

Fornitura di un impianto di gassificazione a letto fluido circolante (CFBG) prototipale in scala di laboratorio, nell'ambito del progetto RECOVER.

Documento descrittivo

1. ASPETTI GENERALI

Premessa

- La Società Sotacarbo – Società Tecnologie Avanzate Low Carbon S.p.A., in qualità di soggetto proponente, ha presentato la propria candidatura per partecipare all'Avviso pubblico per la manifestazione di interesse per la candidatura di idee progettuali da ammettere ad una procedura negoziale finalizzata al finanziamento di interventi di riqualificazione e rifunionalizzazione di siti per la creazione di ecosistemi dell'innovazione nel Mezzogiorno, così come indicato dal Decreto n. 204/2021 dell'Agenzia per la Coesione Territoriale, per un progetto di riqualificazione di edifici minerari per la creazione di un polo di innovazione su idrogeno e combustibili verdi (denominato "RECOVER").
- Con Decreto n. 214/2022 dell'Agenzia per la Coesione Territoriale il progetto di cui al punto precedente è risultato ammesso al terzo posto della graduatoria con un punteggio complessivo di 85 punti.
- In data 4 luglio 2022 il Soggetto Proponente ha trasmesso all'Agenzia per la Coesione Territoriale la "Convenzione per la concessione del contributo di cui all'art. 16 dell'Invito", sottoscritta dallo stesso Soggetto Proponente e da tutti i Partner (Comune di Carbonia, Università degli Studi di Cagliari, Università degli Studi di Sassari, CRS4, IMI-Remosa, Università Degli Studi Della Campania Luigi Vanvitelli) nella quale:
 - l'Agenzia assegna il contributo pari a euro 12.000.000,00 (dodicimilioni/00) per l'attuazione del Progetto;
 - viene individuato il beneficiario del contributo assegnato nella compagine costituita dal Soggetto Proponente e dai Partner del progetto "RECOVER";
 - i Partner conferiscono mandato collettivo speciale gratuito e irrevocabile al Soggetto Proponente, e per esso al suo Presidente e rappresentante legale pro-tempore, che è autorizzato a rappresentare in via esclusiva, anche processuale, i Partner nei confronti dell'Agenzia per la Coesione Territoriale e della Presidenza del Consiglio dei ministri per tutte le operazioni, gli atti di qualsiasi natura dipendenti dalla suddetta convenzione, fino alla estinzione di ogni rapporto.
- Ai sensi dell'allegato 3 al decreto 319/2021, invito alla presentazione dei progetti, la conclusione del progetto deve avvenire obbligatoriamente entro il 30.06.2026.
- Il responsabile del progetto è l'ing. Alberto Pettinau.
- Il responsabile amministrativo del progetto è la dott.ssa Valentina Serra.
- Secondo l'art. 5.2 del regolamento acquisti Sotacarbo, tutti gli appartenenti alla Società possono manifestare l'esigenza all'acquisto di beni, servizi o lavori.
- Con ordine di servizio n. 5/24 l'ing. Alberto Pettinau, è stato nominato Responsabile Unico di Progetto (RUP) ai sensi dell'art. 15 del D.Lgs n. 36/2023 per l'esecuzione delle procedure selettive afferenti al progetto RECOVER.

- Il progetto RECOVER è finanziato dal Fondo sviluppo e coesione 2021-2027, riconducibile ai fondi complementari del PNRR.
- Con decisione di contrarre prot. n. 68/ACQ/24 del 03.05.2024, la Sotacarbo Spa ha deciso di avviare le procedure di affidamento per la fornitura di un impianto di gassificazione a letto fluido circolante (CFBG) prototipale, in scala da laboratorio.

1.1 Descrizione della fornitura

L'idea progettuale RECOVER (Riqualificazione di Edifici minerari per la creazione di un polo di innovazione su idrogeno e COmbustibili VERdi) consiste nella riqualificazione di un edificio dismesso (ex ufficio tecnico) della Grande Miniera di Serbariu in Carbonia (SU), di proprietà del Comune di Carbonia (partner del progetto), al fine di creare laboratori avanzati – che operino in stretto coordinamento con il Centro Ricerche Sotacarbo – per lo sviluppo di tecnologie altamente trasferibili per la produzione di combustibili sostenibili: idrogeno verde e combustibili rinnovabili da esso derivati per la decarbonizzazione dei settori cosiddetti “hard-to-abate” (principalmente industria e trasporti pesanti).

In particolare, uno dei laboratori in fase di realizzazione (il laboratorio Bio-H₂, meglio descritto nel seguente paragrafo 1.2.1) sarà equipaggiato, tra l'altro, con un prototipo sperimentale, in scala da laboratorio, per studiare il processo di gassificazione in letto fluido circolante. Il prototipo ha lo scopo principale di fornire informazioni utili alla comprensione dei processi di gassificazione a letto fluido circolante di materiali di scarto (biomasse e rifiuti plastici non riciclabili), con il fine ultimo della produzione di idrogeno. Il sistema dovrà essere progettato per operare in continuo con una portata massima di combustibile dell'ordine degli 8 kg/h e con agenti gassificanti diversi (aria, ossigeno e vapore), il tutto garantendo la massima flessibilità operativa e le migliori condizioni di sicurezza per gli operatori.

1.2 Obiettivo del progetto

L'obiettivo generale del progetto RECOVER è quello di:

- contribuire alla sicurezza del sistema energetico nazionale con lo sviluppo di tecnologie finalizzate ad assicurare una sempre maggiore autosufficienza energetica;
- contribuire allo sviluppo del territorio e del Paese attraverso attività di ricerca avanzata per la produzione di idrogeno verde e combustibili da fonti rinnovabili;
- dimostrare tecniche avanzate di riqualificazione energetica e di creazione di veri propri distretti energetici;
- favorire la nascita di start-up capaci di entrare nel mercato internazionale delle tecnologie di interesse;
- ottimizzare processi in modo da abbattere i costi di gestione della transizione energetica e contribuire all'arricchimento del patrimonio culturale della popolazione locale.

In particolare, il progetto vedrà una stretta collaborazione tra il settore della ricerca e quello dell'industria per lo sviluppo di tecnologie da immettere sul mercato internazionale nel breve e medio periodo, seguendo un modello organizzativo già consolidato nel quale le industrie coinvolgeranno imprese locali (aziende manifatturiere e piccole-medie imprese) per la realizzazione dei componenti impiantistici, sviluppati presso i nuovi laboratori, da esportare nel mercato mondiale.

L'edificio, una volta riqualificato dal punto di vista architettonico ed energetico, sarà adibito a laboratorio avanzato per lo sviluppo di tecnologie di produzione di idrogeno verde ed e-fuels. In particolare, coerentemente con le strategie europee e nazionali per la lotta ai cambiamenti climatici, si intendono realizzare dei laboratori di ricerca per lo sviluppo e la messa a punto di processi innovativi per la produzione

di idrogeno verde da energia elettrica rinnovabile mediante processi elettrochimici e/o fotoelettrochimici, oppure da biomasse di scarto e/o rifiuti plastici attraverso processi di gassificazione.

Particolare attenzione sarà dedicata allo sviluppo delle tecnologie che consentono la produzione dei cosiddetti e-fuels (combustibili derivati da energia elettrica rinnovabile, anche attraverso i processi di riutilizzo della CO₂). Gli e-fuels sono combustibili liquidi o gassosi, di origine sintetica, che consentono di trasformare l'energia elettrica rinnovabile in energia chimica. Essi possiedono caratteristiche del tutto simili a quelle dei corrispondenti combustibili tradizionali e questo li rende compatibili sia con l'esistente infrastruttura di trasporto, distribuzione e stoccaggio, sia con gli attuali sistemi di utilizzo finale.

Tra i vari laboratori che verranno realizzati, l'apparato sperimentale oggetto dell'appalto sarà inserito nel laboratorio di seguito descritto:

1.2.1 Laboratorio Bio-H₂

L'attività del laboratorio Bio-H₂ sarà dedicata alla valorizzazione di materiali di scarto (biomasse e rifiuti plastici non riciclabili meccanicamente), per la produzione di idrogeno.

L'obiettivo è dunque duplice: affrontare in maniera innovativa ed efficace il problema della gestione dei rifiuti e produrre idrogeno in maniera rinnovabile.

L'attenzione si sta rivolgendo sui processi di riciclo chimico che ben si inseriscono nell'ottica dell'economia circolare perché consentono il recupero dei materiali come combustibili, chemicals e idrogeno appunto, contribuendo allo sviluppo di una "Carbon recycling economy" e riducendo fortemente il ricorso alla discarica e alla gestione "sub-standard" cui vanno inevitabilmente incontro i rifiuti esportati in Paesi in via di sviluppo.

La gassificazione è il più promettente tra i processi di riciclo chimico, per l'ampia flessibilità in ingresso e in uscita. Produce un syngas, ricco di monossido di carbonio e idrogeno, che consente la produzione di energia elettrica, idrogeno, altri vettori energetici e chemicals. Il principale ostacolo a una più ampia e rapida diffusione del processo di gassificazione è la presenza nel syngas di impurità, soprattutto idrocarburi pesanti noti come tar, che se non eliminate possono creare problemi ai dispositivi di utilizzo finale, richiedendo costi aggiuntivi di manutenzione e provocando interruzioni dell'esercizio degli impianti.

Il laboratorio Bio-H₂ consentirà uno studio avanzato dei processi di gassificazione, mirando sia a una ottimizzazione dei criteri di progetto e di esercizio, sia alla messa a punto di sistemi innovativi di pulizia del syngas.

Il laboratorio sarà costituito da due aree distinte, dedicate allo sviluppo di processi e tecnologie di gassificazione entrambe mirate alla produzione di idrogeno da biomasse, rifiuti plastici non riciclabili e loro miscele:

- Impianto di gassificazione a letto fluido bollente, in scala da laboratorio, dotato di sezione di pulizia a caldo (ciclone + sistema di cracking catalitico) e di analizzatori on-line;
- Impianto di gassificazione a letto fluido circolante, in scala da laboratorio, dotato di sezione di pulizia del gas prodotto e di apparecchiature di analisi on-line (oggetto dell'appalto).

1.3 Tipologia di procedura

L'affidamento avverrà mediante procedura del dialogo competitivo con applicazione del criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa individuata sulla base del miglior rapporto qualità prezzo.

La durata massima del procedimento è prevista pari a 7 (sette) mesi dalla pubblicazione del bando, salvo il verificarsi delle ipotesi di proroga previste all'articolo 1, commi 4 e 5, dell'allegato II.3 del codice).

Il luogo di installazione della fornitura è Carbonia (SU) [codice NUTS ITG2C].

I presupposti per il ricorso alla procedura di dialogo competitivo ai sensi degli artt. 70 e 74 del Codice sono da ritrovarsi nelle seguenti motivazioni:

- a) l'affidamento della citata fornitura non può essere soddisfatto con soluzioni immediatamente disponibili sul mercato;
- b) la progettazione e la realizzazione di un impianto prototipale di gassificazione in letto fluido circolante (CFBG), in scala da laboratorio, costituiscono attività che richiedono un elevato grado di know-how tecnologico e informatico;
- c) la realizzazione presenta caratteristiche altamente innovative che richiedono venga effettuata da parte di Operatori Economici altamente specializzati;
- d) la necessità di non precludersi la possibilità di raggiungere una platea più ampia di fornitori in grado di soddisfare le esigenze della Stazione Appaltante.

La presente procedura sarà interamente svolta tramite la piattaforma telematica accessibile all'indirizzo www.sardegnaecat.it.

1.4 Finanziamento

L'appalto è finanziato con il Fondo sviluppo e coesione 2021-2027, con risorse riconducibili ai fondi complementari del PNRR di cui al Decreto del Direttore dell'Agenzia di Coesione Territoriale 215/2022 emesso in data 27.06.2022 con cui è stato finanziato il Progetto RECOVER - *Riqualificazione di Edifici minerari per la creazione di un polo di innovazione su idrogeno e Combustibili VERdi* per un importo di € 12.000.000.

Trattandosi di risorse riconducibili ai fondi complementari del PNRR, nella presente procedura trovano applicazione i principi e gli obblighi specifici del PNRR relativamente al non arrecare un danno significativo agli obiettivi ambientali cd. "Do No Significant Harm" (d'ora in poi, "DNSH"), ai sensi dell'articolo 17 del Regolamento (UE) 2020/852 e del Consiglio del 18 giugno 2020, e, ove applicabili, ai principi trasversali, quali, tra l'altro, il principio del contributo all'obiettivo climatico e digitale (cd. Tagging), della parità di genere (Gender Equality), della protezione e valorizzazione dei giovani e del superamento dei divari territoriali; pertanto, l'aggiudicatario dovrà rispettare le normative e le prescrizioni relative e derivanti dalla fonte di finanziamento citata.

Si dà atto dell'assenza del cd. doppio finanziamento di cui all'art. 9 del regolamento UE n. 241/2021.

1.5 Durata

Le prestazioni oggetto dell'appalto devono essere eseguite nel termine complessivo di **n. 180 giorni** decorrenti dalla data di sottoscrizione del contratto.

La durata del contratto che regolerà i rapporti tra le parti potrà essere oggetto di negoziazione in fase procedurale in funzione delle soluzioni proposte dai candidati durante il dialogo.

1.6 Valore stimato e quadro delle risorse

Il valore complessivo stimato del contratto sarà definito dopo l'espletamento delle prime tre fasi procedurali del dialogo competitivo in esito alle risultanze delle stesse.

In questa fase, ai fini della definizione dei requisiti, si assume a riferimento il valore stimato pari a € **330.000,00** (IVA esclusa).

1.7 Descrizione fasi del dialogo

La procedura di dialogo sarà così articolata:

- **prima fase**, in cui la Stazione Appaltante riceverà le domande di partecipazione da parte degli operatori economici interessati al fine di verificarne i requisiti richiesti per l'ammissione (manifestazione di interesse e ammissione al dialogo dei candidati in possesso dei requisiti);
- **seconda fase**, in cui i partecipanti ammessi sono invitati, mediante apposita lettera di invito in cui verranno indicate le modalità del dialogo, a presentare, entro i termini indicati, la propria soluzione progettuale; la proposta dovrà essere presentata mediante gli elaborati indicati nel paragrafo 1.8.2 del presente documento.
- **terza fase**, in cui la Stazione Appaltante avvierà il vero e proprio dialogo con i candidati che hanno presentato una soluzione progettuale nella fase precedente. Si precisa che i concorrenti che, pur essendo stati invitati alla seconda fase, non abbiano presentato soluzioni progettuali, non verranno invitati a questa fase di gara. Questa fase, nel caso in cui a conclusione delle precedenti fasi siano stati definiti tutti gli aspetti tecnici e contrattuali che definiscono la soluzione o le soluzioni che possano soddisfare le esigenze della Stazione Appaltante, si concluderà con l'individuazione della soluzione progettuale maggiormente rispondente alle esigenze della Stazione Appaltante, che sarà successivamente posta a base di gara.
- **quarta fase**, in cui, la Stazione Appaltante, dopo avere dichiarato concluso il dialogo e approvato il progetto della fornitura da porre a base di gara (eventualmente integrando aspetti inerenti a proposte differenti), la Stazione Appaltante procede, sulla base del progetto di fornitura individuato, a invitare, ai sensi dell'art. 74, comma 5, del Codice, i candidati ammessi a presentare le proprie offerte finali.

La procedura sarà ritenuta valida anche in presenza di una sola istanza di partecipazione e/o di una sola soluzione progettuale, qualora ritenuta idonea alla conclusione del dialogo competitivo.

La procedura di dialogo competitivo si concluderà anche nel caso in cui non sia stata individuata alcuna soluzione idonea. Nell'ipotesi che nessuna proposta sia ritenuta idonea in base alle finalità della Stazione Appaltante in relazione all'oggetto dell'affidamento, nessun obbligo residua nei confronti degli operatori che hanno presentato istanza di partecipazione e prodotto proposte.

La Stazione Appaltante si riserva in ogni caso di sospendere e/o interrompere in qualunque momento la procedura e/o di non procedere all'aggiudicazione e/o di revocarla, per sopravvenuti motivi di interesse pubblico, senza che i concorrenti possano per questo vantare diritti a rimborsi, indennizzi, compensi o risarcimenti.

Nel caso in cui la procedura di dialogo competitivo venga interrotta, ovvero nel caso in cui al termine della procedura di gara non venga individuato nessun operatore economico per la fornitura, la Stazione Appaltante potrà utilizzare le informazioni presentate dagli operatori economici partecipanti alla gara d'appalto nella eventualità di poter essere riutilizzati per procedure future.

La documentazione prodotta dai soggetti concorrenti non sarà restituita.

1.8 Modalità di svolgimento del dialogo competitivo

1.8.1 Prima fase: avviso di indizione di gara e ammissione al dialogo dei candidati in possesso dei requisiti. Prequalifica.

Manifestazione di interesse e ammissione al dialogo di tutti i candidati in possesso dei requisiti di qualificazione indicati nel presente avviso.

A seguito della pubblicazione del presente avviso, gli operatori economici interessati e in possesso dei requisiti generali e dei requisiti di capacità tecnica professionale, manifestano il loro interesse a partecipare alla procedura mediante la presentazione, nei termini indicati, della documentazione amministrativa, secondo le modalità di seguito stabilite.

La Stazione Appaltante, tramite apposito Seggio di gara, procederà all'apertura delle buste telematiche amministrative operando nel seguente modo:

- a) controlla la completezza della documentazione amministrativa presentata;
- b) verifica la conformità della documentazione amministrativa a quanto richiesto nel presente avviso;
- c) attiva (se del caso) la procedura di soccorso istruttorio.
- d) individua i concorrenti ammessi e gli eventuali esclusi dalla fase di dialogo e comunica a tutti gli operatori economici, che hanno manifestato il loro interesse a partecipare al dialogo competitivo, l'esito di tale manifestazione; i soli operatori economici ammessi saranno invitati a partecipare alla successiva fase di dialogo.

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di procedere alla successiva fase del dialogo anche in presenza di una sola domanda di partecipazione pervenuta e/o ammessa.

1.8.2 Seconda fase: invito a partecipare al dialogo e presentazione della soluzione progettuale

Al termine della prima fase, gli operatori economici ammessi sono invitati, a presentare la propria proposta progettuale entro i termini e con le modalità indicate nell'invito.

La soluzione progettuale conterà dei seguenti documenti:

1. relazione tecnica illustrativa della fornitura richiesta con specifico riferimento a quanto contenuto nel articolo 2 "Aspetti tecnici" di cui al presente avviso;
2. proposta con l'indicazione dei costi associati alla fornitura;
3. ogni altra documentazione che il proponente ritenga opportuna per illustrare la propria proposta. Il mancato o tardivo invio della soluzione progettuale comporta l'esclusione del partecipante dalla procedura.

Ai fini del dialogo ciascun Operatore Economico dovrà produrre la seguente documentazione:

- A. Descrizione degli aspetti tecnici della soluzione progettuale proposta, contenente dettagli adeguati sia con riferimento all'impianto nel suo complesso sia alle singole sezioni di esso (alimentazione gas, alimentazione solidi, reattore di gassificazione, pulizia syngas, misura e controllo).
- B. Descrizione dell'approccio metodologico seguito per garantire condizioni di esercizio agevoli e sicure dell'impianto proposto;
- C. Descrizione dei criteri che si seguiranno per il montaggio e la messa in esercizio ("commissioning") dell'impianto presso il laboratorio BIO-H2 del progetto RECOVER.

1.8.3 Terza fase: avvio del dialogo

Il dialogo per la Stazione Appaltante verrà effettuato dal RUP **e/o da suoi collaboratori** che verranno successivamente individuati.

Durante la fase di dialogo, la Stazione Appaltante:

- potrà discutere con i candidati ammessi ogni singolo aspetto della soluzione proposta, al fine di individuare i mezzi e gli strumenti più idonei per soddisfare le proprie necessità e conseguire i propri obiettivi; il dialogo con i concorrenti ammessi si svolgerà su ogni aspetto della soluzione ritenuto necessario, ivi inclusa l'impostazione generale degli aspetti da sviluppare nella soluzione progettuale della fornitura da affidare, nonché ogni aspetto ritenuto meritevole di analisi e valutazione ai fini della realizzazione del progetto (comprese eventuali ipotesi migliorative e integrative).
- garantirà la parità di trattamento di tutti i partecipanti e non fornirà informazioni in maniera discriminatoria al fine di favorire taluni partecipanti rispetto ad altri;
- non rivelerà agli altri partecipanti le soluzioni proposte dai singoli candidati, né altre informazioni riservate, senza il consenso di questi ultimi;
- proseguirà il dialogo fino a individuare la soluzione più adatta al soddisfacimento delle proprie esigenze;
- potrà motivatamente dare atto che nessuna delle soluzioni proposte è rispondente alle esigenze e agli obiettivi sottesi alla procedura, senza che i concorrenti possano in tal caso pretendere alcun indennizzo o risarcimento.
- potrà avvenire sia in forma scritta sia in forma orale, sia individualmente che collegialmente.

Il dialogo competitivo si svolgerà con consultazioni separate tra i candidati ammessi; di ciascun incontro sarà redatto un verbale sintetico.

Questa fase si concluderà con l'individuazione della soluzione progettuale (eventualmente formata anche integrando aspetti inerenti a proposte differenti, ai sensi dell'art 74 c. 5 del D.Lgs. 36/2023) maggiormente rispondente alle esigenze della Stazione Appaltante e che sarà successivamente posta a base di gara. In tal senso, la partecipazione alla gara comporta il formale assenso all'utilizzo, a tale limitato fine, dei dati e delle informazioni contenute nelle proposte stesse, ad eccezione di quelle coperte da diritti di proprietà intellettuale (diritto d'autore, privativa industriale, brevetto, ecc.).

Nel caso in cui sia stata presentata una sola soluzione progettuale, qualora ritenuta idonea a seguito di definizione del suo contenuto, non si procederà alla successiva fase di gara per l'impossibilità di effettuare un confronto tra più operatori economici.

La Stazione Appaltante potrà decidere di non procedere con la gara se nessuna soluzione sia ritenuta soddisfacente alle proprie finalità in relazione all'oggetto dell'affidamento senza che i partecipanti possano reclamare alcun indennizzo o risarcimento.

Nel contesto del dialogo sarà discussa con ogni singolo concorrente la soluzione proposta dallo stesso, con particolare riferimento ai seguenti aspetti, qui menzionati a titolo indicativo ma non esaustivo:

- impostazione generale sugli aspetti da sviluppare nel progetto;
- tipologia del sistema di controllo che intendono adottare;
- tipologia delle strumentazioni e dei principali sottosistemi;
- materiali costruttivi utilizzati;

- descrizione delle procedure delle fasi di montaggio e del commissioning.

La conclusione della fase del dialogo è prevista indicativamente entro 2 (mesi) dall’inizio delle consultazioni, salvo necessità di proroga dovuta all’andamento delle consultazioni.

Nessun premio o incentivo è previsto in favore dei partecipanti al dialogo.

La conclusione sarà comunicata a ciascuno dei candidati ammessi e pubblicata sul profilo del committente e sulla piattaforma.

1.8.4 Quarta Fase: invito a presentare le offerte finali.

Presentazione offerta, valutazione delle offerte ammesse e aggiudicazione

Si tratta della fase di competizione vera e propria, finalizzata alla richiesta e valutazione delle offerte finali dei concorrenti e all’individuazione dell’operatore economico.

1.8.4.1 Invito

La Stazione Appaltante invierà agli operatori economici ammessi al dialogo apposita lettera di invito nella quale saranno specificate le modalità di partecipazione e di formulazione dell’offerta, la documentazione richiesta, i termini per la presentazione delle offerte. Ciascun operatore economico dovrà produrre, entro il termine perentorio indicato nella lettera di invito, tutta la documentazione (amministrativa, tecnica, economica) espressamente richiesta all’interno della lettera di invito.

1.8.4.2 Ammissione

Non saranno ammesse offerte presentate da soggetti diversi da quelli che hanno partecipato alla Fase 1, alla Fase 2 e alla Fase 3 della procedura di dialogo competitivo.

1.8.4.3 Presentazione delle offerte

L’offerta finale dei concorrenti da presentare nell’ambito di questa fase del dialogo competitivo dovrà essere corredata da una garanzia provvisoria ai sensi dell’art. 106 del Codice, come meglio indicato nella Lettera di invito. Nell’ambito di questa fase, inoltre, i concorrenti, a pena di esclusione, dovranno effettuare il pagamento del contributo in favore dell’ANAC e presentare la ricevuta comprovante la dimostrazione dell’avvenuto pagamento.

1.8.4.4 Commissione

Le operazioni di gara saranno espletate da una Commissione giudicatrice nominata dalla Stazione Appaltante, ai sensi dell’art. 93 del Codice, dopo la scadenza del termine di presentazione delle offerte.

1.8.4.5 Criterio di aggiudicazione

L’aggiudicazione avverrà secondo il criterio dell’offerta economicamente più vantaggiosa individuata sulla base del miglior rapporto qualità/prezzo, ai sensi dell’art. 108, comma 2, lett. c) del Codice, sulla base dei criteri di valutazione dell’offerta riportati nell’allegato “Criteri di valutazione”.

Si specifica che la Stazione Appaltante si riserva di integrare e definire nel dettaglio i suddetti criteri di valutazione dell’offerta tecnica finale, che saranno definitivamente indicati nella lettera di invito, nel rispetto dei principi di concorrenza e non discriminazione.

1.9 Planimetria del laboratorio Bio-H2.

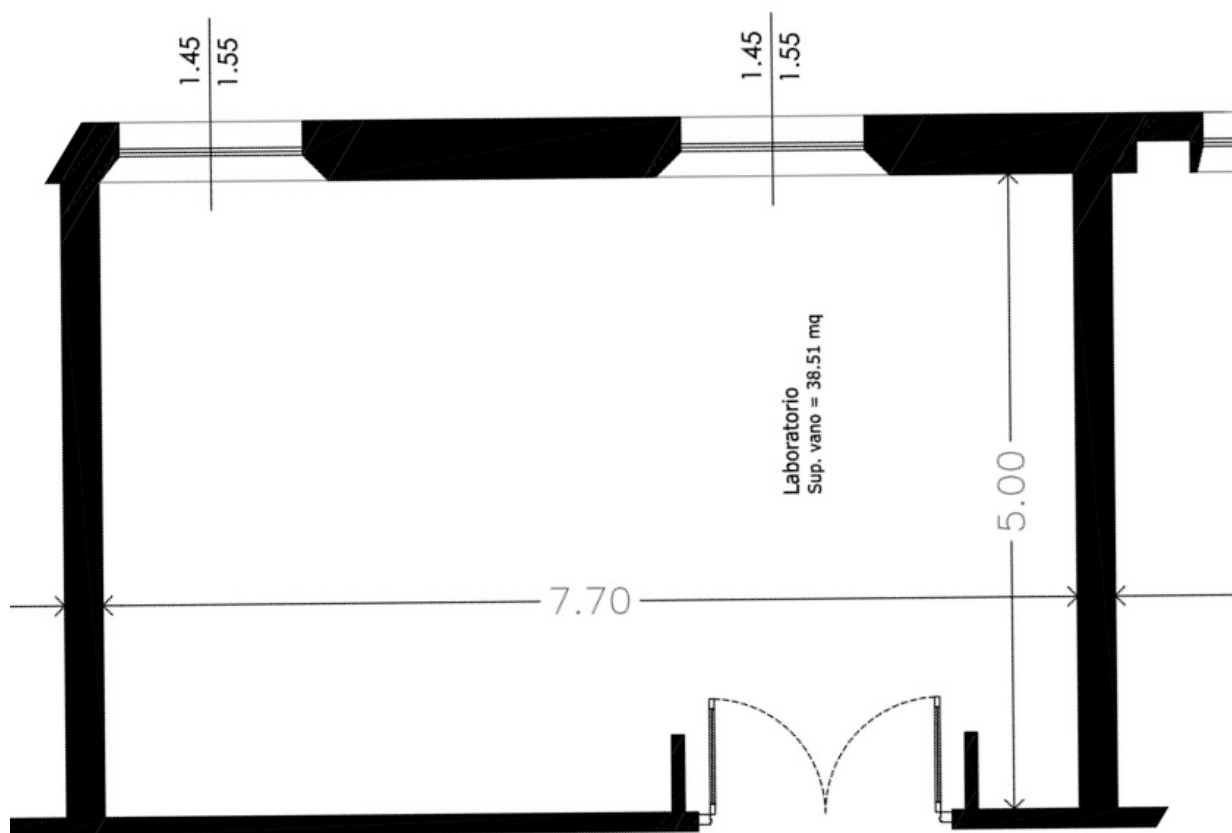


Figura 1 - Stralcio progetto recupero ex ufficio tecnico Grande Miniera di Serbariu – Laboratorio BIO-H2

Il laboratorio Bio-H2 ha una superficie di 5 m x 7,7 m per un'altezza di 3,7 m.

1.10 Requisiti speciali di qualificazione dell'Operatore Economico.

Aver eseguito, nel quinquennio precedente la data di pubblicazione del bando, una o più forniture analoghe. Per fornitura analoga si intende l'aver fornito impianti di conversione termochimica (preferibilmente gassificazione), di rifiuti e combustibili alternativi, anche in scala di laboratorio, con indicazione, per ciascun incarico, del periodo di esecuzione e dei relativi corrispettivi percepiti.

La comprova del requisito è fornita mediante uno o più dei seguenti documenti:

- certificati rilasciati dall'amministrazione/ente contraente, con l'indicazione dell'oggetto, dell'importo e del periodo di esecuzione;
- contratti stipulati con le amministrazioni pubbliche, completi di copia delle fatture quietanzate ovvero dei documenti bancari attestanti il pagamento delle stesse;
- attestazioni rilasciate dal committente privato, con l'indicazione dell'oggetto, dell'importo e del periodo di esecuzione;
- contratti stipulati con privati, completi di copia delle fatture quietanzate ovvero dei documenti bancari attestanti il pagamento delle stesse.

1.11 Sopralluogo

È facoltativo il sopralluogo nei laboratori del Centro Ricerche Recover, siti presso la Grande Miniera di Serbariu a Carbonia (SU) - Italia. Il sopralluogo può essere utile per determinare gli spazi a disposizione per l'installazione delle apparecchiature oggetto dell'appalto.

Il sopralluogo può essere effettuato accedendo di persona nelle aree oggetto dell'intervento o a distanza, previa autorizzazione della Stazione Appaltante.

2. ASPETTI TECNICI

2.1 Descrizione generale dell'impianto

Il gassificatore a letto fluido circolante in scala da laboratorio, da progettare e realizzare, deve soddisfare le seguenti caratteristiche generali prioritarie. Esso deve essere progettato per:

- **Fornire informazioni utili alla comprensione dei processi di gassificazione a letto fluido circolante di rifiuti** per la produzione di idrogeno. Quindi, **deve consentire operazioni in continuo con combustibili di scarto quali biomasse e rifiuti plastici non riciclabili**.
- Essere **alimentabile con portate limitate di combustibili**, dell'ordine di 8 kg/h (con riferimento al rifiuto plastico assunto come combustibile di riferimento).
- Essere gestibile con **tempi limitati delle fasi di avviamento e spegnimento**.
- Essere **alimentabile con agenti gassificanti diversi** (aria, ossigeno e vapore), **garantendo** comunque **regimi fluidodinamici di buona qualità**.
- Consentire **agevoli operazioni di manutenzione**.
- Avere **ingombri limitati** e comunque compatibili con le dimensioni del laboratorio che ospiterà l'impianto (altezza utile = 3.5 m; superficie = 5 m x 7.5 m, che deve ospitare anche un secondo impianto; porte di accesso con 1.8 m di larghezza e 2.1 m di altezza).
- Essere dotato solo di **componenti certificati ATEX**.
- Garantire la **massima sicurezza operativa**.

In estrema sintesi, il reattore deve essere progettato per garantire la necessaria flessibilità e sicurezza per poter indagare i processi di gassificazione. in modalità autotermica.

2.2 Combustibili di riferimento

I combustibili di maggior interesse sono scarti plastici misti. Le elaborazioni che hanno portato al dimensionamento geometrico hanno fatto riferimento soprattutto a due prodotti di plastica da raccolta differenziata, identificati a seguito di interazioni con il consorzio Corepla per la raccolta e il riciclo di imballaggi in plastica, noti come BluPolymer_L (Blu-L) e Blu-C. Si tratta di due materiali a elevato potere calorifico (39 MJ/kg e 33 MJ/kg, rispettivamente).

Tabella 1. Analisi elementare (in grassetto) e immediata (in corsivo) e potere calorifico inferiore dei due combustibili di riferimento.

	Blu-L	Blu-C
C, %wt	81.5	78.02
H, %wt	12.4	8.60
N, %wt	0.3	0.0

S, %wt	0	0.03
O, %wt (per differenza)	1.6	4.51
Umidità, %wt	0.5	0.86
Ceneri, %wt	3.4	7.62
<i>Materie volatili, %wt</i>	<i>96.0</i>	<i>89.21</i>
<i>Carbonio fisso, %wt</i>	<i>0.1</i>	<i>2.31</i>
LHV, MJ/kg_{fuel}	38.7	33.3

2.3 Materiali inerti del letto fluido

Per continuità con le ricerche in atto da anni presso Sotacarbo s.p.a., i materiali del letto di riferimento sono i due riportati in Tabella 2: i) olivina, che è largamente utilizzata in reattori di gassificazione per le sue proprietà catalitiche per il cracking di idrocarburi pesanti (tar), condensabili a temperature inferiori ai 450 °C; ii) sabbia silicea, che è il materiale inerte tipicamente impiegato nei reattori a letto fluido per trattamenti termochimici.

Tabella 2. Analisi granulometrica, diametro di Sauter e densità di olivina e sabbia silicea.

Materiale		Olivina	Sabbia silicea
Intervallo granulometrico	μm	30-200	45-200
Diametro medio di Sauter	μm	75	75
Densità di particella	kg/m ³	2900	2600
Densità di bulk	kg/m ³	1600	1500
Composizione chimica, %			
Mg₃O₄		0.8	-
MgO		48-50	-
Fe ₂ O ₃		8-10.5	0.15
SiO ₂		39-42	96.4
CaO		<0.4	0.05
K ₂ O		-	0.75
TiO ₂		-	0.50
Al ₂ O ₃		0.8	2.3
Cr ₂ O ₃		0.8	-

Per la sola olivina, si riportano in Tabella 3 i principali parametri fluidodinamici di interesse per il dimensionamento delle varie parti del gassificatore a letto fluido circolante.

Tabella 3. Principali parametri fluidodinamici di particelle di olivina di dimensioni differenti, in aria.

Diametro medio di Sauter, μm	75	100
Densità di particella, kg/m ³	2900	2900

Densità di bulk, kg/m ³	1600	1600
Parametri fluidodinamici		
Velocità di minima fluidizzazione, m/s	0.002	0.004
Velocità terminale di particella, m/s	0.19	0.32
Velocità di transizione turbolenta, m/s	1.6	1.7
Velocità di trasporto m/s	3.7	4.6
Flusso massico di saturazione, kg/(m ² s)	39	37

2.4 Materiali per il reattore

Il materiale del reattore deve garantire la resistenza meccanica a elevate temperature (fino a 900 °C) e la resistenza chimica in un ambiente riducente. Si ritiene che si debbano utilizzare metalli speciali come l'**INCOLOY® alloy 800HT® (UNS N08811)** o, solo in alternativa (da giustificare adeguatamente), acciai inossidabili austenitici, come AISI 316 (acciaio 18/8/3), che contengono una percentuale del circa 3% di molibdeno per assicurare una miglior resistenza alla corrosione dei cloruri.

2.5 Modalità di gassificazione e agenti gassificanti

Si sono considerate, in sede di dimensionamento geometrico, le condizioni di gassificazione autotermica, sia con aria che con miscele di ossigeno e vapore.

Si è escluso l'utilizzo di azoto come unico gas fluidizzante, per simulare condizioni di pirolisi, perché avrebbe complicato il campo di esercizio dell'apparecchiatura.

Un'alimentazione di azoto va comunque prevista nell'apparato, per motivi diversi, principalmente di sicurezza, in situazioni anomale, ma anche per diluire il gas fluidizzante se dovesse servire un raffreddamento rapido dell'apparecchiatura.

2.6 Diagramma di flusso dell'apparato sperimentale e descrizione tecnica delle singole sezioni

Le figure che seguono riportano i diagrammi di flusso qualitativi dell'apparato sperimentale, nel suo complesso, e delle diverse sezioni che lo devono comporre. Per ciascuna di tali sezioni si elencano i principali requisiti che dovranno essere tenuti in conto nella progettazione esecutiva e nella successiva realizzazione.

Si ricorda che l'apparato sperimentale deve operare sia con aria, ottenendo un syngas con concentrazioni di azoto elevate (50-65%) e quelle di idrogeno e monossido di carbonio contenute (3-6 %, ciascuno), sia con ossigeno-vapore, ottenendo un syngas senza azoto, con concentrazioni di vapore elevate (40-60%) e alte concentrazioni di idrogeno e monossido di carbonio (fino a 25-30% il primo, e fino a 15-18% il secondo). Pertanto, è necessario che si garantisca l'assenza di rilasci di syngas verso l'esterno lungo tutta la linea dal reattore fino agli scrubber a umido.

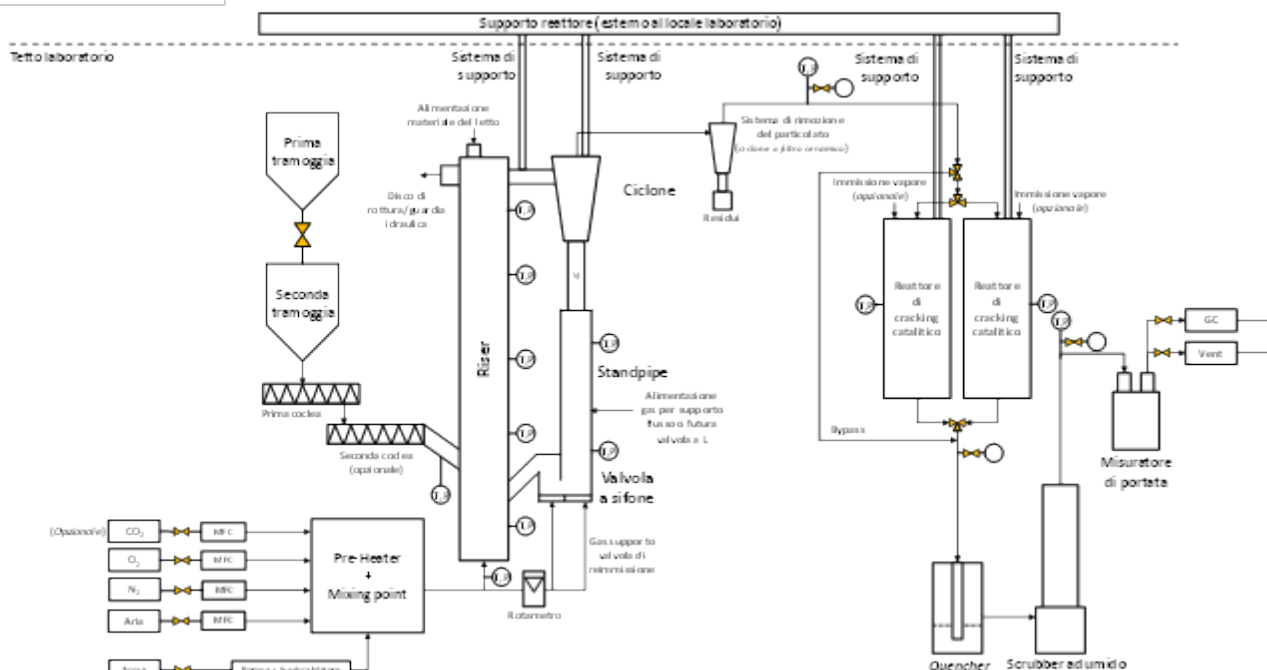


Figura 2. Schema di flusso semplificato del CFBG in scala di laboratorio. Legenda: T,P: punto misura di temperatura e pressione. Circoli senza lettere: punto prelievo gas. MFC: mass flow controller. GC: gascromatografo.

2.6.1 Sezione alimentazione gas

La sezione deve essere composta di:

- Linee indipendenti di alimentazione aria, azoto e ossigeno**, connesse alle linee di servizio disponibili nel laboratorio (che sono fuori dai limiti di batteria). Ogni linea deve essere dotata di:
 - valvola meccanica di intercettazione a monte**
 - sistema di controllo e regolazione tramite MFC (mass flow controller), certificato ATEX**, con intervallo di misura 0-35 m³_N/h per aria e azoto, e 0-15 m³_N/h per ossigeno, completi di filtro a coalescenza per trattenere le particelle di olio e nanopolveri, che deve essere collegato al sistema di acquisizione dati dell'apparato sperimentale.
- Linea indipendente di alimentazione di vapore leggermente surriscaldato**, da alimentare con:
 - caldaia**, dimensionata per una portata massima di 35 m³_N/h, individuata per la configurazione in modalità autotermica con ossigeno e vapore.
 - sistema di misura e controllo della portata** massica/volumetrica di vapore, **certificato ATEX**, da collegare al sistema di acquisizione dati dell'apparato sperimentale.
- Mixing point** dove devono convergere le quattro linee gas, **che dovrà essere inserito all'interno di un dispositivo di preriscaldamento**. Quest'ultimo dovrà garantire un agevole, e sufficientemente rapido, riscaldamento dei gas in ingresso fino a temperature nell'intervallo tra 120 e 250°C. Tale dispositivo potrebbe preferenzialmente essere un forno elettrico isolante con immerse resistenze elettriche. Il dispositivo deve essere **certificato ATEX** e collegato al sistema di acquisizione dati dell'apparato sperimentale.
- Derivazione del condotto del gas preriscaldato per regolare il flusso della valvola a sifone**. È preferibile che ci sia la possibilità di alimentare portate diverse nella sezione finale dello *standpipe* e in quella che si collega alla base del riser. Di conseguenza, il condotto sarà dotato di uno o due appropriati

misuratori di portata (rotametri o asometri), tarati per le basse portate necessarie (la velocità da realizzare sia nello *standpipe* sia nel tratto di rialimentazione verso il riser deve essere molto vicina a quella di minima fluidizzazione, di cui alla Tabella 3).

È considerato utile, ma non obbligatorio, l'inserimento di una linea aggiuntiva di anidride carbonica gassosa, configurata come quelle delle linee aria, azoto e ossigeno, e collegata al sistema di acquisizione e controllo. Tale linea potrebbe in futuro accrescere la versatilità dell'apparato sperimentale di cui trattasi.

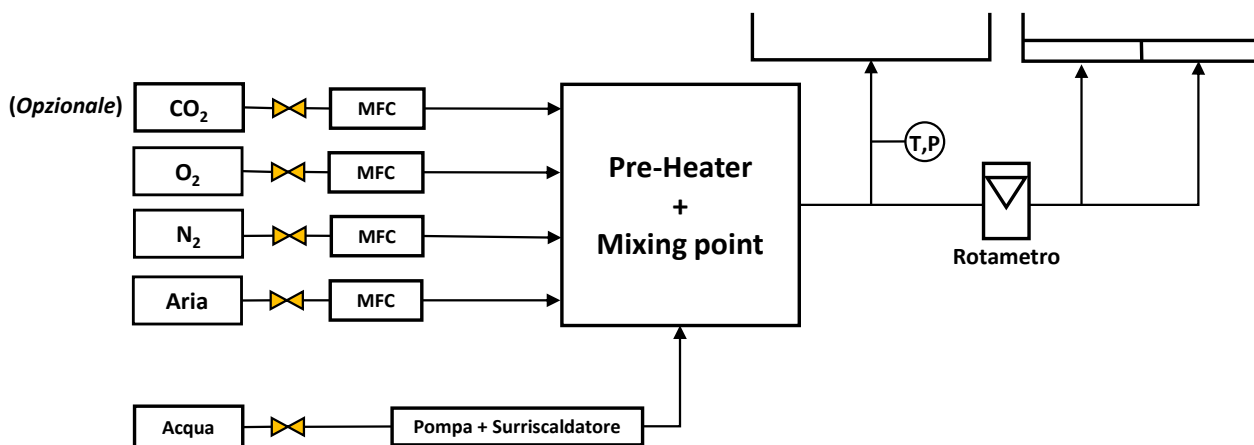


Figura 3. Schema di flusso semplificato della sezione alimentazione gas del CFBG in scala di laboratorio. Legenda: T,P: punto misura di temperatura e pressione. MFC: mass flow controller.

2.6.2 Sezione alimentazione solidi

La sezione deve essere composta di:

1. **Linea alimentazione solidi con doppia tramoggia**, ciascuna di volume adeguato a consentire almeno un paio di ore di funzionamento, che garantiscano la sicurezza delle operazioni di carico del combustibile (rifiuto o biomassa) e una sufficiente precisione nella misura della portata alimentata. È possibile e utile ipotizzare l'impiego di celle di carico.
 - a. **La seconda tramoggia deve alimentare un sistema a doppia coclea**, al fine di garantire la necessaria precisione nella misura della portata alimentata: perché il materiale sia uniformemente alimentato al reattore, la portata è controllata regolando la velocità di rotazione della coclea superiore, mentre la velocità di rotazione di quella inferiore è mantenuta al suo valore massimo.
 - b. **La seconda coclea deve alimentare il combustibile in una caditoia di alimentazione inclinata**, posizionata *over-bed*, cioè al di sopra del punto di reimmissione del solido dal condotto di ricircolo. Tale caditoia deve essere **raffreddata**, ad es. con una camicia d'acqua, per evitare che il combustibile possa rammollire e bloccarsi durante l'alimentazione al reattore. A tal fine, essa deve essere **dotata di una termocoppia di controllo della temperatura** all'interno del condotto.
 - c. **La caditoia di alimentazione deve essere dotata di un dispositivo che crei**, in corrispondenza dell'attacco sul reattore, **una barriera di gas inerte** (ad es., di azoto) per evitare che il syngas prodotto nel reattore possa dirigersi verso il sistema di alimentazione solidi piuttosto che verso la parte superiore del reattore stesso.

- d. È auspicabile, ma non obbligatorio, che il sistema possa disporre di una seconda caditoia di alimentazione, per poter studiare l'effetto di altezze diverse del letto. Di conseguenza, in tal caso, il sistema di alimentazione (tramogge e coclee) deve poter essere regolabile in altezza.
2. **Punto di alimentazione dei materiali inerti del letto**, per introdurli nel reattore prima dei test ed eventualmente durante gli stessi test, come *make-up*.

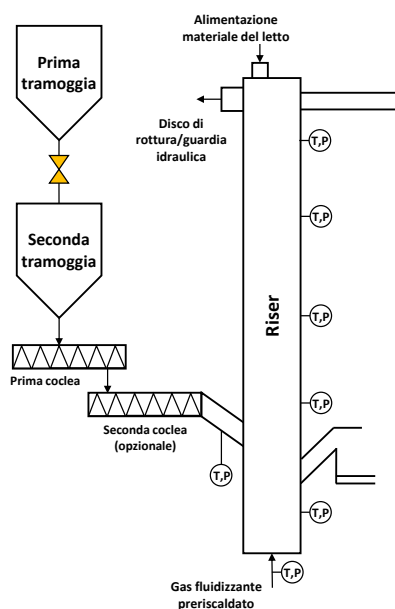


Figura 4. Schema di flusso semplificato della sezione alimentazione solidi (combustibili e materiale del letto) del CFBG in scala di laboratorio.

Legenda: T,P: punto misura di temperatura e pressione.

2.7 Misura e campionamento del syngas pulito

La sezione di misura e campionamento del syngas pulito deve disporre di:

1. **Rotametro per la misura della portata del syngas prodotto**, in grado di misurare una portata di syngas nell'intervallo 15-30 m³_N/h.
2. Sistema di analizzatori per la misura in continuo on-line delle concentrazioni nel syngas di CO, H₂, CO₂, O₂, CH₄, completo di chiller a protezione degli strumenti. **(Già disponibile presso il laboratorio dedicato di Sotacarbo).**
3. Gas Cromatografo con rilevatore TCD, per ulteriore misura on line di controllo per misura degli idrocarburi con due o più atomi di carbonio. **(Già disponibile presso il laboratorio dedicato di Sotacarbo).**
4. **Campionatori** in Tedlar (o similari) **per misure off-line**, preferenzialmente posizionato sulla linea che va al camino.
5. **Campionamento del syngas per la misura dei tar in isopropanolo**, da localizzare appena prima e appena dopo il reattore di cracking catalitico secondo la direttiva sul campionamento dei tar [Neeft, JPA, Knoef, HAM, Buffinga, GJ, Zielke, U, Sjöström, K, Brage, C, Hasler, P, Smell, PA, Suomalainen, M, Dorrington, MA, Greil, C. 2001. Guideline for sampling and analysis of tar and particles in biomass producer gases. <https://doi.org/10.1002/9780470694954.ch11>. Version 3.3].

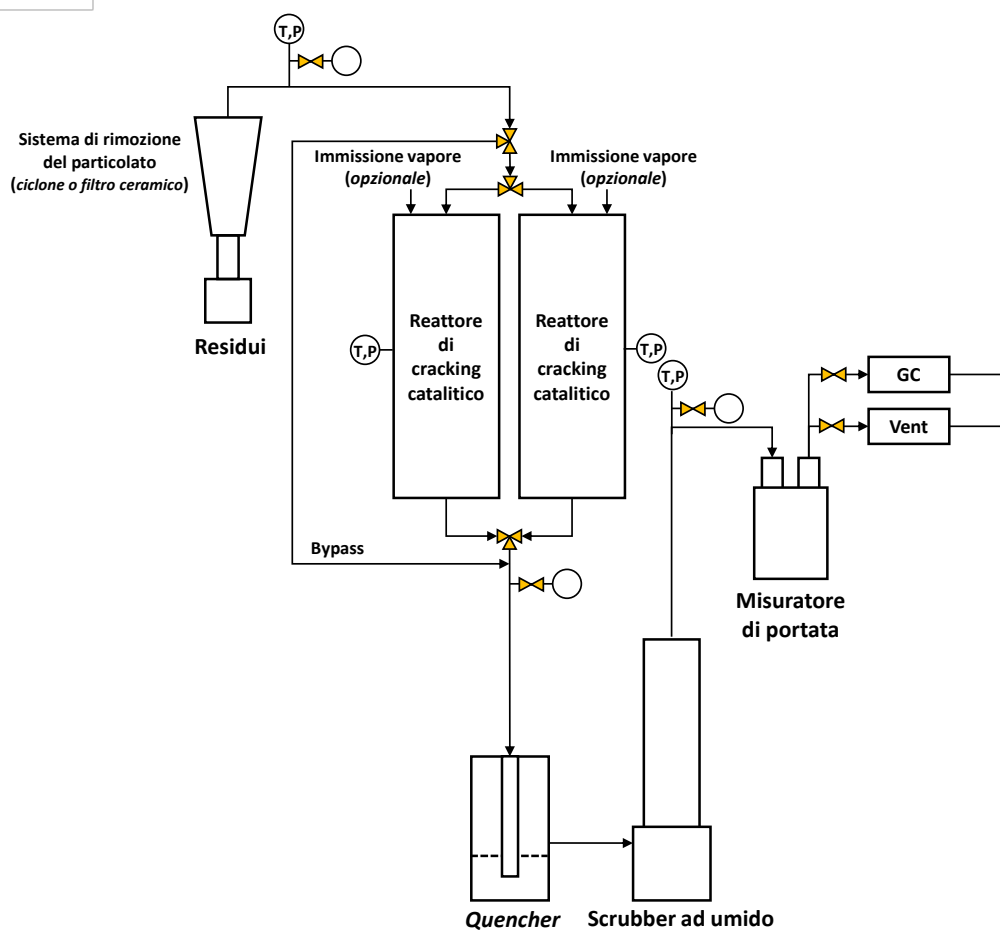


Figura 5. Schema di flusso semplificato delle sezioni di pulizia del syngas e di misure on-line del CFBG in scala di laboratorio. Legenda: T,P: punto misura di temperatura e pressione. Circoli senza lettere: punto prelievo gas. MFC: mass flow controller. GC: gascromatografo.

2.8 Sistemi di gestione dell'apparato

La sezione deve essere composta da:

1. **Sistema di acquisizione dati e controllo dei parametri di processo**, che consenta di gestire tutte le linee, gli strumenti e i componenti dell'impianto e contemporaneamente garantisca l'archiviazione storica di tutti i dati del processo stesso (gruppo temperature, gruppo pressioni, gruppo portate, gruppo analisi gas, ecc..) e, in particolare, verifichi il bilancio di pressione nel loop del reattore circolante. Questo prevedrà la realizzazione di una *workstation* computerizzata di ultima generazione per implementare l'*hardware* di comunicazione con l'impianto e l'installazione di un *software* per la gestione ed il controllo dello stesso. L'intero quadro e l'intera *workstation* dovranno essere assoggettati da un gruppo soccorritore di adeguata potenza (UPS), **già disponibile**, in grado di sostenerle in tempo di *switch* detto "zero" in caso di mancanza della energia elettrica principale, senza soluzione di discontinuità elettrica per gli impianti controllati.

In linea di massima, il sistema dovrà quindi avere le seguenti caratteristiche:

- Elevata integrità dei dati di processi e batch
- Produzione ininterrotta anche in caso di interruzione della rete dati

- Funzionalità di archiviazione dei dati per la ricostruzione in caso di perdita di comunicazione, con appropriata ridondanza
 - Integrazione e connettività a qualunque sistema e dispositivo previsto sull'impianto
 - Interfaccia grafica semplice e di veloce interpretazione.
2. **Quadro elettrico dedicato** con una potenza erogabile di almeno 50 kW per tutto il laboratorio che ospiterà il reattore, che dovrà essere gestita da due interruttori a monte che forniscano potenza a due diverse utenze (**già disponibile**).
3. **Sistema UPS per la componentistica critica**, cioè sistema di regolazione e controllo, regolatori di flusso, analizzatori di gas, misuratori di temperatura e pressione, elettrovalvole (**già disponibile**).

2.9 Elenco dei componenti dell'apparato di gassificazione a letto fluido in scala di laboratorio

In sintesi, l'apparecchiatura di cui si richiede il progetto esecutivo, la realizzazione e il *commissioning* finale, dovrà essere dotata almeno di:

1. Sistema di alimentazione dei gas aria, ossigeno e azoto.
2. Misuratori e controllori di flusso per i gas aria, ossigeno e azoto.
3. Caldaia per adduzione vapore surriscaldato.
4. Misuratore e controllore di flusso per il vapore surriscaldato.
5. Unità di miscelazione e preriscaldamento dei gas fluidizzanti prima dell'ingresso nel reattore.
6. Sistema di alimentazione dei solidi con doppia tramoggia e doppia coclea, dotato di caditoia di alimentazione raffreddata.
7. Reattore di gassificazione a letto fluido circolante in lega speciale, dotato di ciclone, condotto di ricircolo e valvola a sifone.
8. Forni riscaldanti (preferibilmente in materiale ceramico con resistenze elettriche immerse all'interno) per il riscaldamento del riser e del condotto di ricircolo del gassificatore.
9. Misuratore di portata del gas alimentato al fondo del condotto di ricircolo.
10. Misuratori di temperatura (termocoppie J e K) e di pressione (trasduttori elettronici)
11. Sonde per le misure di pressione e temperatura
12. Sistema di campionamento per analisi off-line di tar, acidi e basi
13. Ciclone ad ingresso tangenziale ed uscita assiale di gas e solidi.
14. Cracker catalitico per rimuovere i tar dal syngas caldo, con doppia camera di reazione, operabile in parallelo e by-passabile in caso di sovrappressioni.
15. Sistema pulizia syngas dai gas acidi.
16. Rotametro per la misura del syngas prodotto.
17. Post-combustore per il syngas pulito.
18. Sistema di acquisizione dati e controllo.

Carbonia 03.05.2024