



**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

- CAPITOLATO TECNICO -

**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**

PREMESSA

Il presente capitolato tecnico riguarda la fornitura di un sistema avanzato per la caratterizzazione dell'assorbimento e desorbimento di gas su materiali innovativi tramite tecniche volumetriche e manometriche ad alta precisione. Tale strumentazione è essenziale per lo sviluppo sperimentale previsto nel progetto dal titolo **“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”**, finanziato nell’ambito del 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” (CUP: F57G25000220006).

Lo strumento richiesto riveste un ruolo fondamentale poiché funge da Dispositivo Equivalente Commerciale (DEC), necessario per confrontare e validare i risultati ottenuti attraverso differenti configurazioni e tecniche sperimentali sviluppate nel progetto. Tale attività di comparazione è indispensabile per la certificazione delle prestazioni dei materiali a livello TRL 4 e per la verifica della riproducibilità delle misure di assorbimento su sistemi grafenici e clatrati idrati.

L’ampio intervallo operativo del sistema, sia in pressione che temperatura, consente di esplorare condizioni sperimentali rappresentative delle applicazioni reali di stoccaggio di gas, garantendo al contempo la robustezza dei dati e la confrontabilità con standard internazionali.

CAPITOLATO TECNICO

Il sistema che incontra le esigenze del progetto di ricerca sopracitato deve avere le seguenti caratteristiche:

- Possibilità di eseguire Isoterme PCT.
- Cinetica singola automatica.
- Ciclo automatico pressione-temperatura.
- Autocalibrazione (incluso kit di calibrazione portatile, con precisione dello 0,1%).



- Guarnizioni senza elastomeri.
- Sistemi di sicurezza integrati.
- Volume morto ultra-basso.
- Trasferimento del campione senza aria.
- Funzionamento con diversi tipi di gas, tra i quali: idrogeno, CO₂, metano, ammoniaca, alcani C2-C6, N₂ e Ar.
- Stazione di raffreddamento e supporto per campioni criogenici (fino a -260 °C).
- Possibilità di aggiornare lo strumento con i seguenti supporti:
 - Portacampioni (7,5 ml) (400 °C) con pozzetto per termocoppia
 - Portacampioni per liquidi (9 ml)
 - Portacampioni per film sottile (60 ml)
 - Portacampioni per grandi volumi (65 ml)
 - Portacampioni per piccoli volumi (4 ml)
 - Portacampioni per alte temperature 500 °C: 3,5 ml,
 - Microdosatore (0,4 ml)
- L'unità deve essere fornita con accessori per funzionare da -260 °C a 200 °C, con opzione per operazioni fino a 500 °C.
- Controllo PID automatico integrato del gas di lavoro.
- Collettore di gas riscaldato.
- Capacità di commutare automaticamente tra trasduttori di alta pressione (0-200 bar) e bassa pressione (0-18 bar), per misurazioni di pressione comprese tra 0,1 mbar e 202 bar standard.
- La risoluzione del sensore di pressione di 0,1 mbar e la precisione di almeno 0,12% del valore letto per il sensore di bassa pressione e del 0,025% del fondo scala (o 50 mbar) per il sensore di alta pressione.
- Lo strumento deve essere costituito da componenti interamente in acciaio inossidabile 316 per un'elevata compatibilità con l'idrogeno e altri gas.
- Lo strumento deve utilizzare speciali valvole non elettriche ad alta pressione (202 bar) con le seguenti caratteristiche:
 - tassi di perdita estremamente bassi (1X10⁻⁹ std cm³ /s).



- variazioni di volume molto ridotte durante il funzionamento per ridurre gli errori di variazione di volume che influenzano le misurazioni.
 - Guarnizioni esterne metallo su metallo.
 - Nessun riscaldamento come avviene con le valvole solenoidi che causano errori dovuti al riscaldamento del gas.
 - Valvola manuale dello stesso tipo sul supporto del campione per trasferimenti di campioni senza aria.
- Connessioni basate su saldature TIG o raccordi con guarnizioni metalliche su tutti i componenti del gas.
- Lo strumento deve avere almeno cinque volumi calibrati:
 - 15 mL
 - 23 mL
 - 170 mL
 - 1000 mL
 - 1200 mL
- Un sesto volume opzionale (0,5 ml) DEVE ESSERE disponibile per l'aggiornamento al fine di poter misurare campioni molto piccoli (volume del campione 0,4 ml).
- Il sistema deve avere numerosi sistemi di rilevamento delle perdite con allarmi e modalità di spegnimento di sicurezza, come ad esempio:
 - Un sensore di rilevamento di gas infiammabili impostato su 100 PPM di idrogeno che si calibra automaticamente, invia un allarme acustico e interrompe l'alimentazione delle valvole quando viene registrata una condizione di allarme.
 - Un allarme per gas infiammabili apre il coperchio superiore dello strumento per segnalare che si è verificata una condizione di allarme e per ventilare il collettore del gas.
 - Monitoraggio continuo da parte del software dei limiti di sovratemperatura nel collettore del gas e nel supporto del campione con modalità di spegnimento di sicurezza che chiude tutte le valvole in caso di allarme.
- Il sistema può essere accoppiato a uno spettrometro di massa e DEVE AVERE la capacità futura di essere accoppiato a un calorimetro ad alta pressione per misurazioni simultanee delle quantità e delle entalpie di adsorbimento/desorbimento.



GARANZIA, INSTALLAZIONE E FORMAZIONE

Il sistema dovrà essere fornito con garanzia full risk di almeno 12 mesi, comprensiva di manutenzione ordinaria e straordinaria, assistenza tecnica e aggiornamenti software. L'installazione, il collaudo e il training del personale dovranno essere effettuati da tecnici specializzati della società offerente. Il completamento della fornitura, comprensivo di installazione e collaudo, dovrà avvenire entro nove mesi naturali e consecutivi dalla data di stipula dell'ordine.