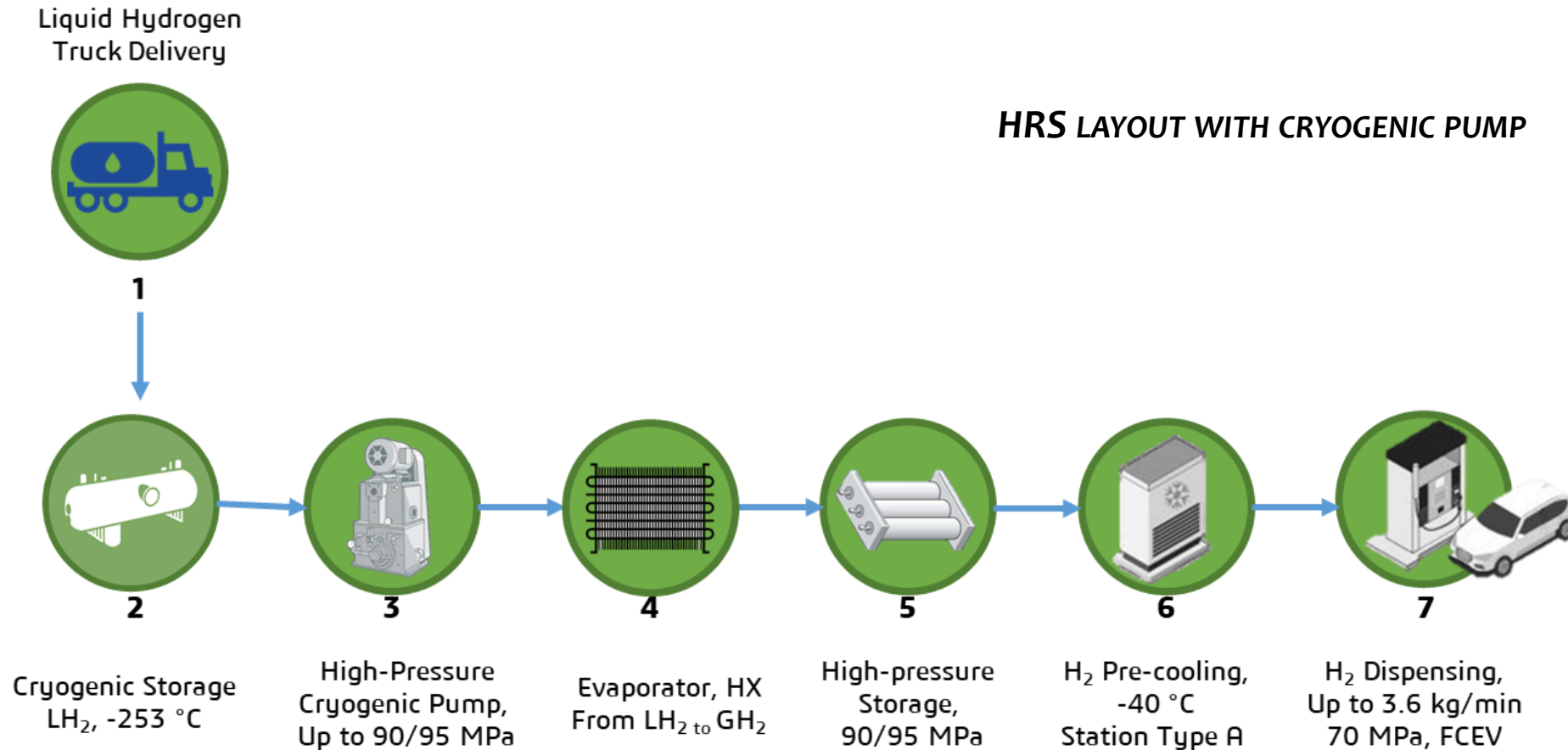


7

H₂ Dispensing,
Up to 3.6 kg/min
70 MPa, FCEV

HRS LAYOUT WITH LOW TEMPERATURE/LOW PRESSURE EVAPORATOR

INFRASTRUTTURA PER LA PRODUZIONE, STOCCAGGIO E DISPENSING DI IDROGENO

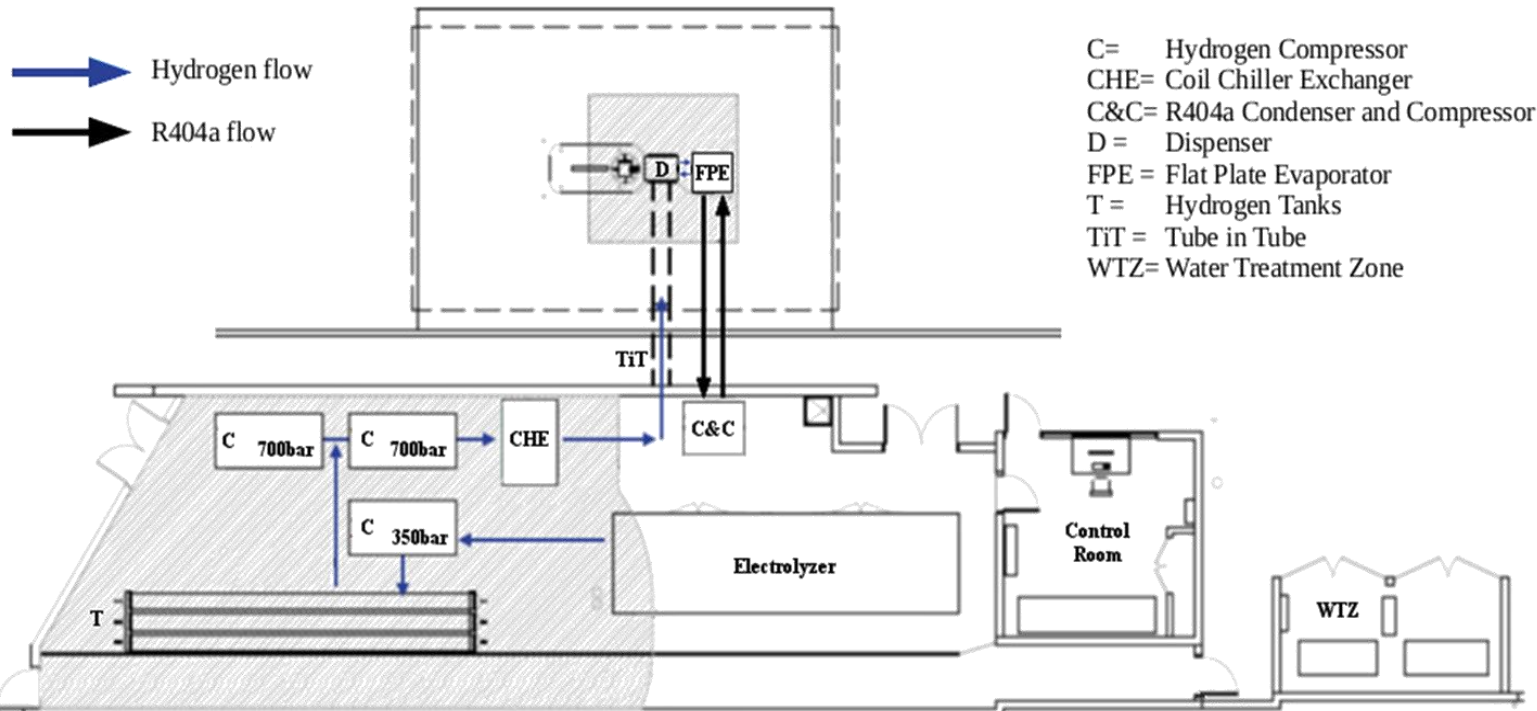




ATTIVITÀ SPERIMENTALI

CALIFORNIA STATE UNIVERSITY OF LOS ANGELES
HYDROGEN RESEARCH AND FUELING FACILITY

CAL STATE LA
CALIFORNIA STATE UNIVERSITY, LOS ANGELES





ATTIVITÀ SPERIMENTALI

1

Performance Assessment

On-site Data Collection & Database Analysis



- Hydrogen Losses in Fueling Station Operation
- Dispensing Performance and Fueling Process Analysis
- Hydrogen Station Energy Performance – Multi Annual Analysis

2

Performance Improvement

Experimental Activities – Planning and Execution



- Assuring Pulsation Free in Direct Fueling Process
- Improving Energy Efficiency in Station Operation with Auxiliary Cooling
- Direct Refueling Process VS Cascade Refueling Process

3

Insights for Further Improvement

Component Limits for a Potential Upgrade
& Insights on Potential Upgrading Layouts

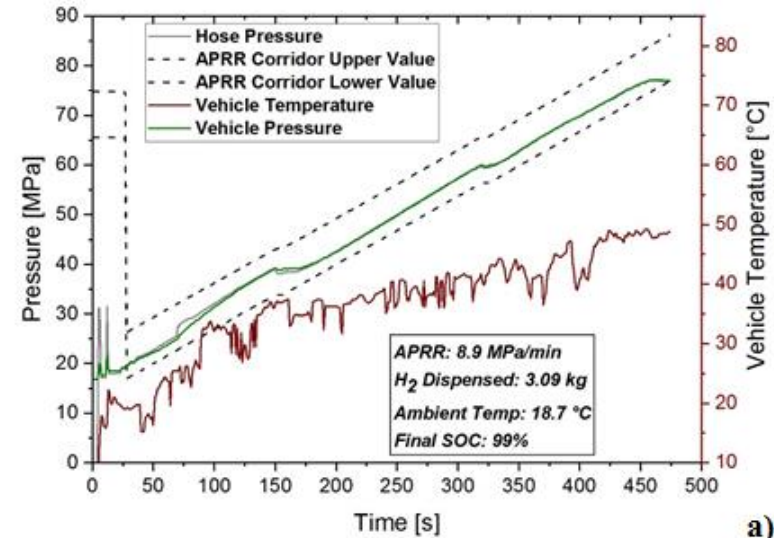
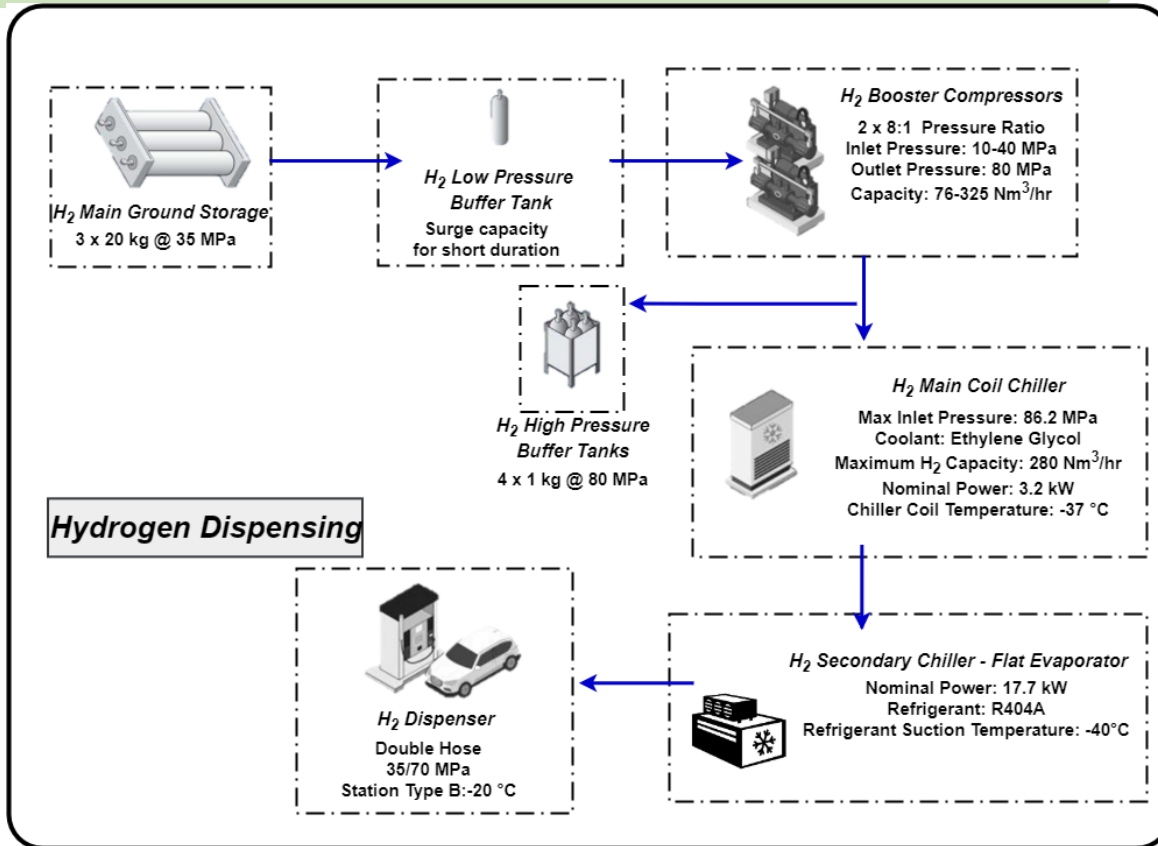


- Station Potential Upgrade

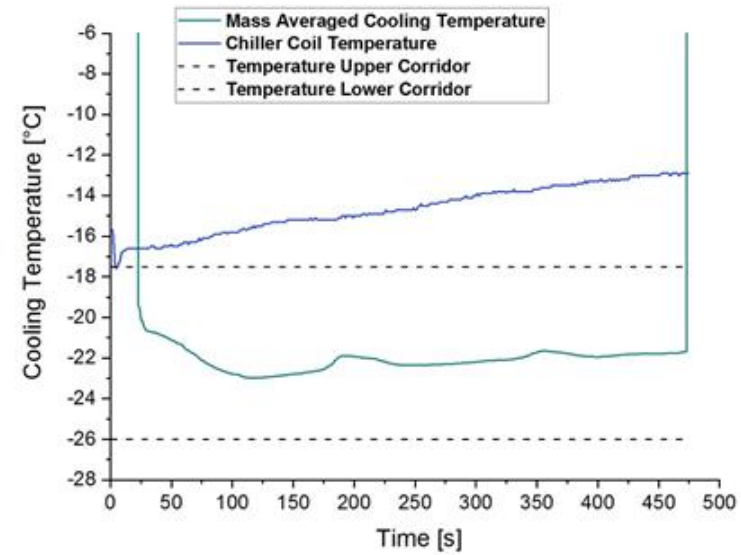


ATTIVITÀ SPERIMENTALI

2 - Dispensing Performance and Fueling Process Analysis



a)

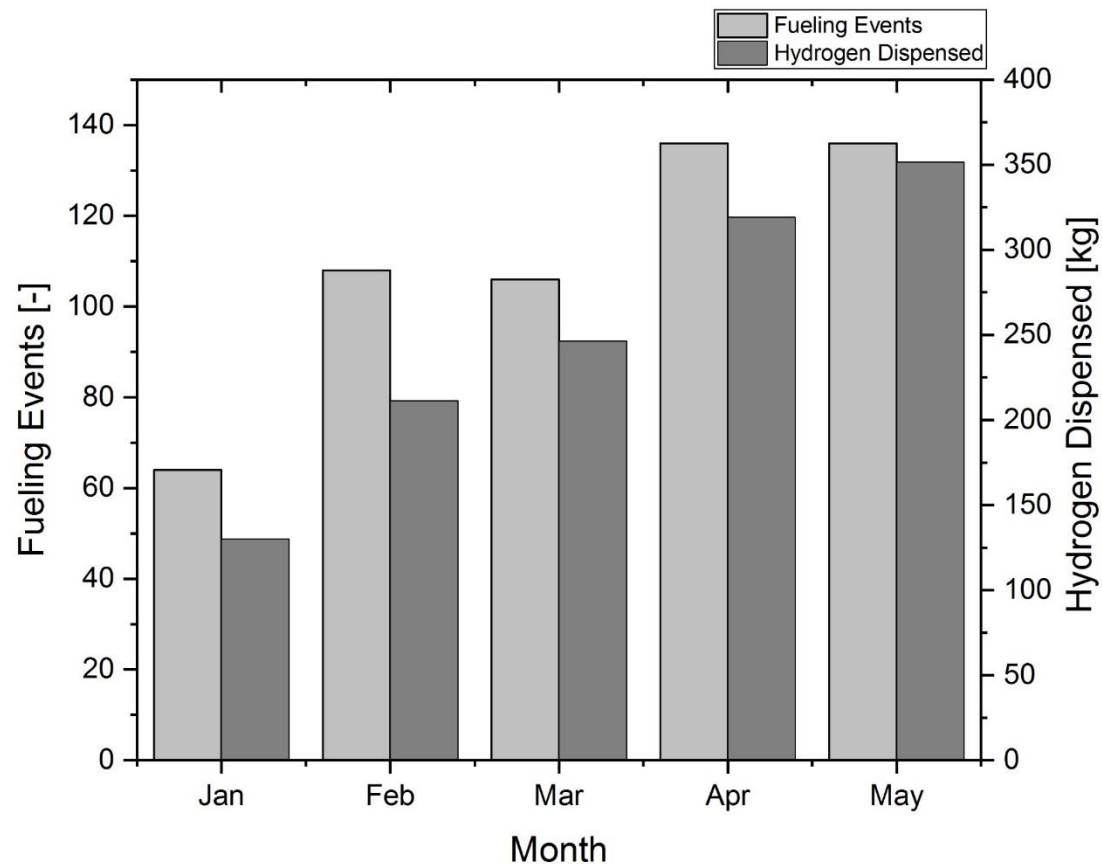


b)



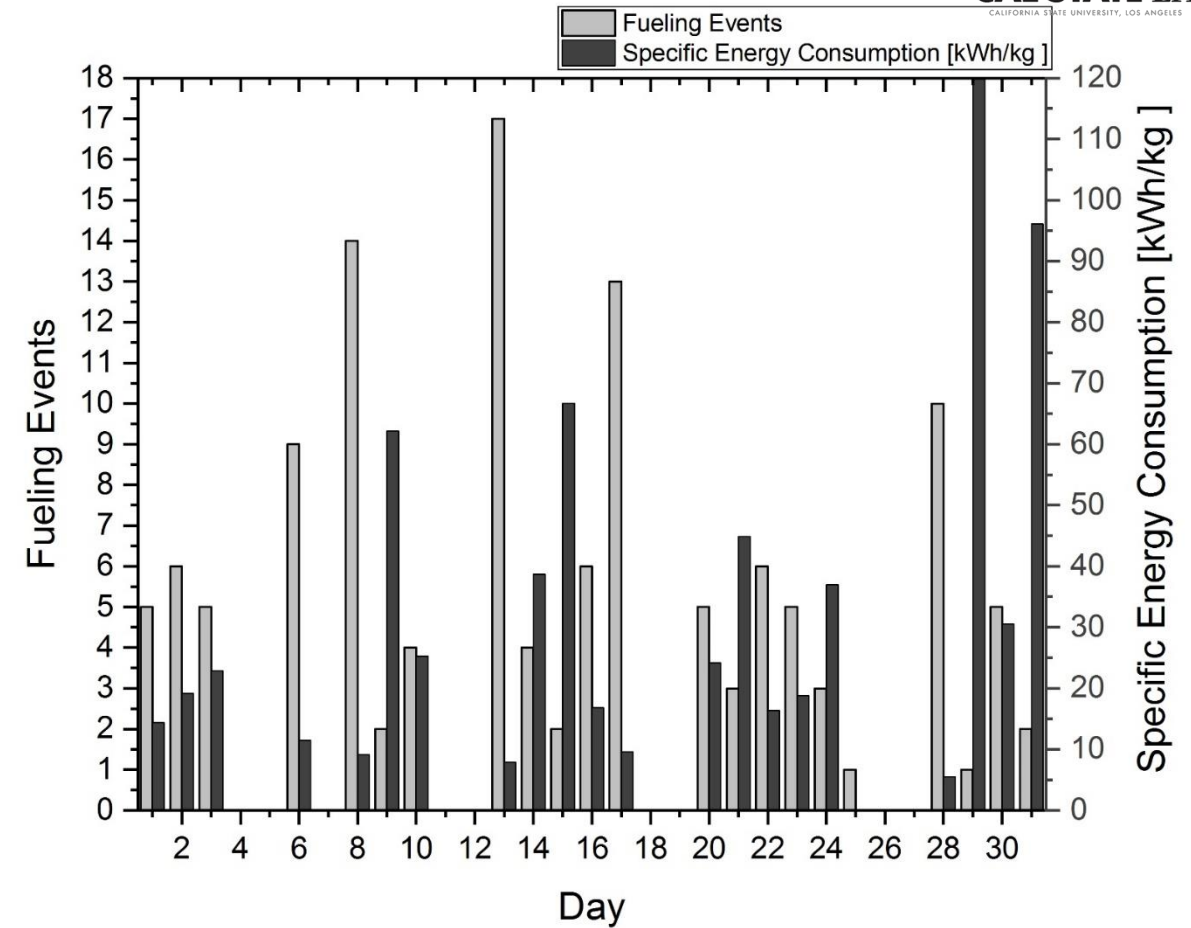
ATTIVITÀ SPERIMENTALI

2 - Dispensing Performance and Fueling Process Analysis Back-to-Back Fuelings - FCHVs – Car Sharing Program



Station Energy Consumption

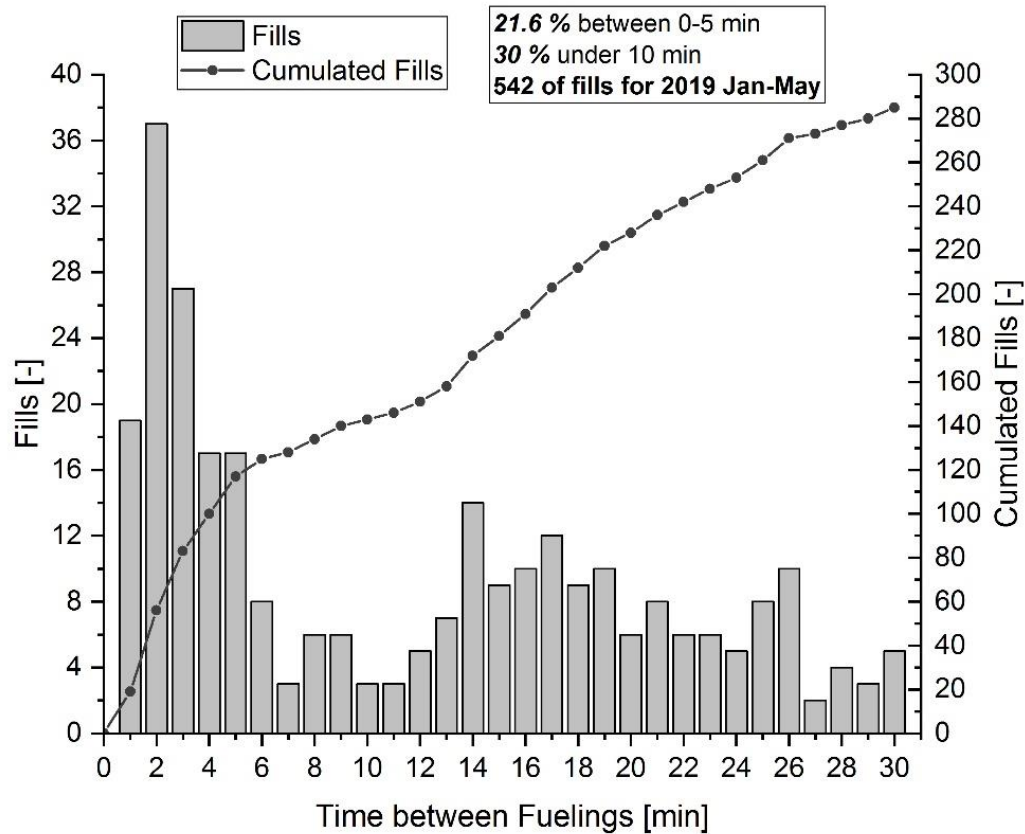
- Energy Performance
- Energy Analysis
- Best practices





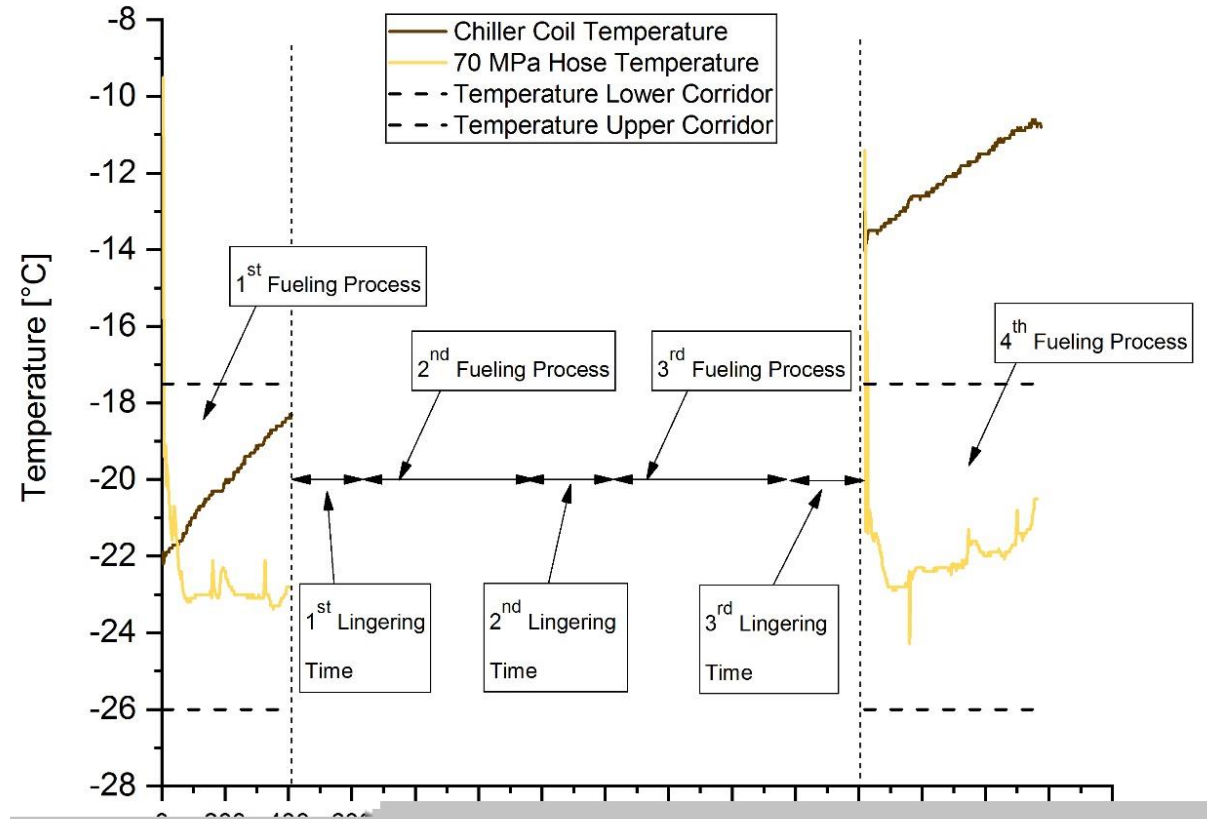
ATTIVITÀ SPERIMENTALI

2 - Dispensing Performance and Fueling Process Analysis Back-to-Back Fuelings - FCHVs – Car Sharing Program



Station Energy Consumption

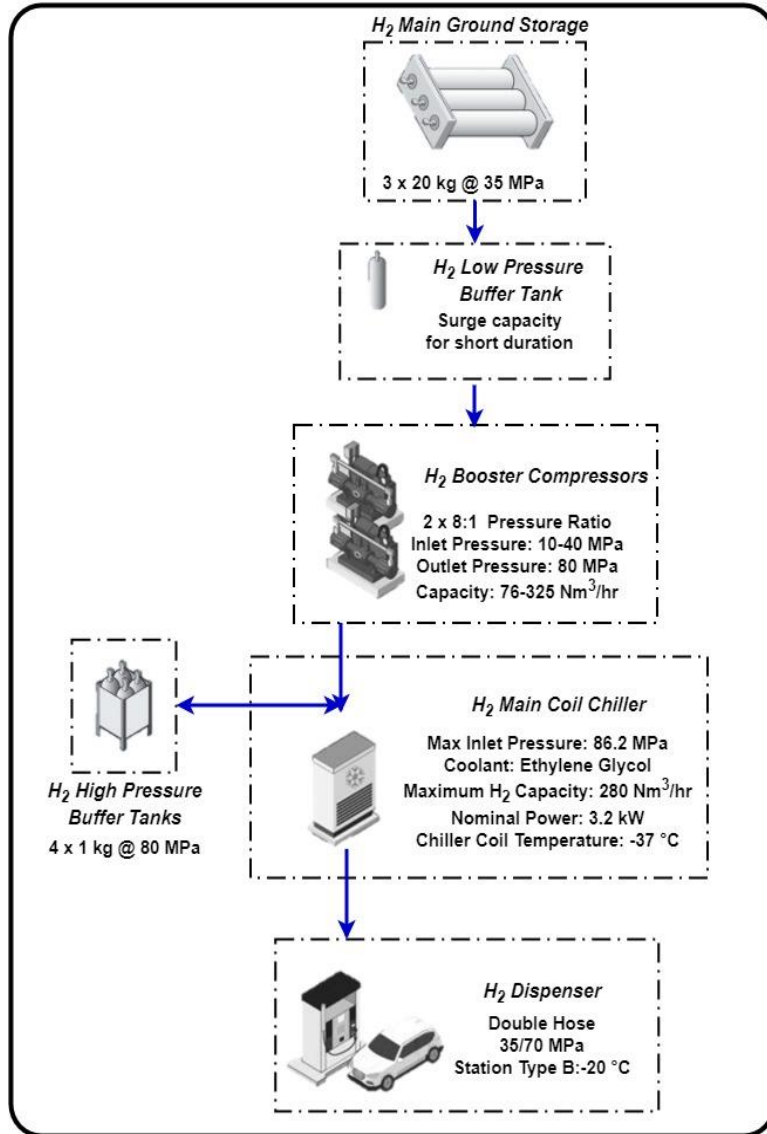
- Energy Performance
- Energy Analysis
- Best practices



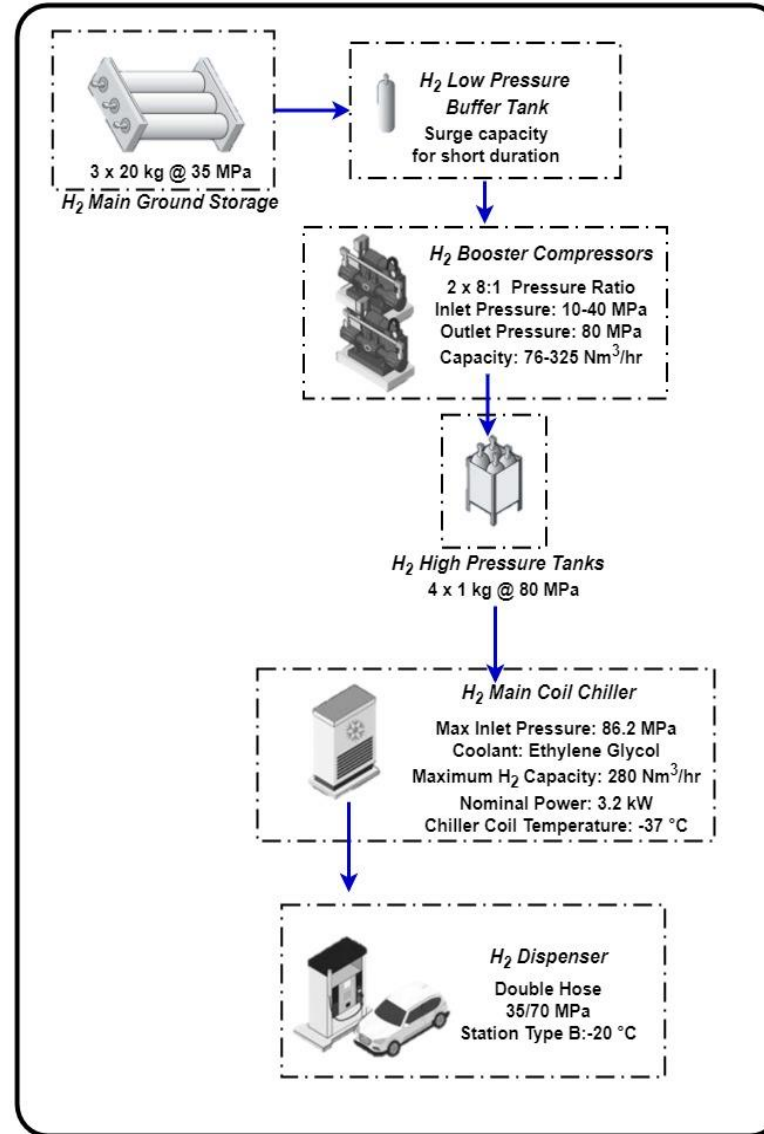
INFRASTRUTTURA DI RIFORNIMENTO DI IDROGENO



Directly Pressurized Refueling Process



Cascade Refueling Process



ATTIVITÀ SPERIMENTALI

6 - Direct Refueling Process VS Cascade Refueling Process
Energy Reduction in the Hydrogen Station Fueling Process



PROGETTI DI RICERCA E CONVENZIONI



PROGETTO SAFE H2D (SAFE, FAST AND EFFICIENT
HYDROGEN REFUELLING FOR HEAVY-DUTY VEHICLES)



Consiglio Nazionale
delle Ricerche



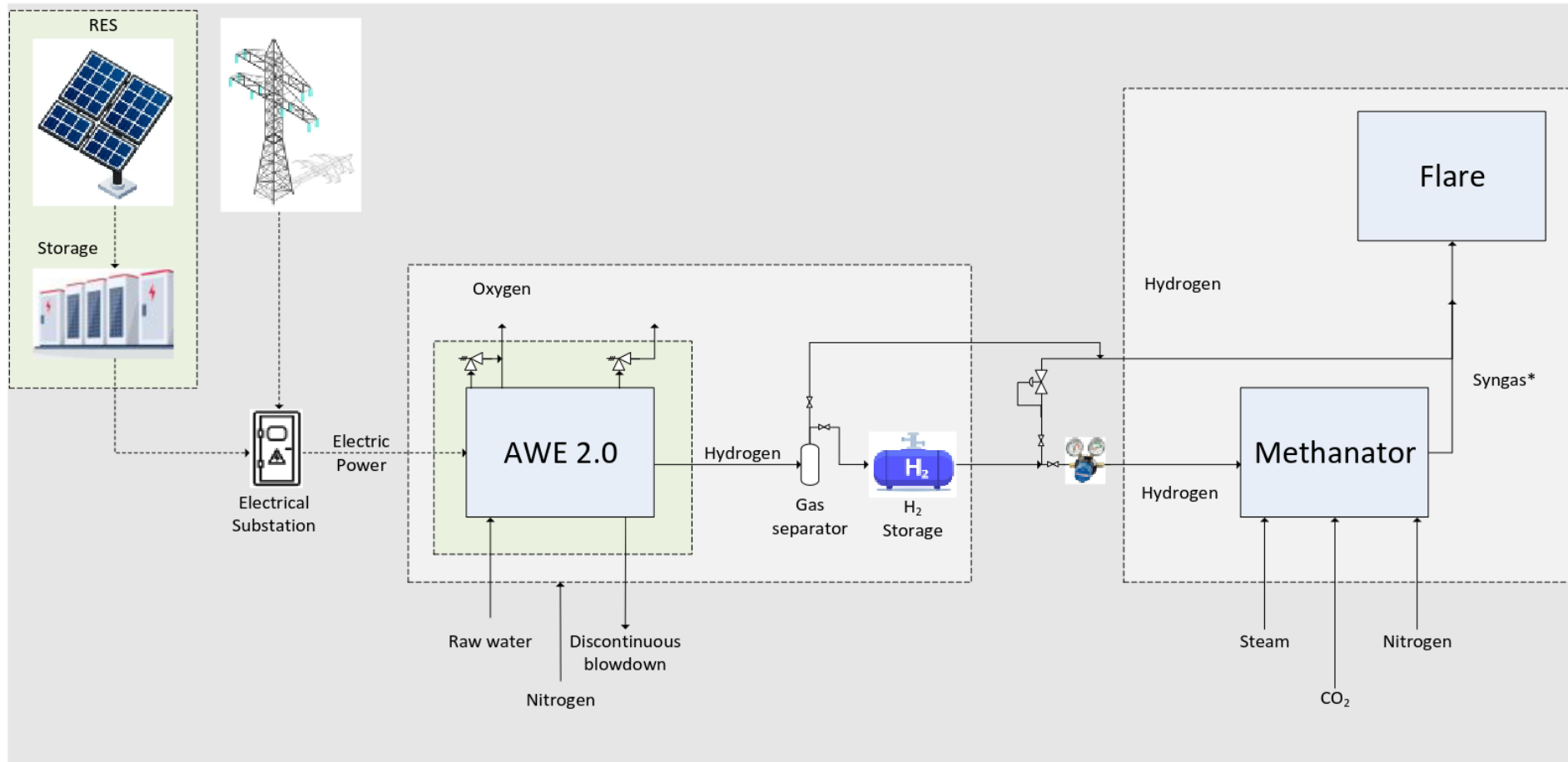
**SVILUPPO DI MODELLI DI OTTIMIZZAZIONE DELL'ESERCIZIO DEI PRINCIPALI
COMPONENTI COSTITUENTI DI STAZIONI DI RIFORNIMENTO A IDROGENO**

**STUDIO E OTTIMIZZAZIONE TECNICO-ECONOMICA DEL DIMENSIONAMENTO
E DELL'ESERCIZIO DEI PRINCIPALI COMPONENTI DI STAZIONI DI
RIFORNIMENTO A IDROGENO**



PROGETTI DI RICERCA E CONVENZIONI

CONCEZIONE ED IMPLEMENTAZIONE DI UN MODELLO MATEMATICO PER PREVEDERE LE PRESTAZIONI DI PROCESSO DI UN IMPIANTO LEGATO ALLA PRODUZIONE ED UTILIZZO DELL'IDROGENO VERDE



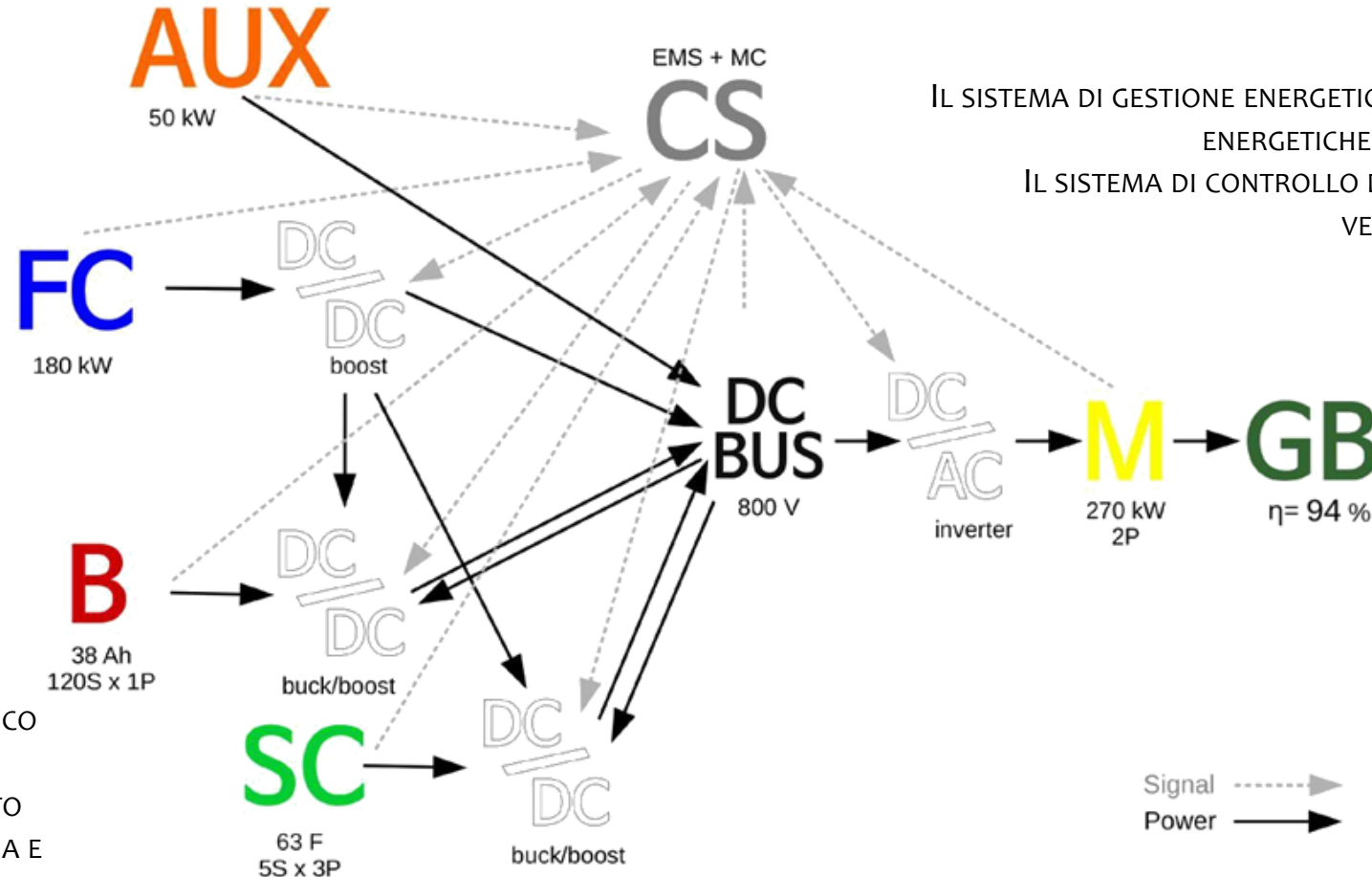
POWERTRAIN IBRIDO A FUEL CELL



ENERGY SOURCES

LA FUEL CELL È USATA COME MOTORE PRIMO, FORNENDO L'INTERA RICHIESTA ENERGETICA DEL VEICOLO

IL SISTEMA DI STOCCAGGIO ENERGETICO (COSTITUITO DA BATTERIA E SUPERCONDENSATORE) È UTILIZZATO PER COPRIRE LE VARIAZIONI DI ENRGIA E POTENZA.



IL SISTEMA DI GESTIONE ENERGETICA È UTILIZZATO PER CONTROLLARE LE FONTI ENERGETICHE ED ADOTTARE UN IDONEO POWER-SHARING. IL SISTEMA DI CONTROLLO DEL MOTORE È UTILIZZATO PER OTTENERE LA VELOCITÀ E LA COPPIA RICHIESTE DAL VEICOLO.

Veicoli Light-duty
Veicoli Heavy-duty

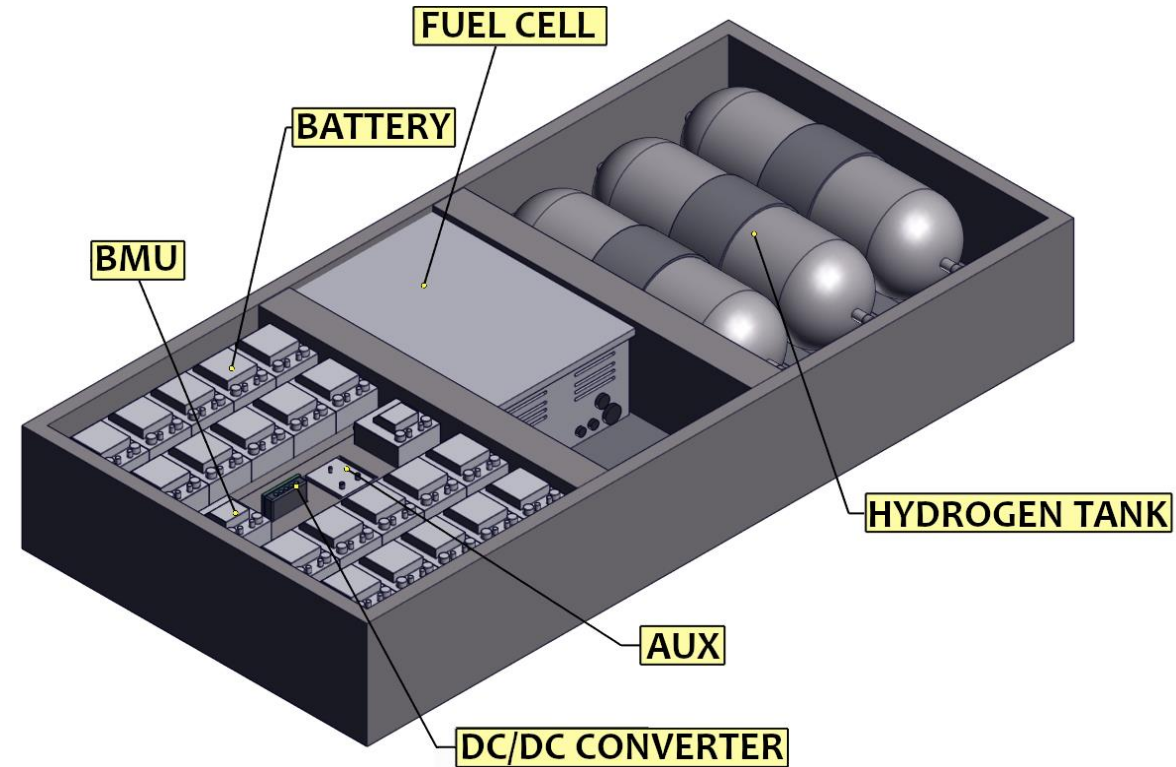
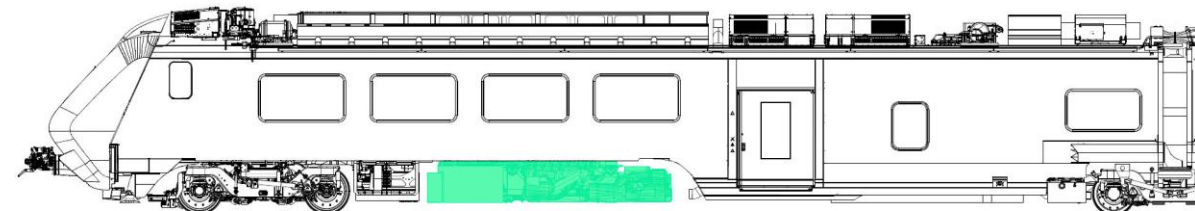
Analisi Energetica

Integrazione ed Analisi di Sistema



PROGETTI DI RICERCA E CONVENZIONI

STUDIO COMPARATIVO TRA TRENI BIMODALI ELETTRICI/IDROGENO CON CELLA A COMBUSTIBILE E
TRENI BIMODALI ELETTRICI/BATTERIE

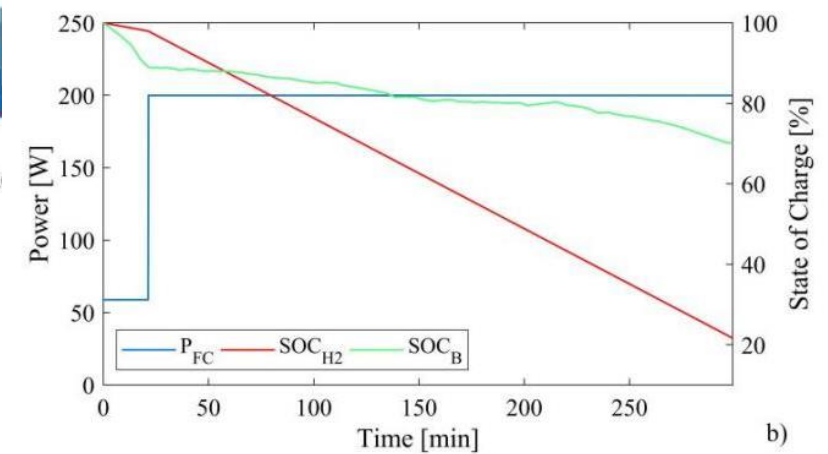
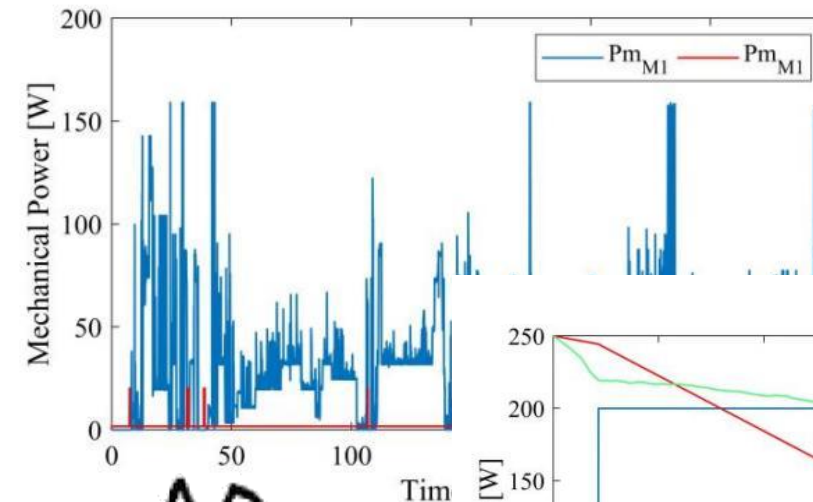
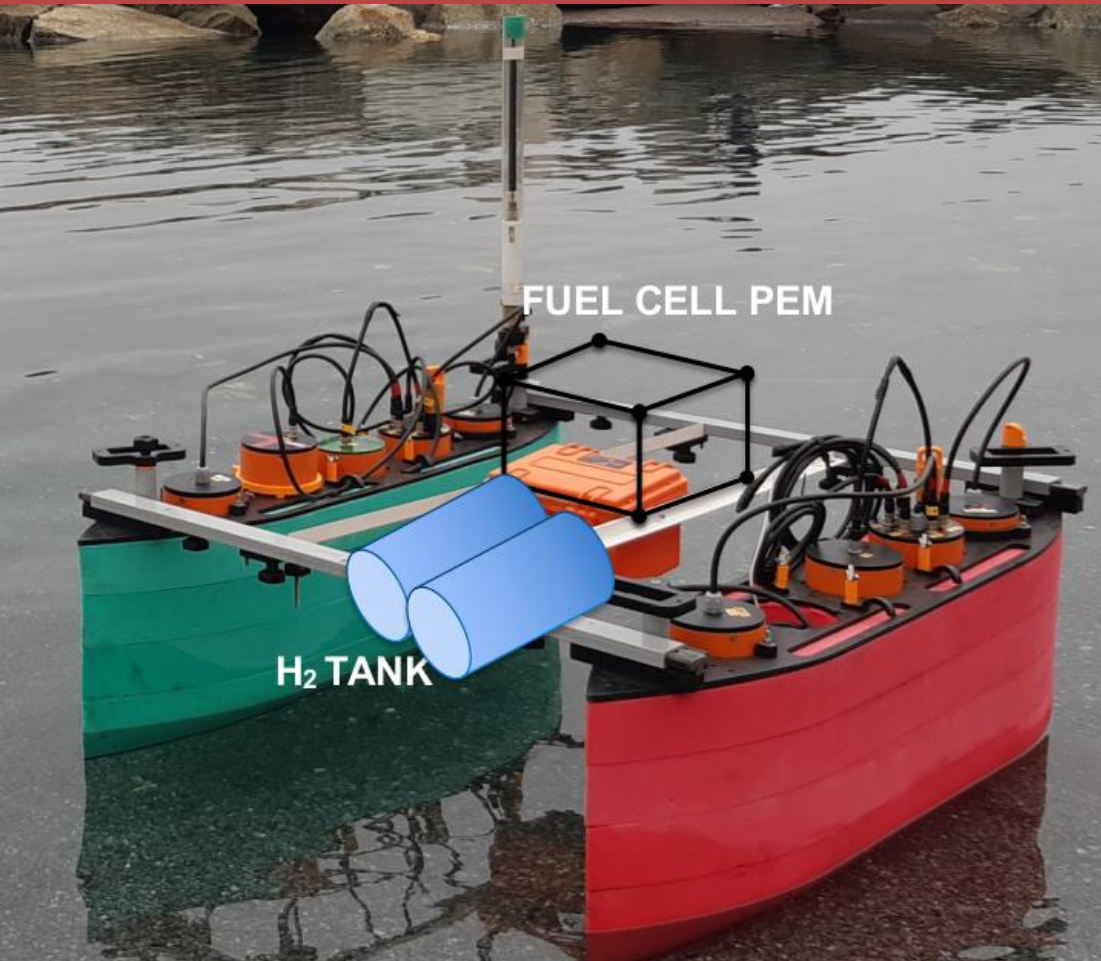


VEICOLO AUTONOMO MARINO



AUTONOMOUS ROBOTIC FOR EXTENDED SHIP (ARES)

DIMENSIONAMENTO, DEFINIZIONE DEL LAYOUT ED ANALISI DELLE PERFORMANCE



b)



PRINCIPALI LINEE DI RICERCA

- SISTEMI IBRIDI LOW-TEMPERATURE FUEL CELL (PEMFC) PER LIGHT-DUTY VEHICLES
- SISTEMI IBRIDI LOW-TEMPERATURE FUEL CELL (PEMFC) PER HEAVY-DUTY VEHICLES
- SISTEMI IBRIDI LOW-TEMPERATURE FUEL CELL (PEMFC)/BATTERIE/SUPERCONDENSATORI
PER RAIL APPLICATIONS
- FUEL CELL ELECTRIC VEHICLE (FCEV) TO GRID



IMPIANTI IBRIDI CON CELLE A COMBUSTIBILE AD ALTA TEMPERATURA ALIMENTATI CON BIOCOMBUSTIBILI.

Biomassa

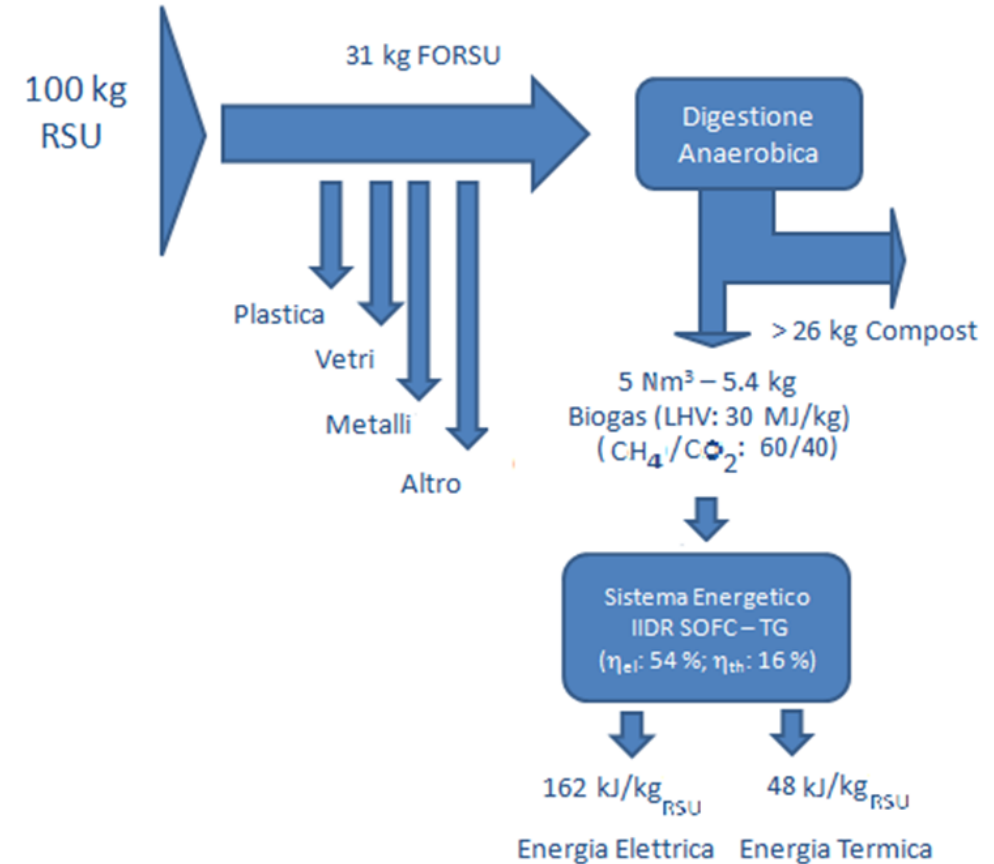
- Reflui/Fanghi/Forsu/Legno

Reattore Anaerobico/Gassificatore

- Biogas/Syngas/Idrogeno

Sezione Energetica (HTFC)

- Energia Elettrica/Termica/Frigorifera



SPEED-UP DELL'HYDROGEN ECONOMY

DIMEG

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
MECCANICA, ENERGETICA E GESTIONALE



UNIVERSITÀ
DELLA
CALABRIA



SPEED-UP DELL'HYDROGEN ECONOMY

DIMEG

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
MECCANICA, ENERGETICA E GESTIONALE



UNIVERSITÀ
DELLA
CALABRIA



Consiglio Nazionale
delle Ricerche



Hochschule Esslingen
University of Applied Sciences



Korea Institute of
Science and Technology



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

**Warsaw University
of Technology**



TECH4YOU
The more you change, the less climate changes.



ATENA
FUTURE TECHNOLOGY



CAL STATE LA
CALIFORNIA STATE UNIVERSITY, LOS ANGELES



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DELLA BASILICATA



NTNU



UNIVERSITY OF
BIRMINGHAM

**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE**

DIMEG

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
MECCANICA, ENERGETICA E GESTIONALE

UNIVERSITÀ
DELLA CALABRIA

