



POLITECNICO
MILANO 1863



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO**



LEAP
FOUNDED IN 2005 BY
POLITECNICO DI MILANO



RETE ALTA TECNOLOGIA
EMILIA-ROMAGNA
HIGH TECHNOLOGY NETWORK



TECNOPOLO PIACENZA

Digital Energy Storage Park

PNRR – Infrastrutture Tecnologiche di Innovazione

Missione 4, Componente 2, Linea di investimento 3.1

Piacenza, 30/11/2023

BACKGROUND

Il progetto **DES-Park** è un'iniziativa a valere sulla misura d'investimento 3.1 della missione 4 – componente 2 del **PNRR** nell'ambito della quale il **MUR** intende cofinanziare infrastrutture tecnologiche di innovazione (bando n. 3265 del 28.12.2021).

Il progetto prevede un budget di circa **28 M€** con **49% di cofinanziamento** da parte del **MUR**, mentre la restante parte deve essere conferita da un partenariato industriale.

L'headquarter sarà stabilito presso la **Ex-centrale Emilia** nella città di Piacenza. Grazie alla presenza di ampi spazi, sarà possibile installare sistemi di **taglia medio-grande** (>10 MW). Oltre alla sede di Piacenza, verrà stabilita una sede distaccata nel Mezzogiorno.

MODALITA'

Per la realizzazione e la gestione della facility, è prevista la creazione di un **Partenariato Pubblico Privato (PPP)**, con la nascita di una **società mista**: DES-Park s.c.a.r.l.

Le apparecchiature di DES-Park possono essere selezionate in funzione degli interessi dei partner industriali che ne garantiranno il cofinanziamento.

La scadenza per la realizzazione dell'infrastruttura è 31/12/2025; la società dovrà raggiungere almeno i 15 anni di vita.

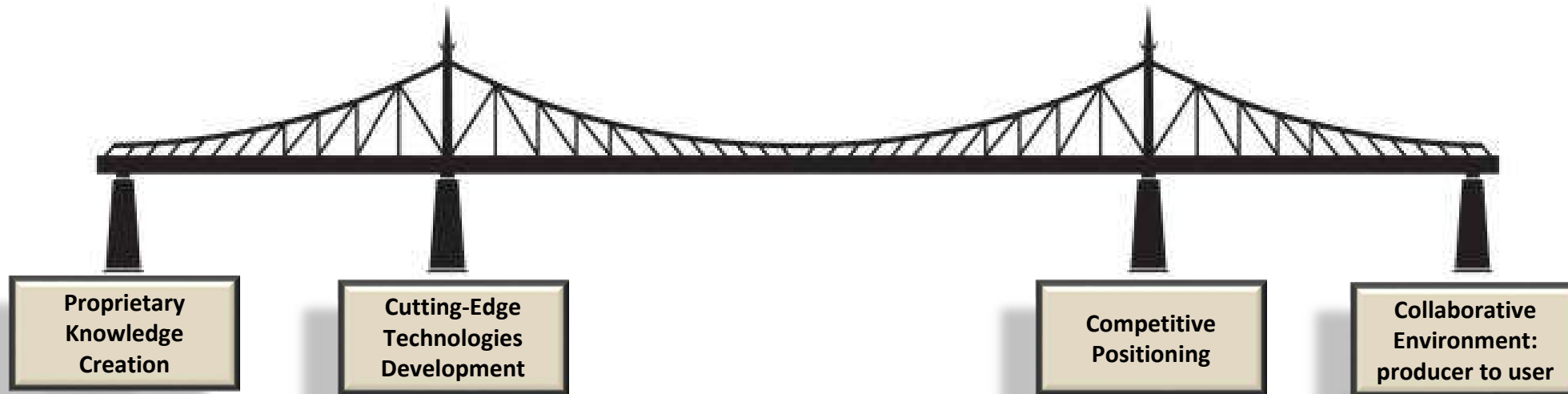
OBIETTIVI

Costituzione di un **centro di eccellenza** dedicato allo **sviluppo, sperimentazione e certificazione** di sistemi di media e grande taglia per:

(i) Energy Storage a maturità tecnologica medio-alta (chimico, elettrochimico, termico, termodinamico)

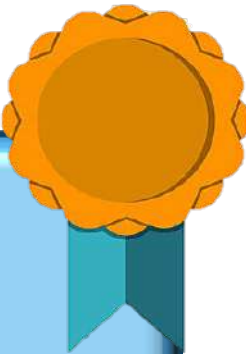
(ii) Digital management di sistemi di produzione, accumulo e reti "multi-energy" dominate da rinnovabili.

Supportare le aziende nell'industrializzazione di tecnologie di energy storage e sistemi digitali di gestione dell'energia → **focus su TRL 7+**



DES-Park – Mission

- ❖ DES-Park come **ponte** tra l'industria ed il mercato → **aumento del grado di maturità tecnologica dei sistemi di storage**
- ❖ DES-Park come **tramite** per veicolare le rinnovabili verso la società → **contributo alla transizione energetica**



ESIGENZA

Con la crescente penetrazione delle rinnovabili, i sistemi di storage energetico avranno un ruolo centrale nella transizione energetica → **tema di interesse strategico con ampi margini di posizionamento per l'industria italiana**

OPPORTUNITA'

Creare il centro di riferimento a livello nazionale ed europeo per l'innovazione nel settore dello storage
Infrastruttura di pregio disponibile (ex-centrale Emilia): connessione, servizi, spazi
51% cofinanziamento

STRATEGIA

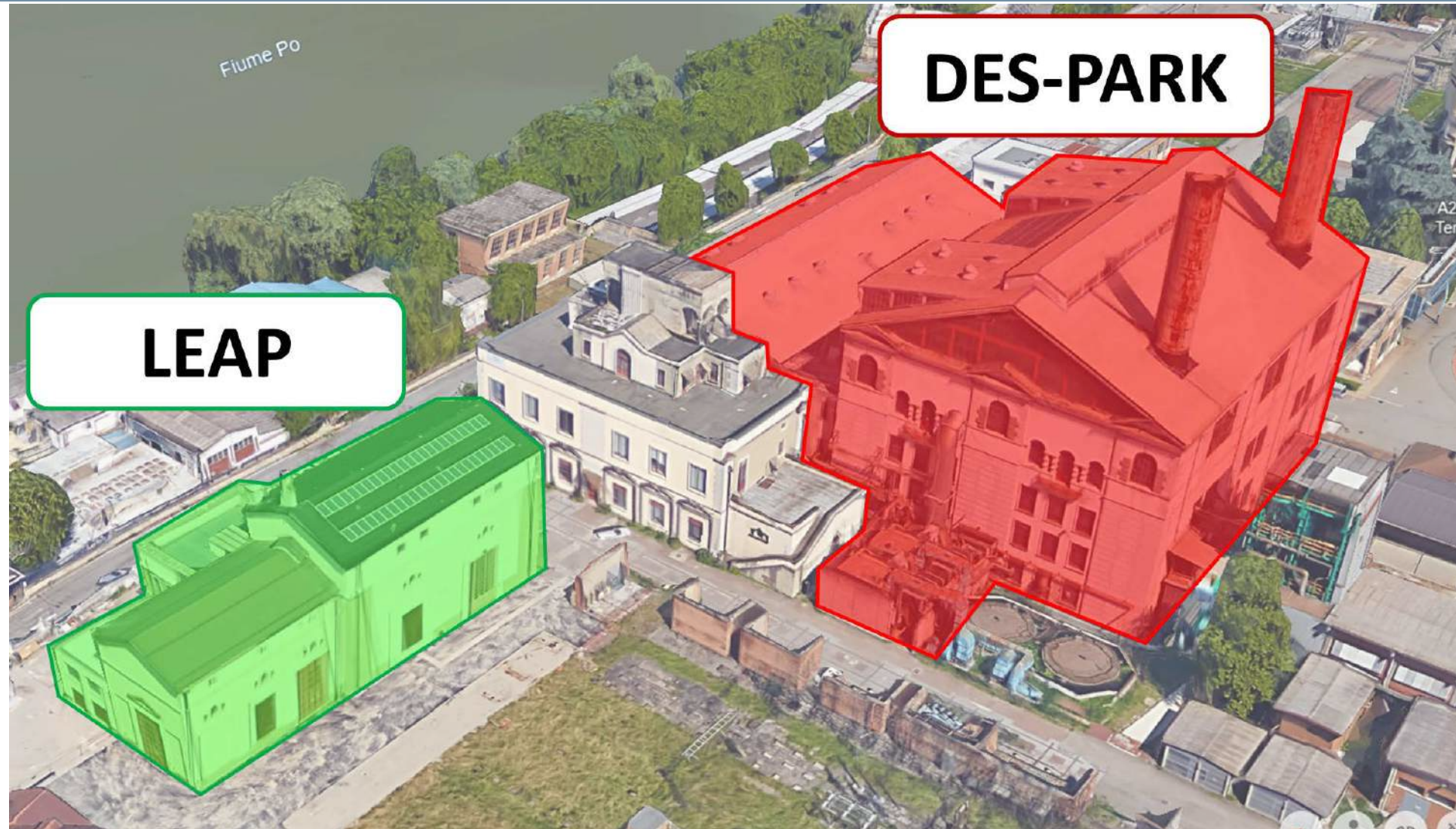
Costituzione di una PPP che unisce università, enti di ricerca, industria ed Istituzioni
Ambiente collaborativo di co-progettazione con possibilità di Trasferimento di proprietà intellettuale sviluppata in DES-Park nei riguardi dei partner industriali
DES-Park dovrà essere in grado di autosostenersi per mezzo di (i) servizi ai partner fondatori a tariffa agevolata, (ii) servizi a terzi con mark-up, (iii) partecipazione a progetti di ricerca finanziati con fondi EU.

La storia del progetto DES-Park

	2021			2022												2023													
	Ott	Nov	Dic	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic		
Progetto DES-Park	Concettualizzazione					★	Presentazione progetto																						
							Valutazione MUR		★	Proposta accettata																			
									Dialogo MUR (PPP)																				
															DES-Park Value Proposition						★ Pubblicazione Bando ed. 1								
																			Bando PoliMi Edizione 1		Preparazione materiale dialogo competitivo						★ Pubblicazione Bando ed. 2		
																											Bando PoliMi Edizione 2		
Dialogo Partner	Indagine di mercato																												
	★ Kick-Off Meeting 28 giugno 2022						Dialogo con potenziali partner e raccolta feedback										★ Plenaria 7 luglio 2023												
													★ Plenaria 30 settembre 2022				Presentazione DES-Park n.1		★ Plenaria 30 novembre 2023										
																							Dialogo con potenziali partner interessati				★ Presen. n. 2		
Attività Ex-Centrale										Sopralluoghi in Ex-Centrale																			
										Dialoghi con Uni-Salento per la Sede nel Mezzogiorno																			
									Visita As. 1		Visita As. 2		★ Definizione area DES-Park																
																			Pre-analisi configurazione DES-Park da input indagine di mercato										

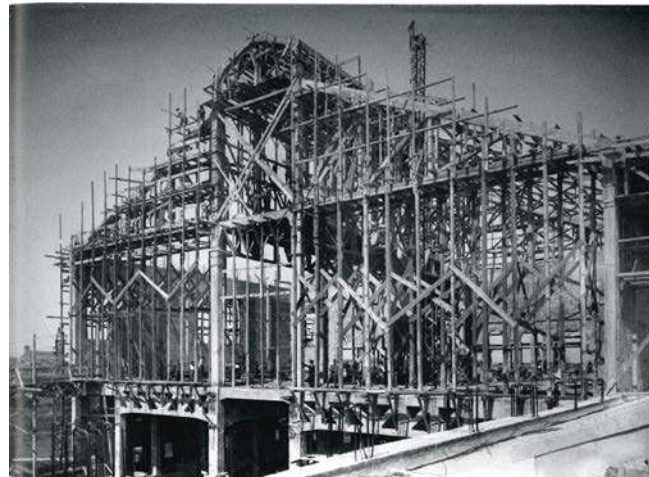
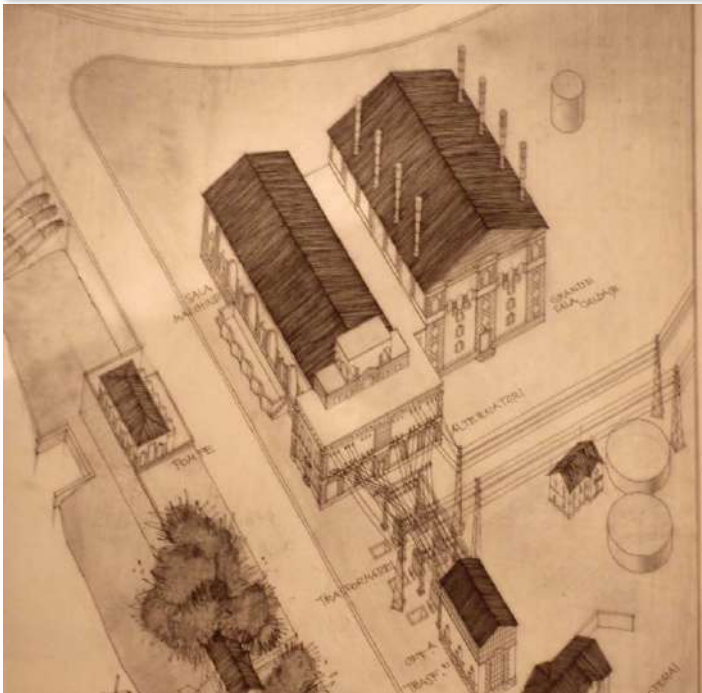
WP1: Location - recupero e valorizzazione di parte dell'ex-Centrale Emilia

DES-Park sarà ubicato nelle vicinanze di LEAP, nel contesto dell'ex-Centrale Emilia, in via Nino Bixio 27



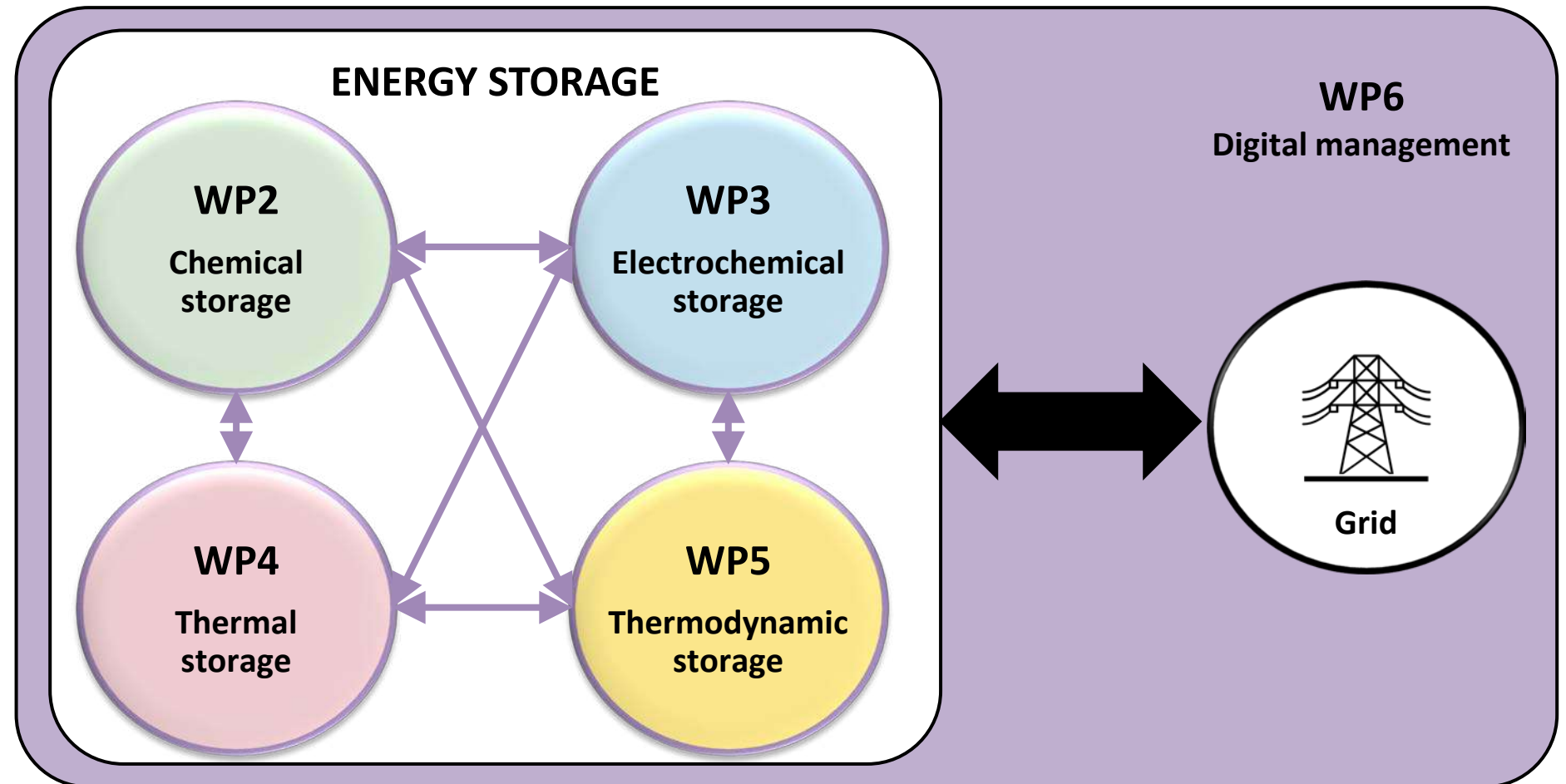
WP1: Location - recupero e valorizzazione di parte dell'ex-Centrale Emilia

Il primo WP del progetto è focalizzato sul recupero di parte dell'ex-centrale Emilia quale sede per l'installazione delle apparecchiature sperimentali



WP 2 – 6: I Dipartimenti del Centro

I WP tecnologici del progetto DES-Park (WP 2 – 6) mirano alla realizzazione della dotazione infrastrutturale a disposizione dei **5 dipartimenti** del futuro centro di eccellenza.



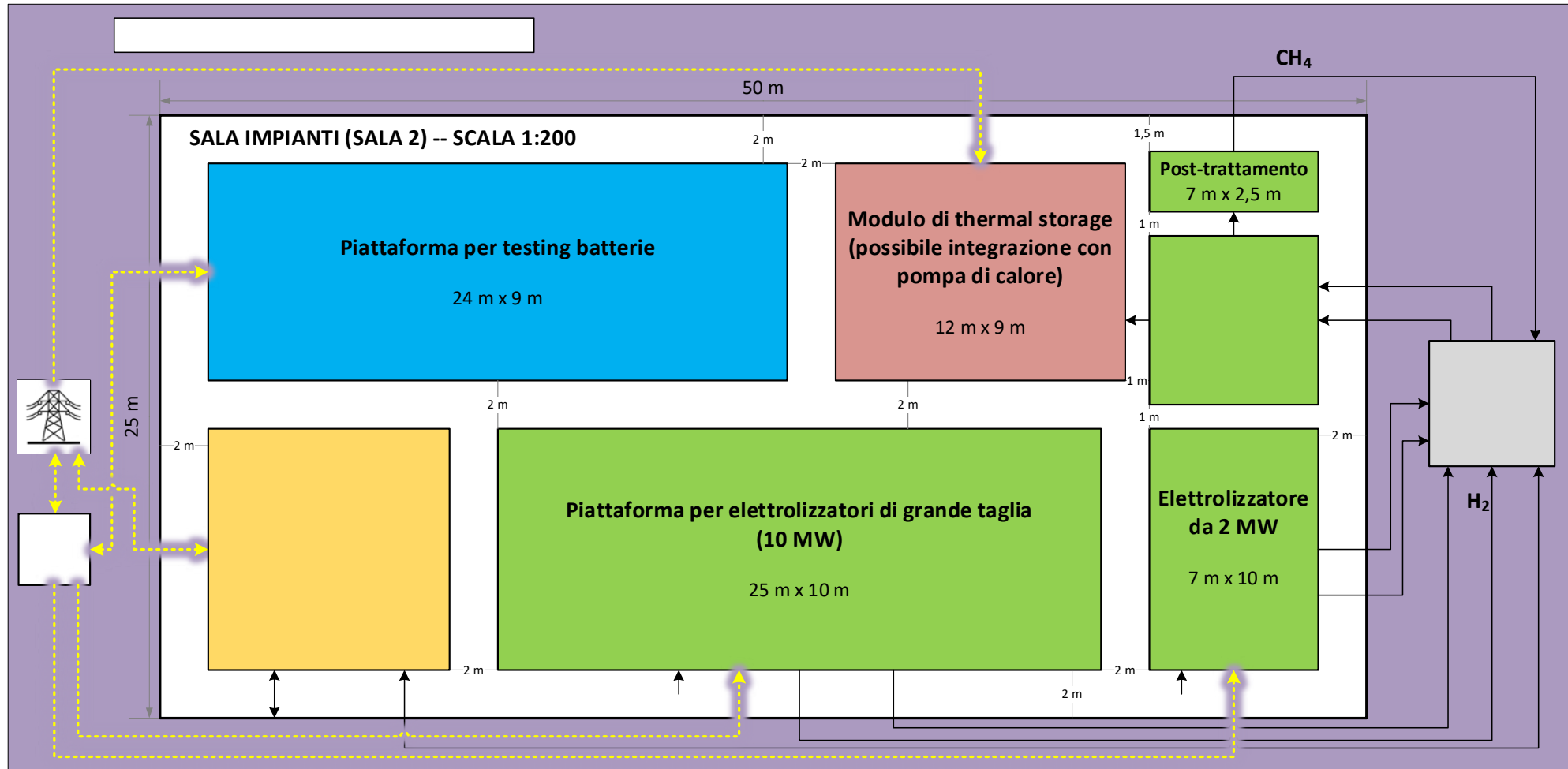
Esito indagine di mercato: Ipotesi configurazione DES-Park

Configurazione di 3 Sale:

- Sala 1: Sala controllo
- Sala 2: Sala impianti
- Sala 3: Sala servizi/ausiliari



Esito indagine di mercato: Ipotesi configurazione DES-Park - Sala Impianti



Proposta di partenza che integra intenti originali del progetto con indagini di mercato condotte.

La configurazione di DES-Park verrà tuttavia definita in sede di dialogo competitivo a seconda degli effettivi interessi dei partecipanti.

Budget di progetto

Spese ammissibili	Spese (€)		
	Piacenza Ex-Centrale Emilia	Sito nel Mezzogiorno	Totale
a. Spese per il gestore dell'infrastruttura e di altro personale esecutivo	795.516	104.484	900.000
b. Strumentazione scientifica, attrezzatura, macchinari e relativi accessori per la ricerca	14.142.506	1.857.494	16.000.000
c. Installazioni tecniche strettamente connesse alla funzionalità di attrezzature e macchinari	2.828.501	371.499	3.200.000
d. Licenze software e brevetti	265.172	34.828	300.000
e. Edifici e terreni	0	0	0
f. Recupero, restauro, ristrutturazione ed espansione di edifici	4.875.000	125.000	5.000.000
g. Spese di progettazione e altre spese tecniche correlate	928.102	121.898	1.050.000
h. Costi indiretti	1.636.553	214.947	1.851.500
Totale	25.471.350	2.830.150	28.301.500

WP2 - Chemical storage via hydrogen/e-fuels: 8.7 M€

WP3 - Electrochemical storage: 2.2 M€

WP4 - Thermal storage: 2.5 M€

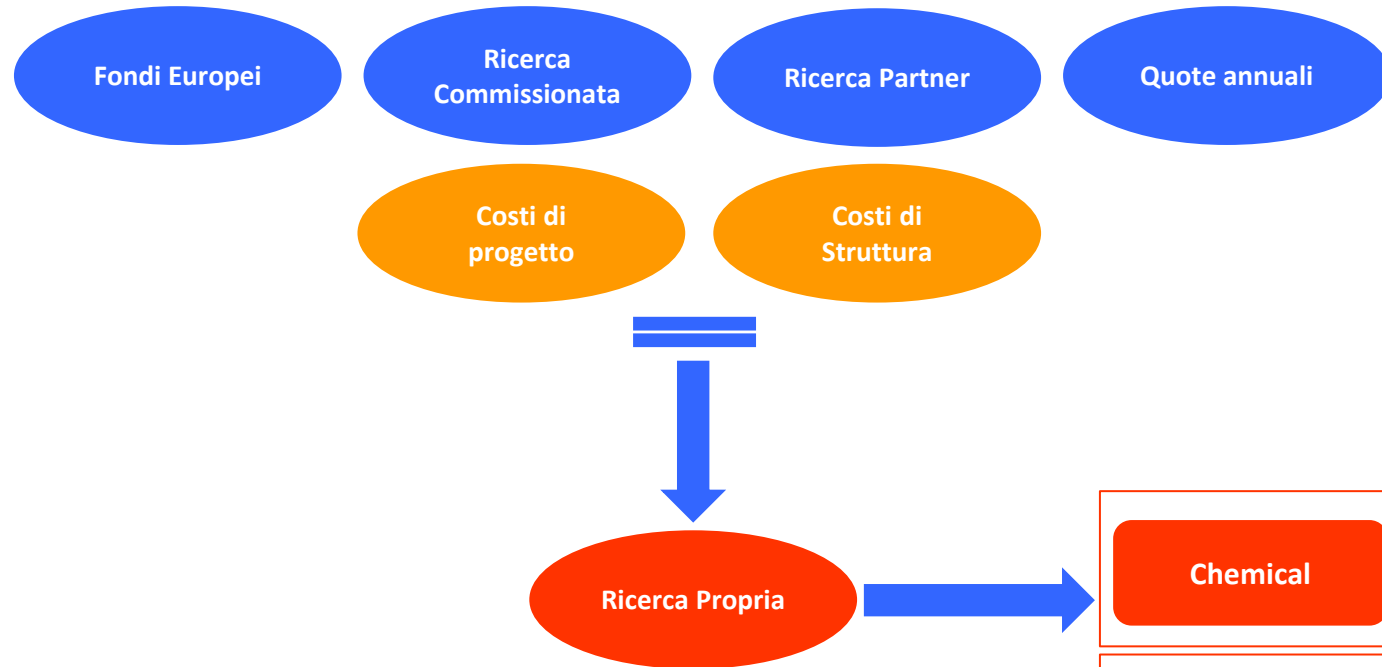
WP5 - Thermodynamic storage : 2.2 M€

WP6 - Digital management: 0.4 M€

NOTE IMPORTANTI

1. In aggiunta alla costituzione della sede principale ubicata presso l'Ex-Centrale Emilia di Piacenza, è necessario individuare e realizzare una sede distaccata nel Mezzogiorno.
2. Attività, tecnologie e budget dei singoli WP saranno discussi e definiti in sede di dialogo competitivo (TABELLA = ipotesi).

Modello di Business



Il possibile margine residuo di DES-Park potrà essere investito in ricerca propria a seguito di ripartizione sulle singole divisioni stabilita da CDA.

Ogni divisione avrà modo di identificare iniziative di interesse sulle quali allocare il proprio budget.

Chemical	Electrochemical	Thermal	Thermodynamic	Digital
Proj 1	Proj 1	Proj 1	Proj 1	Proj 1
Proj 2	Proj 2	Proj 2	Proj 2	Proj 2
Proj 3	Proj 3	Proj 3	Proj 3	Proj 3
.....

Comitati di Divisione

Patrimonio Comune dei partner

Proposta di Governance: Struttura

ASSEMBLEA DEI SOCI

Nomina il CDA
Delibera in materia di operazioni societarie
Approva il budget

CDA

Amministra la gestione ordinaria e straordinaria
Delibera e propone il budget
Assegna il residuo ai Comitati di Divisione seguendo opportuni principi guida
Approva i progetti di ricerca commissionata

DIREZIONE DES-PARK

Nominata dall'Assemblea dei Soci
Dirige le attività operative e commerciali della società
Dirige il personale
Coordina l'elaborazione del rapporto annuale

COMITATO DI DIVISIONE 1

COMITATO DI DIVISIONE 2

COMITATO DI DIVISIONE 3

COMITATO DI DIVISIONE 4

COMITATO DI DIVISIONE 5

Si prevede che la partecipazione ai Comitati avvenga su richiesta del socio mediante versamento di una quota di iscrizione annuale. Le quote di ogni divisione verranno gestite dalle stesse per attività di ricerca. Università ed organismi di ricerca partecipano gratuitamente.

Ha a disposizione un budget assegnato dal CDA

Delibera i progetti di commissione nell'ambito del Residuo approvato dal CDA, 1 = 1, progetto soggetto ad approvazione CdA

Elabora il Rapporto Annuale

Proposta di Governance: Quote

	Contributo	Vota in assemblea	Rapporto Annuale	Accesso prioritario	Membro CDA	Divisioni	Fees ricerca (possibile rimodulazione da Assemblea dei Soci)
Pubblici e enti di ricerca	N/A	Si	Si	Si	Min 2: PoliMi e MUR; Max: Founder-1	Si	Costi + 10%
Founder	>1,5M€	Si	Si	Si	Min 1* (Totale membri CDA: min. 3, max. 7)	Si	Costi + 10%
Gold	0,5 to 1,5M€	Si	Si	Si	No	Si	Costi + 15%
Silver	0,15 to 0,50 M€	Si	Si	No	No	Si	Costi + 20%

* Ogni socio Founder avrà almeno un 1 membro in CDA, con proporzione al contributo da definire in fase di dialogo competitivo.

NOTA: Nel caso di soli due membri in categoria Founder, il terzo consigliere in rappresentanza dei finanziatori privati sarà scelto a rotazione tra i due partner fondatori.

Si potrà prevedere un meccanismo di autofinanziamento delle divisioni (quote per le divisioni) alimentato dai singoli soci, che potrà garantire una maggior capacità di spesa in funzione degli obiettivi specifici e della visione dei partecipanti alla singola divisione. I dettagli di tale meccanismo potranno essere discussi e definiti nell'ambito del dialogo competitivo.

Ciascun socio o terza parte resterà proprietario di tutta la proprietà intellettuale creata **ex ante** ovvero sviluppata antecedentemente alla data di adesione alla società.

P.I. PROGETTO FINANZIATO EU

Si seguono le regole adottate dalla Comunità Europea

P.I. GENERATA DA DES-PARK

L'attività intellettuale maturata da DES-Park è proprietà di DES-Park.
I Soci hanno licenza d'uso non esclusiva e gratuita → l'esclusiva può essere ottenuta a seguito di corrispettivo economico

P.I. GENERATA DA COMMITTENTE

La proprietà intellettuale **finanziata dal committente** (i.e., Socio o terza parte) **è di proprietà del committente**

In fase di definizione del regolamento di gestione della proprietà intellettuale, sarà discussa la possibilità di consentire ai **partner di tipo Founder il diritto di "First Look"**. Questo diritto prevede la presentazione prioritaria ai Founder delle tecnologie oggetto di ricerca e sviluppo da parte di DES-Park e dei risultati delle relative validazioni.

FASE 1 - FASE DI AMMISSIONE

Gli operatori economici interessati sono invitati a presentare domanda di ammissione e relativi documenti amministrativi allegati **entro e non oltre le ore 15:00 del 15/12/2023**.

Gli operatori economici possono candidarsi in qualità di:

1. **Finanziatori** di DES-Park;
2. **Finanziatori e fornitori** di DES-Park.

Come esplicitamente riportato nel disciplinare della procedura (*Titolo V, Art. 12*), si sottolinea la **facoltà** da parte dell'operatore economico di **recedere dal dialogo competitivo nel corso della fase 2** senza incorrere in alcuna penale, obbligo o rivalse da parte della stazione appaltante.

Tuttavia, la **mancata adesione** alla prima fase **preclude** qualsiasi possibilità di futura partecipazione in qualità di Soci.

FASE 2 - DIALOGO

Il Politecnico inviterà i concorrenti ammessi dopo la Fase 1 a presentare la prima proposta progettuale **al fine di avviare il dialogo competitivo**.

Gli operatori economici dovranno presentare:

- un'offerta tecnica;
- un'offerta economica.

Il Politecnico esaminerà le offerte tecniche contenenti le proposte progettuali e **inviterà quindi in sedute separate e riservate ciascuno dei concorrenti partecipanti** le cui offerte siano coerenti con gli obiettivi del progetto e rispettose dei requisiti minimi dei conferimenti.

FASE 3 - GARA

Completata la fase di dialogo, **il Politecnico inviterà** tramite lettera d'invito **i concorrenti a formulare l'offerta finale**.

Ciascun operatore economico potrà presentare offerta per più Divisioni.

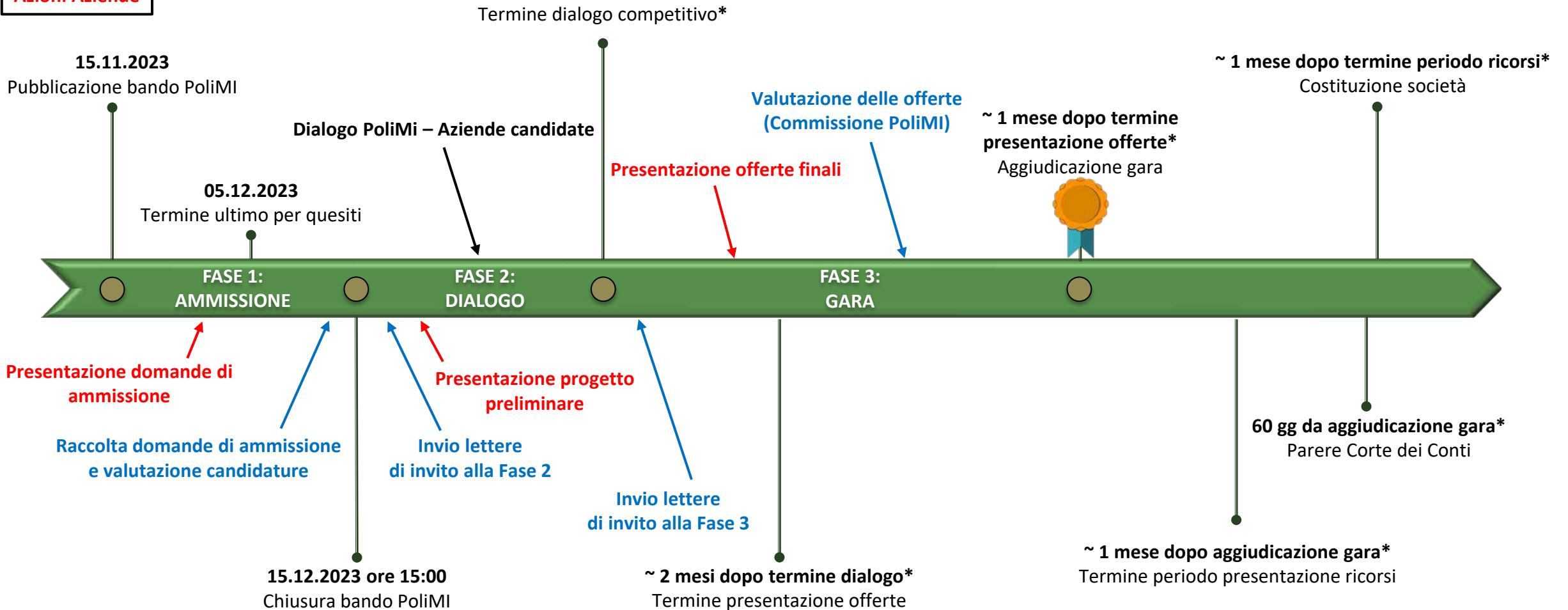
Gli operatori economici concorrenti potranno partecipare anche per una o più Divisioni diverse rispetto a quelle indicati nell'offerta iniziale proposta per la fase di Dialogo.

Le offerte finali saranno valutate da una Commissione giudicatrice nominata dal Politecnico.

BANDO: Riferimenti indicativi timeline

Azioni PoliMI
Azioni Aziende

* Le date potrebbero subire variazioni in funzione della durata delle consultazioni con i diversi interlocutori nell'ambito del dialogo competitivo



Spazio per eventuali domande e discussione

Documentazione bando:

<https://www.polimi.it/impreses/partecipa-a-una-gara/b-g-17922>

Indirizzo PEC Politecnico di Milano:

pecateneo@cert.polimi.it

Link per materiale divulgativo pubblicato sul sito del Polo di Piacenza:

<https://www.polo-piacenza.polimi.it/ricerca/progetti-di-ricerca>



POLITECNICO
MILANO 1863

Digital Energy Storage Park

stefano.consonni@polimi.it

antonio.conversano@polimi.it

matteo.zatti@polimi.it



POLITECNICO
MILANO 1863

Digital Energy Storage Park

Materiale Integrativo

Tecnologie, processi e sistemi - WP2: Chemical storage (hydrogen and e-fuels)

BACKGROUND

*I processi power-to-hydrogen/e-fuels costituiscono tecnologie abilitanti che possono contrastare la non programmabilità e disponibilità stagionale di energia rinnovabile, consentendo uno stoccaggio di lunga durata ed elevate capacità. Tra gli e-fuels, l'idrogenazione di carbonio biogenico per la sintesi di metano ed altri combustibili garantisce un elevato potenziale di decarbonizzazione e permette l'immissione immediata del vettore (e.g., CH₄) nella rete di distribuzione già esistente. Al momento attuale, **la produzione di idrogeno** da fonti rinnovabili è garantita da processi di elettrolisi prevalentemente basati su due tecnologie: elettrolizzatori alcalini (44% della capacità installata in EU) ed elettrolizzatori a membrana polimerica (PEM 55% della capacità installata in EU). Per quanto concerne i **sistemi di metanazione**, invece, lo stato dell'arte prevede l'impiego di reattori a letto fisso con catalizzatori a base di nickel su γ -Al₂O₃.*

BARRIERS *Ad oggi, i limiti più significativi che ostacolano la diffusione delle due tipologie di elettrolizzatori (alcalini e PEM) sono (i) i costi e (ii) le performance dei sistemi in condizioni dinamiche, frequenti nel caso di accoppiamento diretto con sistemi di produzione di energia rinnovabile. Per i sistemi di metanazione, gli attuali limiti riguardano un'adeguata gestione del calore rilasciato dalla reazione e la necessità di sviluppo di catalizzatori in grado di essere attivi e stabili anche a basse temperature e che consentano di superare i problemi di elevata sensibilità ai composti di zolfo e di disattivazione degli attuali catalizzatori commerciali.*

BEYOND *La facility consentirà lo studio, lo sviluppo e il testing di **tutta la filiera dell'accumulo chimico** mediante la possibile installazione di:*

- (i) Un test-bed** per il testing in condizioni stazionarie e dinamiche di grandi elettrolizzatori a bassa temperatura (alcaline, PEM, AEM) e/o ad alta temperatura (tecnologia ad ossidi solidi), e con **taglie persino superiori ai 10 MW**.
- (ii) Un'unità di produzione di idrogeno da 2 MW** (ad esempio tecnologia PEM, 36 kg di H₂ a 20-30 bar).
- (iii) Un sistema di compressione del gas** (40 kg/h) che alimenta un sistema di stoccaggio centralizzato a 200 bar (per una capacità di circa 2200 kg di H₂). Un'unità di compressione del gas del tipo a pistone idraulico per testare sistemi di storage e serbatoi ad alta pressione (700-900 bar).
- (iv) Un sistema di liquefazione** (ciclo Stirling frigorifero, 30 kg di H₂ al giorno) che alimenta un serbatoio criogenico, per il design di nuovi sistemi di accumulo e materiali isolanti.
- (v) Un'unità di idrogenazione di CO/CO₂ per la sintesi di metano**. L'unità sarà dotata di un sistema di post-trattamento dei prodotti.
- (vi) Una rete locale per miscele di idrogeno e gas naturale**, con una stazione di miscelazione per componenti che operano miscele di H₂-gas naturale.

Tecnologie, processi e sistemi - WP3: Electrochemical storage

BACKGROUND

Con il termine batterie si fa riferimento ad un portfolio tecnologico con differenti livelli di maturità e basato su diversi principi operativi. Le principali tecnologie comprendono **le batterie a ioni di litio, le batterie al piombo-acido, le batterie a base di sodio, le batterie a base di nichel e le batterie di flusso (flow batteries)**. Ogni tipologia di batteria possiede proprietà intrinseche che ne determinano l'idoneità tecnica per specifiche applicazioni o per fornire determinati servizi ai sistemi elettrici. Data la carenza in Italia ed in Europa di materie prime utili alla loro produzione, particolare rilevanza è assunta dal tema del riciclo e il riutilizzo delle batterie (es. "seconda vita" delle batterie per auto, ancora utilizzabili per applicazioni stazionarie), anche in vista di una previsione di aumento esponenziale dei veicoli elettrici a batteria come anche di applicazioni stazionarie.

BARRIERS

Le celle elettrochimiche rappresentano la tecnologia di accumulo energetico più diffusa in ambito commerciale, grazie alle elevate capacità e ai costi relativamente bassi. In particolare, le batterie al piombo-acido e a ioni di litio trovano numerosi impieghi in diversi settori economici e hanno raggiunto un'elevata maturità commerciale. Tuttavia, questi sistemi di accumulo energetico necessitano di incrementare la loro densità di energia senza compromettere la loro densità di potenza e di mantenere l'integrità dell'interfaccia elettrodo-elettrolita. Inoltre, ulteriori miglioramenti sono richiesti per ridurre i costi e l'impatto ambientale delle batterie. Infine, da un punto di vista puramente strategico, la nascita e lo sviluppo di una filiera italiana ed europea nella produzione, nel riutilizzo e nel riciclo delle batterie sono di vitale importanza per evitare una dipendenza totale nell'approvvigionamento dai principali fornitori delle tecnologie dislocati in Estremo Oriente.

BEYOND L'infrastruttura sarà in grado di ospitare:

i. Cell testing:

- Attrezzatura per il ciclo delle batterie, fino a 10 KW / 100 V
- Camera climatica per testare stack di batterie
- Attrezzatura per Spettroscopia di Impedenza Elettrochimica

iii. Piloting line:

- Linea pilota per nuovi conduttori (HV→MV) per garantire una connessione sicura e resiliente fra sistemi di stoccaggio e rete principale
- Linea pilota per lo studio della «Second battery life»

ii. System testing:

- Nodo MT fino a 2 MW di potenza utile
- Quadro di distribuzione monitorato BT per testare sistemi di stoccaggio fino a 1 MW
- Quadro di distribuzione monitorato BT per sistemi di micro-reti fino a 2 MW
- Sistemi LabView per acquisizione ed automazione
- Simulatore di rete, con potenza nominale di 300 kW
- Carico elettronico rigenerativo, con potenza nominale di 300 kW

Tecnologie, processi e sistemi - WP4: Thermal storage

BACKGROUND

*Le tecnologie di accumulo di energia termica (TES) consentono di disaccoppiare la domanda di riscaldamento e/o raffreddamento dalla generazione istantanea di energia e/o dalla disponibilità delle fonti di energia rinnovabile (FER). Esistono tre principali tipologie di sistemi TES: **accumulo tramite calore sensibile, accumulo tramite calore latente ed accumulo termochimico**. Il sistema di storage a calore sensibile accumula energia termica tramite la variazione della temperatura di un solido (es. pozzi sotterranei, letti impaccati) o di un liquido (es. acquiferi, sali fusi) senza modificarne la struttura fisica. Questo sistema è il più diffuso fra le applicazioni TES. Lo storage termico tramite calore latente invece sfrutta il calore assorbito o rilasciato da un materiale (organico o inorganico, eventualmente combinati come composti o eutettici) quando subisce un cambiamento di fase. Le transizioni solido-liquido sono quelle più utilizzate per questa tipologia di storage termico. Infine, i sistemi di stoccaggio termochimico accumulano energia termica indirettamente, assorbendo o rilasciando calore durante la dissociazione/associazione dei legami molecolari in una reazione chimica reversibile (assorbimento o adsorbimento, chemical looping).*

BARRIERS

I sistemi di accumulo a calore sensibile permettono uno scambio termico completamente reversibile e con cicli di scambio potenzialmente illimitati, ma necessitano di enormi spazi per lo stoccaggio, lunghi tempi di carico/scarico e la potenziale necessità di apporti energetici per mantenere l'accumulo alle temperature desiderate. I sistemi di storage con materiali a transizione di fase hanno mediamente una maggiore densità energetica (rispetto ai sistemi a calore sensibile) e possono essere scelti per fornire una specifica temperatura di uscita, ma consentono brevi periodi di stoccaggio e per applicazioni di grande taglia sono limitati dalla bassa conducibilità termica di questi materiali. La tecnologia di accumulo termochimico presenta la maggiore densità energetica fra i sistemi TES, ma è fortemente limitata da un basso livello di sviluppo tecnologico e da una maggiore complessità del sistema.

BEYOND

Un primo concept della infrastruttura potrebbe prevedere:

i. Cell testing:

- Cella climatica (100 kW)
- Cella di test – stratificazione (100 kW)
- Cella di test – termoclino (100 kW)
- Cella di test – sali fusi (100 kW)
- Cella di test – materiali a cambiamento di fase (100 kW)
- Cella di test – ghiaccio (100 kW)
- Cella di protocollo PASSLINK
- Sistema di prova Guarded-Hot-Plate

ii. System testing:

- Pompa di calore acqua/acqua e un sistema innovativo TES (ad esempio, basato sulla tecnologia termochimica)
- Sistema innovativo di stoccaggio termico (ad esempio, basato sulla tecnologia termochimica)

iii. Piloting line:

- Linea pilota per la sintesi di materiali per lo storage termochimico

Tecnologie, processi e sistemi - WP5: Thermodynamic storage (e.g., CO₂ battery)

BACKGROUND *I sistemi termodinamici come lo stoccaggio energetico ad aria compressa (CAES) e le batterie di Carnot, che includono lo stoccaggio di energia ad aria liquida (LAES) e le batterie a CO₂, permettono di convertire l'energia elettrica nei picchi di produzione in energia potenziale sotto forma di aria compressa o di aria, azoto o CO₂ allo stato liquido e in seguito di riconvertire questa energia potenziale in elettricità attraverso l'espansione del fluido. I sistemi CAES possiedono un'elevata capacità energetica, rendendoli appropriati per utilizzi stazionari e di grande taglia. Nei sistemi LAES, l'aria viene liquefatta e allo stato liquido viene pompata, fatta evaporare ed infine viene espansa per produrre elettricità. In questo modo, si può ottenere una maggiore densità energetica (Wh/L) rispetto ai sistemi CAES. In aggiunta ai sistemi LAES, la batteria a CO₂ sta acquisendo grande interesse grazie alla possibilità di raggiungere maggiori efficienze e alla possibilità di arrivare ad un suo prossimo scale-up commerciale grazie ad un design relativamente semplice.*

BARRIERS *Attualmente, i sistemi CAES presentano un maggior grado di sviluppo industriale, ma sono caratterizzati da perdite termiche dovute alla fase di compressione e dalla necessità di grandi serbatoi per stoccare l'energia. Lo stoccaggio di tipo LAES è ancora in via di sviluppo e sono necessarie ulteriori prove sperimentali per testare tale tecnologia. I problemi più rilevanti per i sistemi LAES derivano dalla complessità dell'intero sistema, dalla stratificazione e dall'arricchimento di ossigeno durante la fase di stoccaggio. Per quanto concerne le batterie a CO₂, esse presentano una minore densità energetica e attualmente sono state testate solo su scala dimostrativa, ma si prevede un importante sviluppo della loro maturità tecnologica.*

BEYOND *L'infrastruttura mira allo studio dell'accumulo termodinamico con cambiamento di fase al fine di: (a) identificare la miglior configurazione impiantistica; (b) affinare il design e migliorare le performance delle turbomacchine e del sistema di liquefazione; (c) ottimizzare il design dei serbatoi di stoccaggio; (d) verificare il potenziale di fluidi differenti rispetto all'aria e alla CO₂. A tal fine, sarà possibile installare:*

- i. Un impianto flessibile per testare una serie di configurazioni di rigenerazione del calore.*
- ii. Un banco prova per compressori e turbine.*
- iii. Un banco prova per il sistema di liquefazione.*
- iv. Un banco prova per serbatoi di stoccaggio, che includa un serbatoio per lo stoccaggio di fluidi a bassa pressione scaricati dalla turbina.*

BACKGROUND *La gestione digitale dell'energia può supportare efficacemente la transizione energetica, utilizzando le informazioni messe a disposizione dai moderni sistemi di monitoraggio in algoritmi avanzati di ottimizzazione e intelligenza artificiale, per prevedere il fabbisogno energetico e la produzione intermittente di FER, sfruttare potenziali sinergie tra più fonti energetiche, anche attraverso l'utilizzo di sistemi di accumulo, e garantire la flessibilità delle reti energetiche. L'implementazione di tale nuovo paradigma energetico emergente, che va sotto il nome di **Smart Energy Systems**, richiede lo sviluppo e l'utilizzo su larga scala di strumenti digitali per consentire un utilizzo efficiente e sostenibile delle FER, con il minimo spreco, basse emissioni di carbonio e significativi risparmi economici.*

BARRIERS *Gli strumenti digitali per abilitare questi nuovi paradigmi energetici necessitano al tempo stesso di un elevato livello di accuratezza in termini di caratterizzazione delle prestazioni degli asset da gestire e di una elevata capacità nel governare una grande quantità di dati provenienti dai diversi settori energetici con i quali tali sistemi si devono interfacciare.*

BEYOND Per quanto riguarda la parte di digital management, DES-Park potrà essere caratterizzato da:

- i. **Una serie di sistemi avanzati di automazione e controllo, collegati a tutte le strutture di test** per raccogliere/elaborare dati di monitoraggio e simulare scenari operativi rilevanti.
- ii. **Una piattaforma cloud** in grado di gestire tutti i principali protocolli di trasmissione dati (MQTT, Modbus, Bacnet, ecc.), scambiare dati con piattaforme cloud di terze parti e sistemi di controllo delle apparecchiature (Scada, PLC, ecc.) tramite API e canali di comunicazione dedicati.
- iii. **Apparecchiature/infrastrutture di monitoraggio e Gateway** per l'**acquisizione** e la raccolta dei parametri di campo.
- iv. **Algoritmi AI** per l'ottimizzazione della gestione dell'energia, lavorando sia da remoto (cloud computing) che localmente (edge computing), basandosi su modelli di machine learning e ottimizzazione.
- v. **Il simulatore di rete** di cui al WP3 sarà **connesso a tutti i sistemi energetici presenti nella struttura**, per funzionare come **simulatore di rete bidirezionale per la generazione di profili di consumo/produzione**, con tensione e frequenza regolabili, per riprodurre le condizioni di funzionamento delle varie applicazioni e testare sistemi di gestione dell'energia di terze parti.