



**PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) –
MISSIONE 2 “RIVOLUZIONE VERDE E TRANSIZIONE ECOLOGICA” –
COMPONENTE 2 “ENERGIA RINNOVABILE, IDROGENO, RETE E MOBILITÀ
SOSTENIBILE” – INVESTIMENTO 3.5 “RICERCA E SVILUPPO SULL’IDROGENO”**

**“Sviluppo di mezzi innovativi a base di clatrati e di grafene per l’accumulo
dell’idrogeno a basso requisito energetico, alto contenuto di energia netta e basso
impatto ambientale”**

CUP F57G25000220006

- RELAZIONE TECNICO SCIENTIFICA -

**Fornitura di un sistema manometrico/volumetrico ad alta pressione per misure PCT,
cinetiche e cicliche fino a 200 bar e fino a -260°C / +500°C**

1. Inquadramento generale e obiettivi del progetto

L’acquisizione del sistema per misure volumetriche/manometriche ad alta pressione si inserisce nell’ambito del progetto PNRR *“Sviluppo di mezzi innovativi a base di clatrati e di grafene per l’accumulo dell’idrogeno a basso requisito energetico, alto contenuto di energia netta e basso impatto ambientale”* (CUP F57G25000220006), finanziato nell’ambito della Missione 2, Componente 2, Investimento 3.5 “Ricerca e sviluppo sull’idrogeno”. Il progetto mira allo sviluppo di materiali innovativi – in particolare **clatrati idrati, materiali grafenici, solidi nanostrutturati** – in grado di immagazzinare idrogeno con maggiore efficienza, stabilità e sicurezza rispetto alle tecnologie convenzionali. La validazione sperimentale di tali materiali richiede metodologie avanzate di caratterizzazione delle proprietà di **adsorbimento e desorbimento** del gas, con un controllo preciso dei parametri di **pressione, temperatura, cinetica e ciclicità** dei processi

Il sistema oggetto della fornitura costituisce un elemento essenziale della piattaforma sperimentale della **Gas Hydrate Facility (GHF)** del Dipartimento di Farmacia, poiché permette di:

- misurare in modo accurato **isoterme PCT** (Pressure–Composition–Temperature), indispensabili per la caratterizzazione termodinamica dei materiali per lo stoccaggio dell’idrogeno;
- determinare **cinetiche di assorbimento e rilascio**, fondamentali per la valutazione della rapidità di caricamento;



- realizzare **cicli di vita** e misurare la stabilità dei materiali su tempi lunghi;
- operare in un ampio intervallo di **temperature** e **pressioni**, includendo condizioni criogeniche richieste per i sistemi clatratici.

Nel contesto del progetto PNRR, tale strumentazione funge da **DEC (Dispositivo Equivalente Commerciale)**, ovvero un apparato sperimentale dotato di standard riconosciuti e certificati che:

- permette il **confronto diretto** con le tecnologie sviluppate nei Work Packages del progetto;
- consente la **validazione dei risultati** sperimentali ottenuti tramite dispositivi prototipali;
- permette di portare le attività alla soglia **TRL 4**, come richiesto dal piano di sviluppo;
- garantisce la **comparabilità dei dati** con infrastrutture di ricerca nazionali e internazionali.

Il possesso di un DEC è un requisito imprescindibile affinché i risultati prodotti nella GHF possano essere certificati, riproducibili e trasferibili al sistema industriale.

2. Motivazioni tecnico-scientifiche

Il sistema richiesto deve integrarsi pienamente con la rete di strumenti ad alta pressione e con le tecniche di caratterizzazione già presenti nella GHF (analisi spettroscopiche, calorimetriche, criogeniche). La **continuità tecnica e scientifica** con la strumentazione già in uso è necessaria per:

- mantenere omogeneità nelle metodologie di misura;
- evitare differenze sistematiche dovute a protocolli o hardware non compatibili;
- garantire la validità statistica dei confronti fra campioni, materiali e tecniche;
- conservare la storia sperimentale dei materiali già caratterizzati nel progetto.

La continuità di flussi di lavoro, software e protocolli è quindi fondamentale per l'avanzamento coerente del progetto.

In considerazione di tali aspetti, si ritiene che la ditta **Setaram** – rappresentata in Italia da **Automation S.r.l.** – è l'unico fornitore in grado di garantire:

- compatibilità completa con gli standard già presenti nella GHF;
- integrazione nativa con i moduli criogenici, calorimetrici e di analisi già previsti nel progetto;
- garanzia di coerenza metrologica e continuità sperimentale;
- assistenza tecnica ufficiale e certificata.



Pertanto, la fornitura è da considerarsi **non sostituibile** ai fini della realizzazione del progetto PNRR e del raggiungimento dei livelli TRL previsti, presentando condizioni di **infungibilità** quali:

- il sistema deve essere perfettamente compatibile con gli accessori criogenici al fine di lavorare nell'intervallo di temperatura $-260\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $200\text{ }^{\circ}\text{C}$, con opzione per operazioni fino a $500\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Il sistema deve essere facilmente aggiornabile per includere diversi supporti, tra cui un Microdosatore (0,4 ml) per misure di piccolissimi volumi. Il Microdoser Setaram è un accessorio brevettato (brevetto n. US 8.132.476 B2) che consente di effettuare determinazioni PCT accurate su campioni molto piccoli (fino a 5 mg di palladio, come dimostrato di seguito). La caratteristica principale è la capacità di iniettare dosi minime di $5\text{ }\mu\text{g}$ di H_2 .
- Lo strumento DEVE AVERE la capacità futura di essere accoppiato a un calorimetro di tipo Calvet ad alta pressione per misurazioni simultanee delle quantità e delle entalpie di adsorbimento/desorbimento.

L'acquisizione del sistema manometrico/volumetrico ad alta pressione rappresenta una **condizione necessaria** per garantire:

- la completa caratterizzazione dei materiali innovativi sviluppati nell'ambito del progetto;
- la loro validazione scientifica tramite DEC certificato;
- la continuità con la strumentazione esistente nella GHF;
- il rispetto degli obiettivi e dei deliverable previsti nel PNRR – Investimento 3.5.

Lo strumento consentirà di consolidare l'infrastruttura sperimentale dedicata ai materiali per l'idrogeno e di rafforzare ulteriormente la capacità di ricerca avanzata del Dipartimento di Farmacia.

Chieti, 12/02/2026

PI del Progetto

Prof. Pietro Di Profio