



**Politecnico
di Torino**

CAPITOLATO SPECIALE D'ONERI

**Fornitura di un sistema di prova prototipale per celle a combustibile
PEMFC**

CUP F57G25000300006 - CUI F00518460019202500052

**Progetto LightPEM - Missione 2 - Componente 2 - Linea di investimento
3.5 - codice progetto 54_PRR25_MAH01**



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



**Ministero
dell'Università
e della Ricerca**



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Sommario

1. AMBITO AFFIDAMENTO	3
2. CARATTERISTICHE TECNICHE MINIME.....	3

1. AMBITO AFFIDAMENTO

Con particolare riferimento all'affidamento di cui al presente CSO, si precisa che:

1. con Decreto Direttoriale del MITE n. 72 del 10 febbraio 2025, è stata ammessa a finanziamento la proposta progettuale "Light-PEM", presentata in risposta all'Avviso pubblico finalizzato alla selezione di proposte progettuali inerenti attività di ricerca fondamentale nell'ambito del 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", finanziato dall'Unione Europea – Next Generation EU", rif. n. 4 del 23.03.2022;
2. la proposta progettuale, di durata pari a 17 mesi, è stata presentata dal Politecnico di Torino (POLITO), congiuntamente all'Università della Calabria (UNICAL), all'Università degli Studi di Roma Tor Vergata (UNITOV), alla Spesso Gaskets S.r.l., quali soggetti co-proponenti;
3. l'obiettivo del progetto "Light-PEM" è quello di indagare soluzioni innovative del sistema PEMFC alimentato ad idrogeno per la propulsione elettrica in ambito sia aeronautico che di trasporto heavy duty.

2. CARATTERISTICHE TECNICHE MINIME

Le seguenti caratteristiche tecniche costituiscono requisiti tecnici minimi necessari e richiesti a pena di esclusione per la fornitura, installazione e collaudo di un banco prova plug-and-play per celle a combustibile a membrana a scambio protonico (PEMFC) destinato alle attività sperimentali presso il Dipartimento di Scienza Applicata e Tecnologia (DISAT).

Lo strumento deve possedere le seguenti **specifiche tecniche**:

Il banco prova è progettato per l'analisi e il test di celle a combustibile a membrana a scambio protonico (PEMFC) operanti a bassa e media temperatura (fino a 150 °C), in configurazioni a singola cella o short-stack fino a 25 cm² di area attiva.

▪ CARATTERISTICHE PRINCIPALI:

Parametro	Valore richiesto
Potenza nominale	1-300 W
Corrente massima	30 A
Tensione massima	10 V
Area attiva testabile	Fino a 25 cm ²
Pressione operativa (anode/catodo)	0-3 bar
Temperatura operativa	Fino a 150 °C
Gas supportati	H ₂ , O ₂ , Aria, N ₂
Umidità relativa	0-100 RH a 150°C
Tipologia di test	Test di performance e durabilità accelerata (AST-capable) — con possibilità di operare nel range di 1–1.5 V, umidità relativa variabile, pressione parziale

	di ossigeno variabile e modalità cicliche di avvio/arresto (Start & Stop).
Tipologia di celle	Celle singole e short stack inclusi. Per gli short stack, piatti intermedi intercambiabili.

▪ **CIRCUITI E CONTROLLO DEI GAS:**

Il banco prova dovrà essere dotato di due circuiti indipendenti (anodico e catodico), ciascuno equipaggiato con:

Linea anodica

- Alimentazione H_2 da bombola o da elettrolizzatore esterno (fino a 10 NI/min @ 5 bar);
- Alimentazione N_2 per purga automatica e miscele H_2/N_2 (0–50% N_2);
- Sistema di umidificazione a contatto o CEM (Bronkhorst o equivalente) con controllo dew point 25–150 °C;
- Pre-riscaldamento gas e linee riscaldate fino a 150 °C;
- Regolatore elettronico di contropressione (1–5 bar);
- Valvola di sicurezza e linea di purga dedicata.

Linea catodica

- Alimentazione da O_2 puro o aria compressa (fino a 20 NI/min @ 5 bar);
- Umidificazione e deumidificazione automatica con scarico condensa;
- Pre-riscaldamento gas e linee riscaldate fino a 150 °C;
- Regolatore elettronico di contropressione (1–5 bar);
- Sistema di by-pass e valvole di isolamento.

Deumidificazione e scarico

- Doppio sistema di deumidificazione con scarico automatico della condensa;
- Convogliamento gas esausti verso linea di sfiato o aspirazione dedicata (fornita dal committente).

Tutti i componenti dovranno essere realizzati in acciaio inox, PEEK o PTFE per garantire compatibilità chimica e resistenza alla corrosione.

▪ **SENSORISTICA E SICUREZZA:**

Il sistema dovrà garantire il rispetto delle normative di sicurezza per l'uso di idrogeno in ambiente non classificato ATEX, tramite:

- Sensori di temperatura su ingressi/uscite cella e umidificatori;
- Sensori di pressione su anodo e catodo;
- Rilevamento H₂ (min. 2 sensori, area test e vano idraulico);
- Ventilazione forzata e interblocco di porte di sicurezza;
- Arresto automatico e purga N₂ in caso di allarme (sovratemperatura, sovrappressione, fuga H₂);
- Interruttore di emergenza;
- PLC di sicurezza (Beckhoff TwinSafe o equivalente) conforme a IEC 61508;
- Certificazione CE e conformità alle direttive 2006/42/CE, 2014/30/EU, 2014/34/UE (ATEX), PED 2014/68/UE.

▪ **SOFTWARE E CONTROLLO:**

Il banco dovrà essere gestito da un sistema di automazione integrato, comprendente:

- PLC industriale (Beckhoff o Siemens) con I/O analogici e digitali;
- PC industriale con software proprietario o equivalente (AULOS o LabVIEW);
- Sequencer automatico per test DC e AC, curve di polarizzazione, durabilità e startup/shutdown;
- Controllo PID per temperatura, pressione e umidità;
- Database SQL per archiviazione e richiamo dati;
- Dashboard web-based per monitoraggio remoto e gestione parametri;
- Interfacce LAN, USB, HDMI e supporto scripting Python.

▪ **EIS (IMPEDANCE SPECTROSCOPY):**

- Sistema Impedance System integrato (tipo MIST o simile)
- 8 canali simultanei espandibili fino a 16
- Isolamento galvanico canale-canale >300 V e interfaccia >1000 V
- Range frequenze 50 mHz – 50 kHz
- ADC 12 bit, campionamento simultaneo
- Interfaccia SPI industriale (5V/3.3V TTL/CMOS)
- Sampling simultaneo su tutti i canali

▪ **STRUTTURA E DIMENSIONI:**

- Configurazione da banco, con struttura compatta a telaio rigido in acciaio inox per garantire stabilità e resistenza alla corrosione.
- Dimensioni utili richieste per l'inserimento del banco prova:
 - Larghezza complessiva: 800 mm $\pm$ 5 mm
 - Spazio laterale per ingresso/servizi: 410 mm $\pm$ 3 mm
 - Fronte utile necessario per operatività e manutenzione: 1800 mm $\pm$ 10 mm
 - Altezza massima installabile: 1310 mm $\pm$ 5 mm
- Architettura plug-and-play, con accesso frontale dedicato alle connessioni gas, elettriche e di aspirazione, per semplificare installazione e manutenzione.

Materiali costruttivi anticorrosione: acciaio inox AISI 304/316, componentistica in PEEK e PTFE per compatibilità con agenti chimici aggressivi.

▪ **COLLAUDO, ACCETTAZIONE E DOCUMENTAZIONE:**

Collaudo in fabbrica (FAT)

Il fornitore effettuerà un FAT presso la propria sede alla presenza del committente, con verifica funzionale di:

- Tenuta circuiti gas e sicurezza;
- Stabilità di controllo PID di temperatura, pressione e umidità;
- Acquisizione dati e interfaccia software;
- Prova di efficienza del sistema di purga e allarmi di sicurezza.

Collaudo finale (SAT)

Il collaudo finale sarà eseguito presso il Politecnico di Torino, comprendendo:

- Avviamento completo;
- Test di singola cella standard; Curva I-V.
- Verifica calibrazione sensori;
- Formazione operatore (min. 2 giorni).

Collaudo finale (SAT)

- Manuale d'uso e manutenzione (in italiano o inglese);



- Schemi elettrici, pneumatici e di processo (PDF e CAD STP);
- Dichiarazione CE di conformità;
- Lista ricambi e parti soggette ad usura;
- Report di collaudo FAT e SAT.

▪ **GARANZIA E MANUTENZIONE:**

- Garanzia minima: 12 mesi dalla consegna;
- Manutenzione preventiva e straordinaria eseguibile da remoto via VPN;
- Supporto tecnico in 8 h lavorative e intervento on-site entro 5 giorni;

▪ **CONDIZIONI GENERALI DI FORNITURA**

Voce	Specifica
Consegna	3 mesi dall'ordine
Trasporto	Inclusa
Installazione	Inclusa
Collaudo e training	Inclusi
Garanzia minima	12 mesi
Certificazioni	CE, EMC, ATEX, PED
Documentazione	IT/EN PDF e CAD
Indirizzo consegna	DISAT - Corso Duca 20bis, Torino con consegna AL PIANO
Contatto	Prof. Alessandro Monteverde