



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia
e lo sviluppo economico sostenibile



Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Modifiche e migliorie degli impianti per la gassificazione del carbone

G.Cali, F.Tedde, M.Caboni, P.Miraglia, A.Madeddu, M.Fadda



Report RdS/2012/175

MODIFICHE E MIGLIORIE DEGLI IMPIANTI PER LA GASSIFICAZIONE DEL CARBONE

G.Cali, F.Tedde, M.Caboni, P.Miraglia, A.Madeddu, M.Fadda

Settembre 2012

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Area: Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente

Progetto: 2.2 – Studi sull'utilizzo pulito dei combustibili fossili, la cattura ed il sequestro della CO₂

Responsabile del Progetto: Ing. Stefano Giammartini, ENEA

Indice

Sommario	4
Introduzione	5
1. Problemi impiantistici rilevati e soluzioni adottate	6
1.1. <i>Modifiche hardware e software del sistema di regolazione e controllo</i>	6
1.2. <i>Modifiche al sistema di trattamento aria processo</i>	6
1.3. <i>Modifiche alle sezioni di assorbimento e rigenerazione CO₂</i>	8
1.3.1. <i>Modifica al sistema di circolazione solvente</i>	8
1.3.2. <i>Inserimento di un sistema di preriscaldamento delle ammine</i>	10
1.4. <i>Modifiche alla sezione di produzione di energia elettrica</i>	12
1.4.1. <i>Inserimento gasometro</i>	12
1.4.2. <i>Sistema di misurazione e registrazione dei kW prodotti dal motore</i>	14
1.5. <i>Inserzione di nuova strumentazione e miglioramento della strumentazione esistente</i>	15
1.5.1. <i>Misuratore di portata CO₂</i>	15
1.5.2. <i>Filtri lungo le linee di campionamento degli analizzatori O₂</i>	15
1.5.3. <i>Sistema rilevazione polveri</i>	17
1.6. <i>Modifiche alla linea a caldo</i>	20
1.6.1. <i>Sostituzione dei filtri molecolari del PSA</i>	20
1.6.2. <i>Inserimento del nuovo compressore CY001</i>	20
Conclusioni	22

Sommario

Il presente documento è riferito alle attività indicate nell'allegato tecnico all'Accordo di collaborazione tra ENEA e Sotacarbo "Analisi e sperimentazione di processi e tecnologie che trovano applicazione in impianti di produzione energetica da carbone equipaggiati con sistemi di cattura e sequestro della CO₂". In particolare, nell'ambito dell'obiettivo OR1 "Sperimentazione e ottimizzazione di impianti di gassificazione: produzione, trattamento e conversione del syngas prodotto dalla gassificazione del carbone in impianti equipaggiati con cattura della CO₂" è stata effettuata la prosecuzione delle attività di miglioramento delle tecnologie di gassificazione del carbone, con produzione, pulizia, trattamento e conversione del syngas prodotto in particolare a partire da carboni a basso rango come quello del Sulcis con prove e test sperimentali di cattura della CO₂ da gas provenienti dal gassificatore.

Le attività di modifica e i conseguenti miglioramenti effettuati sull'impianto pilota hanno riguardato principalmente le seguenti sezioni e/o parti d'impianto:

- hardware e software del sistema di regolazione e controllo;
- sistema di filtraggio aria processo;
- sezione di assorbimento e di rigenerazione CO₂;
- sezione di produzione di energia elettrica;
- linea a caldo, con inserimento di un nuovo compressore.

E' stata inoltre implementata la strumentazione a corredo dell'impianto, con l'inserimento di un misuratore di portata della CO₂ a valle del sistema di rigenerazione, di un misuratore di polveri presenti nel syngas in uscita dallo skid di trattamento a freddo.

Le modifiche effettuate durante il presente progetto di ricerca hanno permesso di migliorare la funzionalità dell'impianto incrementando le prestazioni dello stesso e consentendo di ampliare la conoscenza dei processi studiati.

Introduzione

Nell'ambito delle attività di ricerca per lo sviluppo di un processo di gassificazione del carbone e trattamento del syngas per una produzione di idrogeno ed energia elettrica a emissioni estremamente ridotte di agenti inquinanti e di anidride carbonica, Sotacarbo ha recentemente sviluppato una Piattaforma Sperimentale (figura 1.1) comprendente due impianti di gassificazione in letto fisso up-draft (tecnologia Wellman-Galusha) e una linea per la depurazione e lo sfruttamento energetico del syngas.



Figura 1.1: La piattaforma pilota Sotacarbo

In particolare, le modifiche tecniche di cui è oggetto il presente documento sono state effettuate nell'impianto pilota della piattaforma.

Tale impianto, oltre alla sezione di gassificazione (descritta più nel dettaglio nel documento "Sperimentazione in continuo dei processi di gassificazione" redatta nell'ambito del medesimo progetto di ricerca), comprende due differenti linee di trattamento del syngas, dedicate una alla produzione di energia elettrica e una al trattamento a caldo del syngas per la produzione di idrogeno.

Il presente documento riguarda la valutazione delle problematiche valutate durante l'esercizio dell'impianto pilota, l'individuazione degli interventi di modifica ed integrazione volti alla soluzione di tali problematiche, nonché gli interventi di ottimizzazione del funzionamento dell'impianto stesso.

Si riporta di seguito un elenco degli interventi effettuati, di cui verrà fatta una descrizione più dettagliata nei successivi paragrafi:

- modifiche hardware e software del sistema di regolazione e controllo;
- modifiche alle sezioni di assorbimento e rigenerazione dell'impianto pilota;
- modifiche alla sezione di produzione di energia elettrica;
- inserzione di nuova strumentazione;
- modifiche alla linea a caldo.

1. Problemi impiantistici rilevati e soluzioni adottate

1.1. Modifiche hardware e software del sistema di regolazione e controllo

Nell'ambito del progetto CERSE IV annualità sono state apportate delle modifiche impiantistiche le quali hanno a loro volta richiesto modifiche software al sistema di regolazione e controllo (SRC). Nello specifico tali modifiche, eseguite dal tecnico della ditta Eurotherm Srl fornitrice dell'impianto nel mese di aprile 2012, hanno riguardato la sezione di rigenerazione delle ammine e il compressore CY001 del sistema di desolforazione a caldo. Le modifiche sulla colonna hanno comportato la creazione di una nuova pagina grafica, mostrata in figura 2.1.1, nonché l'abilitazione e l'installazione del modulo modbus sul SRC in modo tale da poter visualizzare e controllare i segnali relativi ai parametri di funzionamento della colonna stessa.



Figura 2.1.1: Pagina sinottico del sistema di rigenerazione ammine

Con l'intervento eseguito si è ora in grado di registrare tutti i segnali provenienti dalla sezione nonché di poter regolare i set point dei parametri principali di funzionamento. Per quanto riguarda il compressore CY001 si è sostituito l'esistente con un sistema a inverter, non avendo però al momento ancora a disposizione i due relè necessari al funzionamento completamente in remoto dell'apparecchiatura, la modifica fatta al SRC consente la sola inserzione del compressore da remoto e la regolazione della frequenza dell'inverter, la marcia dello stesso deve però al momento essere comandata da locale in impianto.

1.2. Modifiche al sistema di trattamento aria processo

La sezione di produzione aria processo, costituita da un compressore rotativo Ingersoll Rand (mod. UP5-5-11-8 A/C) e da un serbatoio di aria compressa, è stata completata con un sistema di trattamento capace di rimuovere eventuale olio, polveri ed umidità presente nell'aria compressa inviata all'impianto. Tale modifica si è resa necessaria per evitare il danneggiamento della strumentazione di misura posta lungo la linea di adduzione aria processo al gassificatore.

Si riporta di seguito lo schema della sezione di produzione aria processo completa di sistema di trattamento:

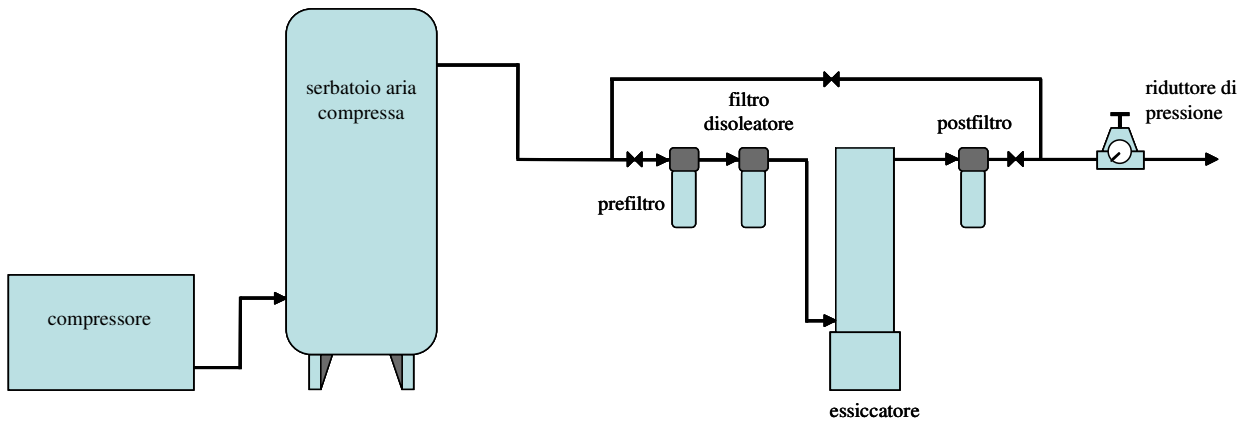


Figura 2.2.1: Sistema di trattamento aria processo

Il sistema è composto da quattro elementi:

- prefiltro;
- filtro disoleatore;
- essiccatore;
- postfiltro;

prodotti dalla Ingersoll Rand come il compressore.

Il prefiltro è in grado di rimuovere particelle fino a $1 \mu\text{m}$ e consente di ottenere una quantità di olio residuo nell'aria pari a 0.5 mg/m^3 (alla temperatura di riferimento di 20°C).

Il filtro disoleatore è in grado di rimuovere particelle fino a $0,01 \mu\text{m}$ e consente di ottenere una quantità di olio residuo pari a $0,01 \text{ mg/m}^3$ (alla temperatura di riferimento di 20°C , se preceduto dal prefiltro su menzionato).

L'essiccatore è di tipo ad adsorbimento ed elimina l'umidità dall'aria compressa con un punto di rugiada nominale di -40°C . È composto da un montante in alluminio estruso che contiene due camere piene di materiale igroscopico capaci di essiccare l'aria compressa che le attraversa. Mentre una delle due camere è in fase di essiccazione, l'altra si rigenera mediante il processo di adsorbimento a pressione alternata (PSA). Nel processo PSA una parte dell'aria essiccata viene utilizzata per rigenerare lo strato igroscopico che, dopo la fase di adsorbimento, viene portato alla pressione atmosferica per essere rigenerato.

Considerando come condizioni di riferimento una pressione di 7 barg ed una temperatura di 20°C , l'essiccatore è in grado di trattare una portata di $180 \text{ m}^3/\text{h}$ d'aria.

Il postfiltro è, infine, in grado di rimuovere dall'aria compressa e precedentemente trattata, particelle di polvere fino a $1 \mu\text{m}$.



Figura 2.2.1: Sistema di trattamento aria processo

1.3. Modifiche alle sezioni di assorbimento e rigenerazione CO₂

1.3.1. Modifica al sistema di circolazione solvente

Nelle campagne sperimentali del CERSE IV sono state effettuate delle prove di funzionamento dell'impianto Pilota delle sole sezioni di assorbimento CO₂ e rigenerazione ammine con un gas da bombole che simulasse i fumi di combustione. Per tale motivazione è stato realizzato un nuovo piping che permettesse di simulare il gas da combustione con una composizione di CO₂ al 15% in vol. e N₂ al 85% in vol., inoltre è stato modificato il circuito di circolazione del solvente liquido (ammine) per effettuare l'assorbimento a circuito aperto e la rigenerazione dei solventi a base di ammine in continuo con l'assorbimento. Per produrre un flusso di CO₂ pura dalle bombole è stata modificata la linea della CO₂/O₂ con l'esclusione del miscelatore di CO₂ e O₂ tramite un bypass. L'azoto è stato invece convogliato, tramite una nuova linea, sulla tubazione dell'aria processo al fine di poter misurare la portata di azoto con il misuratore portata aria FT492 (le caratteristiche del misuratore aria sono le medesime del misuratore per azoto) e regolare la portata stessa attraverso la valvola regolatrice della linea aria FV492. Si riportano di seguito due figure che rappresentano i circuiti di circolazione gas e circolazione liquido.

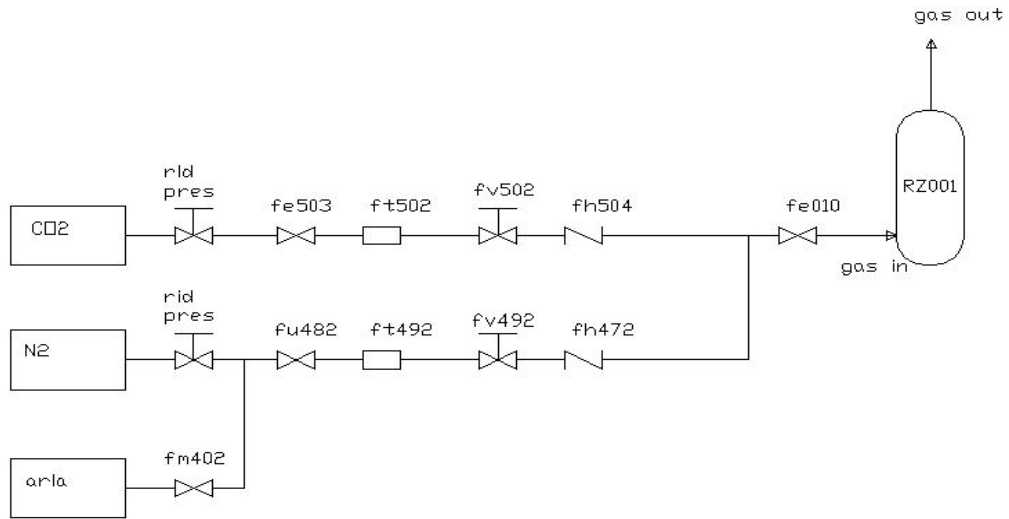


Figura 2.3.1.1: Schema del circuito di circolazione gas

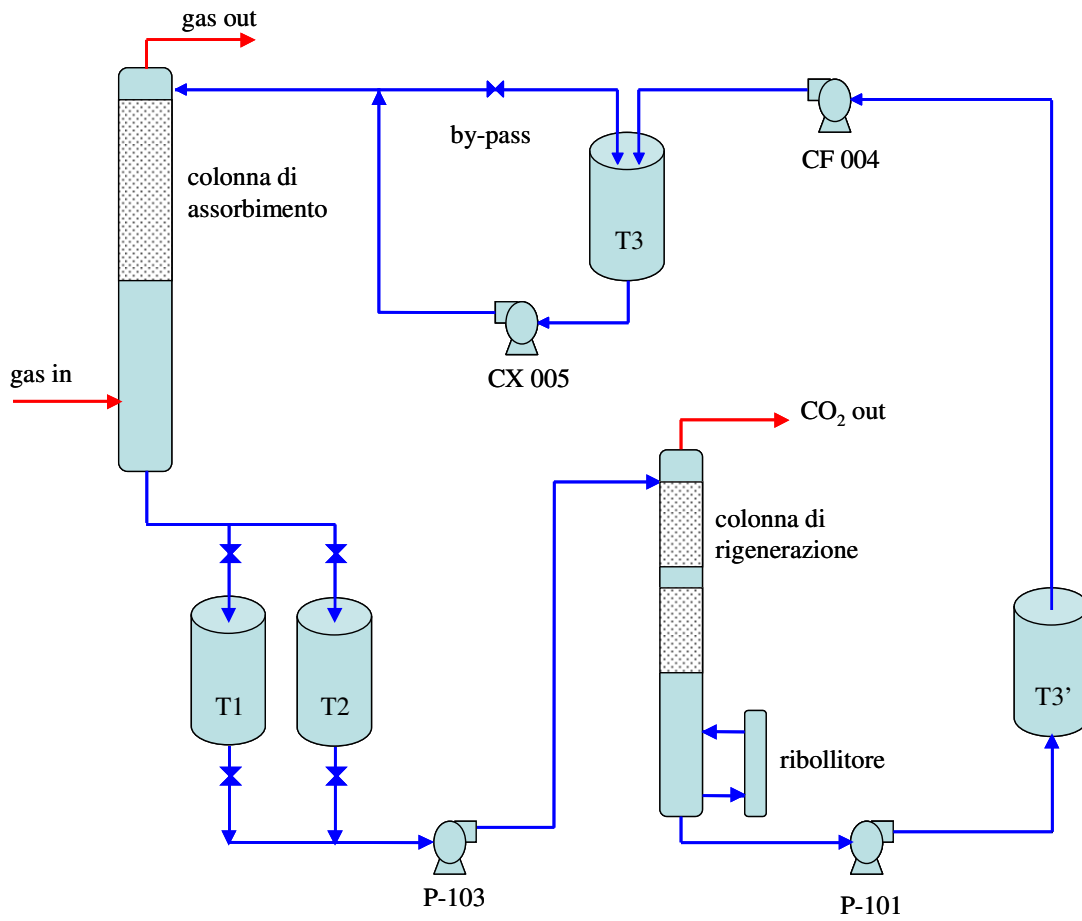


Figura 2.3.1.2: Schema del circuito di circolazione ammine

Come si nota dalla figura 2.3.1.2 la circolazione del solvente fra colonna di assorbimento CO₂ e colonna di rigenerazione solvente avviene con dei serbatoi intermedi che permettono di realizzare degli accumuli (pur minimi) al fine di separare i vari cicli di assorbimento e rigenerazione e consentire uno scrupoloso controllo del processo. A seguito delle nuove modifiche nella colonna di assorbimento il lavaggio del solvente avviene a circuito aperto (non viene riciclato solvente che ha già svolto la sua funzione di assorbimento), inoltre è stato realizzato un bypass sul piping a valle della pompa CX005 che consente di migliorare il controllo della portata di lavaggio.

Al fine di minimizzare gli accumuli di ammina lungo il circuito, sono stati inseriti serbatoi (T1, T2, T3), con una capacità di soli 200 litri a differenza dei precedenti che avevano una capacità di 1000 litri. Si riporta di seguito una figura 2.3.1.3 che raffigura i nuovi serbatoi.



Figura 2.3.1.3: Schema del circuito di circolazione ammine

1.3.2. Inserimento di un sistema di preriscaldamento delle ammine

Sulla sezione di rigenerazione del solvente (ammina) è stata effettuata un'ulteriore modifica al fine di migliorare le potenzialità di tale sezione in termini di portata di solvente rigenerato.

In data 23/07/2012 è stato inserito uno scambiatore di calore a resistenze elettriche sulla linea di ingresso ammina alla colonna di rigenerazione, tale scambiatore ha la funzione di riscaldare l'ammina da rigenerare fino ad una temperatura di 70°C-90°C, tale preriscaldamento permette di utilizzare l'energia del ribollitore di fondo colonna unicamente per separare la CO₂ dall'ammina saturata.

Si riportano di seguito le caratteristiche principali dello scambiatore a resistenze elettriche:

- elementi scaldanti: n. 3 serie Tubular heaters piegati ad U
- potenza complessiva 6 kW
- densità di potenza 2,32 W/cm²
- lunghezza totale 1400 mm
- lunghezza utile riscaldante 1120 mm
- custodia in acciaio
- termocoppia tipo K inserita nella guaina interna al fascio di resistenze

Lo scambiatore a resistenze elettriche come si può notare dalla descrizione possiede una potenza complessiva di 6 kW, esso è gestito da un quadro di controllo che tramite inverter gestisce la potenza da fornire al liquido per raggiungere la temperatura impostata come set point rispetto alla temperatura misurata all'interno dello scambiatore.

Si riportano di seguito due immagini relative allo scambiatore a resistenze elettriche e al suo quadro di gestione.

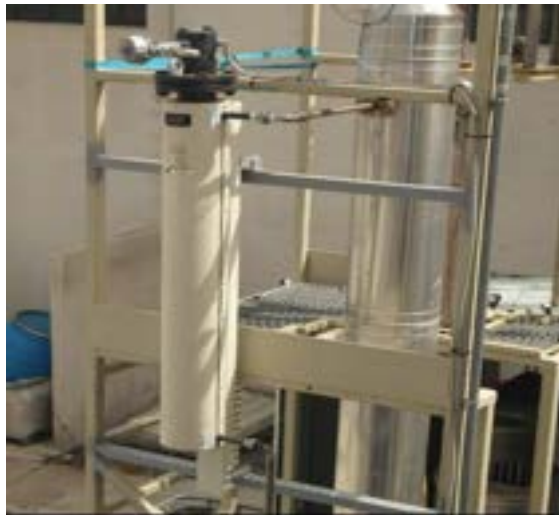


Figura 2.3.2.1: Scambiatore elettrico preriscaldamento ammine



Figura 2.3.2.2: Quadro di gestione dello scambiatore elettrico preriscaldamento ammine

1.4. Modifiche alla sezione di produzione di energia elettrica

1.4.1. Inserimento gasometro

La sezione di produzione di energia elettrica è costituita principalmente dal motore a combustione interna, il suo funzionamento nel progetto CERSE III aveva mostrato diverse problematiche dovute: alla necessità di regolare la centralina che gestisce il motore dal punto di vista elettronico, alla difficoltà di mantenere la potenza elettrica prodotta dal motore a combustione interna costante al variare del potere calorifico e della portata del syngas prodotto dal gassificatore, alla formazione di condense (umidità presente nel syngas) che possono compromettere la funzionalità del motore.

I problemi di regolazione della centralina sono stati risolti con la collaborazione di un tecnico della ditta fornitrice del motore Tessari che ha registrato le regolazioni elettroniche del motore e ha modificato il dosaggio dell'aria di combustione in conseguenza delle regolazioni fatte. Per quanto riguarda la variabilità del carico è stato progettato un gasometro che svolgerà la funzione di polmone di accumulo di syngas permettendo così al motore di non risentire della variabilità del potere calorifico e della portata del syngas, inoltre tramite una soffiante manterrà la pressione al motore costante. Il gasometro possiede un sistema di eliminazione delle condense presenti nel syngas e pericolose per il funzionamento del motore.

Le specifiche tecniche del gasometro sono di seguito riportate:

- capacità del gasometro: 11,3 m³
- doppia camera
- diametro esterno 2200 mm
- diametro interno 1900 mm
- lunghezza totale 4 metri
- pressione ingresso 20 mbar
- pressione uscita 30 – 35 mbar
- soffiante aria portata 50 m³/h 0,4 kW
- valvola di sovrappressione tarabile a molla
- attacchi flangiati DN 80
- trasmettitore di pressione
- trasmettitore di livello

Il gasometro è composto da una doppia membrana nella prima è presente aria spinta da una soffiante che mantiene in pressione una seconda camera interna dove entrerà il syngas in pressione. La camera che contiene il syngas aumenterà di volume mentre si riempirà spingendo l'aria verso l'esterno e formando così un polmone di riserva di syngas stesso. Si riporta di seguito uno schema ed alcune figure che rappresentano il gasometro ed il suo collegamento all'impianto.



Figura 2.4.1.1: Gasometro



Figura 2.4.1.2: Piping di collegamento gasometro – motore

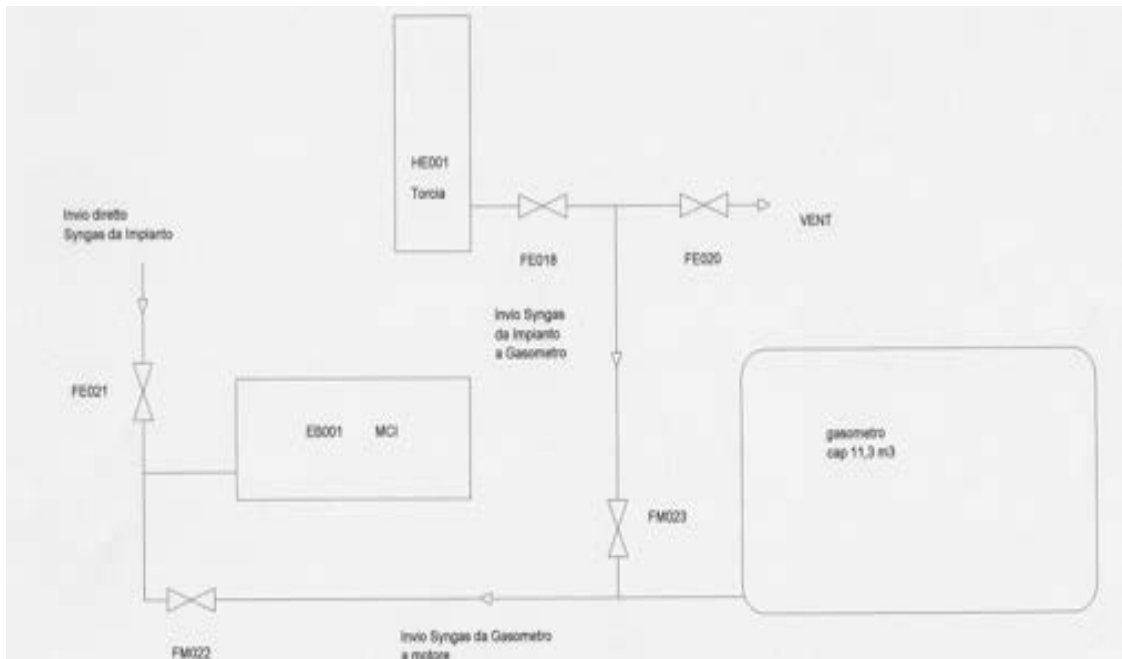


Figura 2.4.1.3: Schema di inserimento del gasometro nell'impianto pilota

1.4.2. Sistema di misurazione e registrazione dei kW prodotti dal motore

Al fine di misurare e i registrare kW elettrici prodotti dal motore è stato acquistato ed installato in impianto un contatore di kW provvisto di modulo per la comunicazione in modalità modbus. Si riporta di seguito la figura del contatore installato vicino al motore a combustione interna.



Figura 2.4.2.1: Contatore di kW elettrici prodotti dal motore

Le principali caratteristiche tecniche del contatore e del modulo, ad esso associato, per la comunicazione con il sistema di regolazione e controllo in modalità modbus sono le seguenti:

- Prodotto : DAB 13000
- Caratteristiche: 50 Hz / 60 Hz; IEC Classe 1, Classe B MID
- Contatore elettrico, Misura attiva, CTVT collegato, 3 fasi, Classe 1
- Dimensioni: Larghezza: 125 mm, Altezza: 64 mm, Lunghezza: 96 mm
- Peso netto : 0,35 kg
- Precisione: IEC Classe 1, Classe B MID
- Interfaccia di comunicazione: porta IR Uscita impulsi
- Capacità di connessione del circuito principale: cavo rigido 0,5 ÷ 10 mm²
- Grado di protezione: IP20
- Materiale Contenitore: Plastico
- Frequenza (f): 50 Hz 60 Hz
- Funzione: misuratore elettrico
- Corrente nominale (In): 6 A
- Tensione nominale (Ur): Phase-to-Neutral 3X57 ... 288 V
- Fase-fase 3x100 ÷ 500 V

1.5. Inserzione di nuova strumentazione e miglioramento della strumentazione esistente

Al fine di migliorare il funzionamento di alcune sezioni dell'impianto Pilota e aumentare le informazioni in nostro possesso sul funzionamento dell'impianto stesso si è deciso di inserire le seguenti nuove strumentazioni: misuratore di portata CO₂ in uscita, misuratore polveri a valle del gassificatore, elementi filtranti lungo le linee di campionamento degli analizzatori O₂.

1.5.1. Misuratore di portata CO₂

Nella sezione di rigenerazione ammine è stato inserito un rotametro per la misura della portata di CO₂ desorbita uscente dalla colonna di rigenerazione, le caratteristiche principali di tale misuratore sono le seguenti:

- temperatura di calibrazione 30 °C
- pressione di calibrazione 1,8 bar
- trasferimento segnale 4-20 mA
- campo scala 0-10 m³/h

Si riporta di seguito un'immagine del rotametro:



Figura 2.5.1.1: Rotametro misurazione CO₂

Come si nota dalla figura sopra riportata il rotametro è stato installato sopra un piccolo polmone in acciaio AISI 316 questo per evitare possibili condense di ammine nel rotametro con suo possibile guasto.

1.5.2. Filtri lungo le linee di campionamento degli analizzatori O₂

Sulla linea syngas posta in uscita dallo scrubber, sono presenti due punti di campionamento per il prelievo dei campioni da inviare ai due analizzatori di ossigeno, di tipo paramagnetico, a servizio del precipitatore elettrostatico.

Sulla base di quanto verificato, durante le precedenti campagne sperimentali, sulle conseguenze causate dalla presenza di impurità nel gas sul funzionamento degli analizzatori di ossigeno, è stata valutata la necessità di inserire alcuni elementi filtranti sulla linea di campionamento gas.

Come si può osservare nella successiva figura 2.5.2.1, sono stati inseriti quattro elementi filtranti, due per ciascuna linea di campionamento. La disposizione in parallelo e la presenza delle valvole di intercettazione consentono di sostituire, quando necessario, la cartuccia di uno dei due filtri senza interrompere il campionamento.

I filtri inseriti sono prodotti dalla Parker (mod. 33S6) e sono composti da un involucro esterno in acciaio (dotato di certificazione ATEX) e da una cartuccia in carta, capace di separare particelle solide e liquide fino a 0,01 μm con un'efficienza di ritenzione pari al 99,99%.

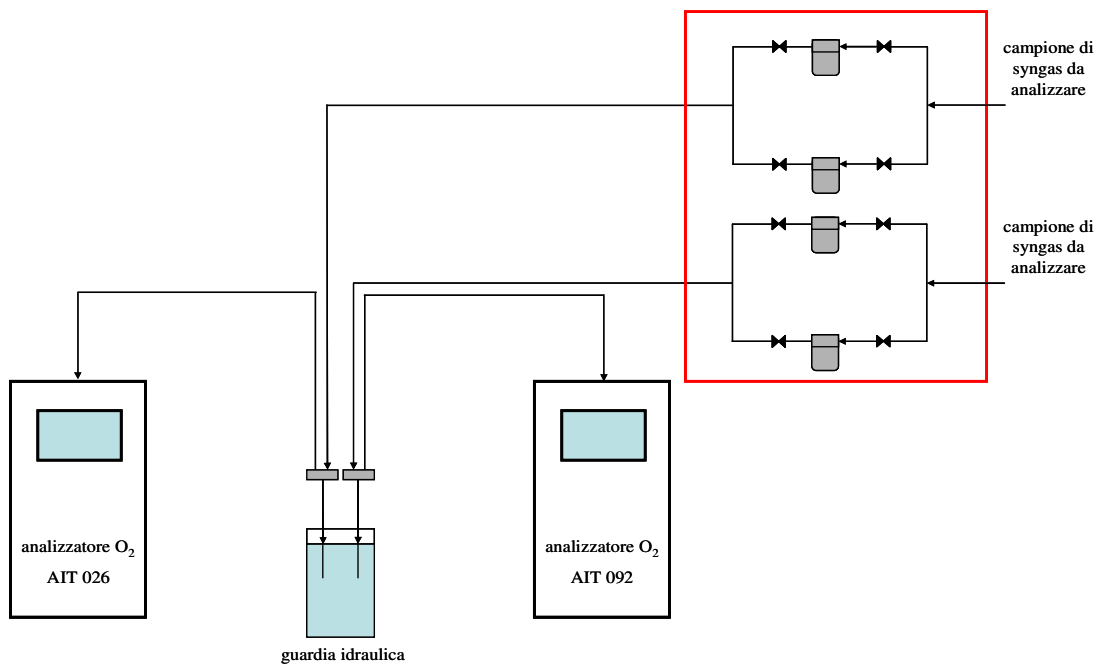


Figura 2.5.2.1: Sistema di campionamento degli analizzatori O₂



Figura 2.5.2.2: Elementi filtranti installati nel sistema di campionamento degli analizzatori O₂

1.5.3. Sistema rilevazione polveri

Al fine di effettuare lo studio delle prestazioni dai sistemi di rimozione polveri e tar (scrubber e precipitatore elettrostatico) presenti nella piattaforma pilota Sotacarbo è stato acquistato un sistema triboelettrico ad alta sensibilità per la misura delle polveri nel syngas (mod. PFM 02 Ex prodotto da Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG).

Tale sistema è costituito principalmente da una sonda e da un manicotto per il montaggio della stessa lungo la linea in cui si desidera effettuare l'analisi.

La sonda (figura 2.5.3.1) è composta da un stelo (*probe rod*) e da una testa di misura (*probe head*). L'asta viene installata su un manicotto ed è dotata di un isolatore per l'isolamento elettrico dalla custodia dello strumento.

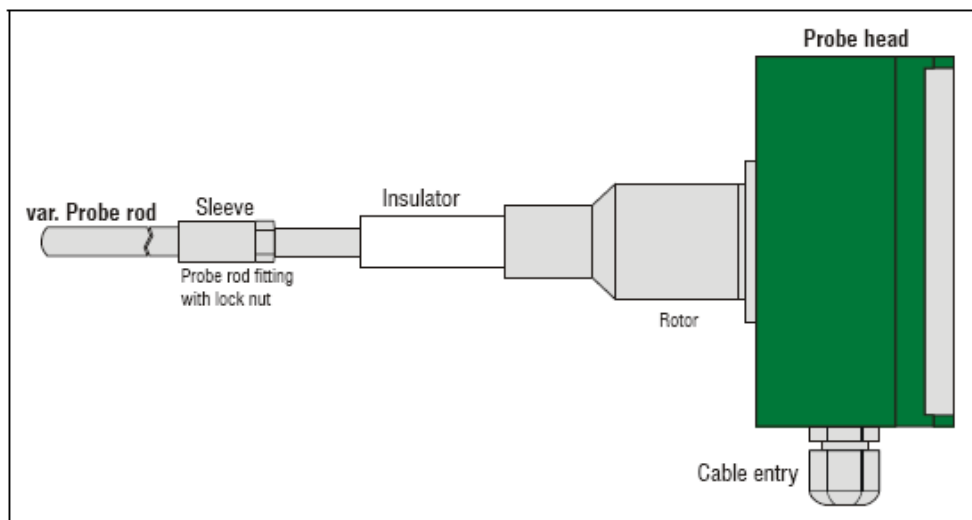


Figura 2.5.3.2: Sonda del sistema di rilevazione polveri

Le dimensioni dello stelo dipendono dalle condizioni di esercizio, quali la velocità del fluido ed il contenuto in polveri in esso presente. Il sistema di controllo ed il display sono integrati nella testa dello strumento; i valori di misura, gli stati dello strumento e le impostazioni dei parametri possono essere visualizzati tramite il display.

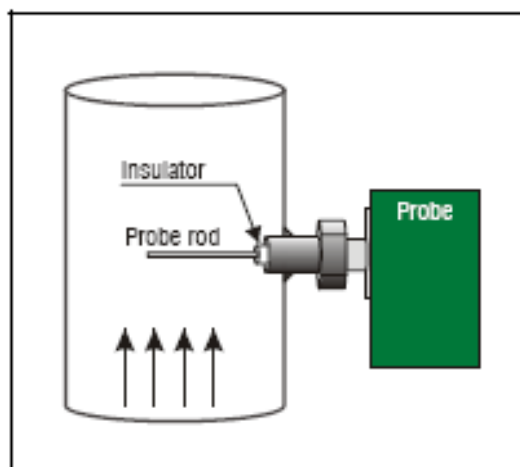


Figura 2.5.3.3: Schema di montaggio della sonda di rilevazione polveri

Lo strumento di misura sfrutta l'effetto triboelettrico, ossia quel fenomeno elettrico che consiste nel trasferimento di cariche, e quindi nella generazione di una tensione, tra materiali diversi (di cui almeno uno isolante) per semplice contatto o per strofinamento. Il fenomeno è dovuto al trasferimento di elettroni tra

gli atomi della superficie dei due corpi; il corpo i cui atomi superficiali hanno perso elettroni risulta carico positivamente, l'altro negativamente.

Un sistema di rilevazione delle polveri di tipo triboelettrico sfrutta il trasferimento delle cariche elettriche fra la sonda e la particelle di polvere presenti nel gas, che impattano sulla stessa. Ne deriva un segnale in corrente che dipende dalle proprietà elettriche e meccaniche delle particelle e dal quantitativo di polveri presenti nel gas. Il microprocessore integrato all'interno dell'unità di controllo restituisce una segnale (4...20 mA) proporzionale al quantitativo di polveri.

Affinché la misura rilevata sia significativa, la sonda deve essere montata in modo che la distribuzione delle particelle di polvere contenute nel gas sia, nel punto in cui si vuol effettuare la misura, quanto più omogenea possibile lungo la sezione del condotto.

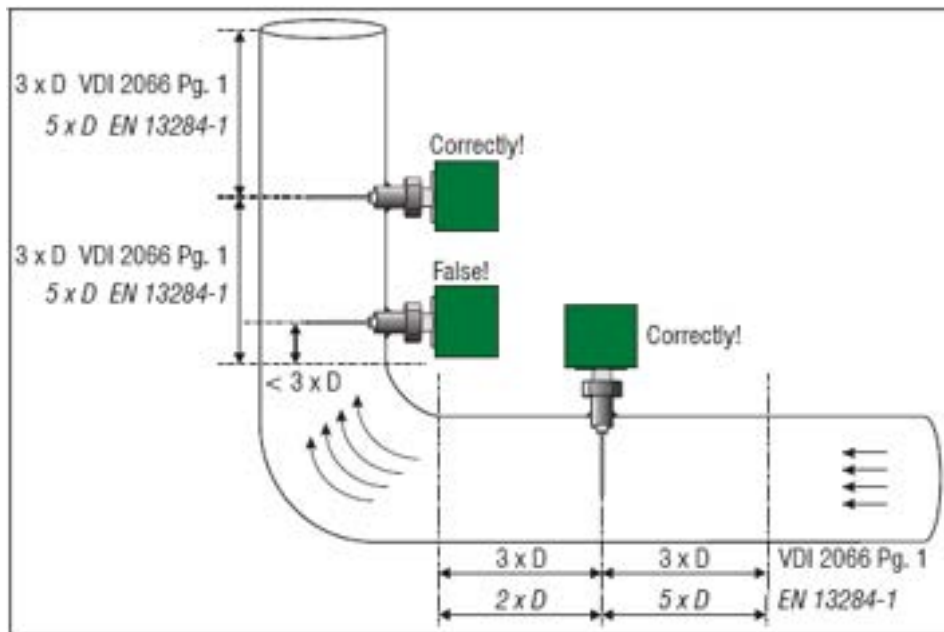


Figura 2.5.3.4: Schema di montaggio della sonda in accordo con diverse normative di riferimento

Le informazioni relative alle analisi ed al funzionamento del sistema di rilevazione polveri possono essere visualizzate tramite il display (128 x 64 pixel) integrato col sistema stesso. In particolare, è possibile visualizzare il valore attuale della misura, sia in modalità grafica (figura 2.5.3.5) che di testo (figura 2.5.3.6), e la rappresentazione grafica delle misure rilevate in funzione del tempo.

La misura può essere espressa sia in termini percentuali che in mg/m^3 (contenuto in polveri nell'unità di volume di gas).

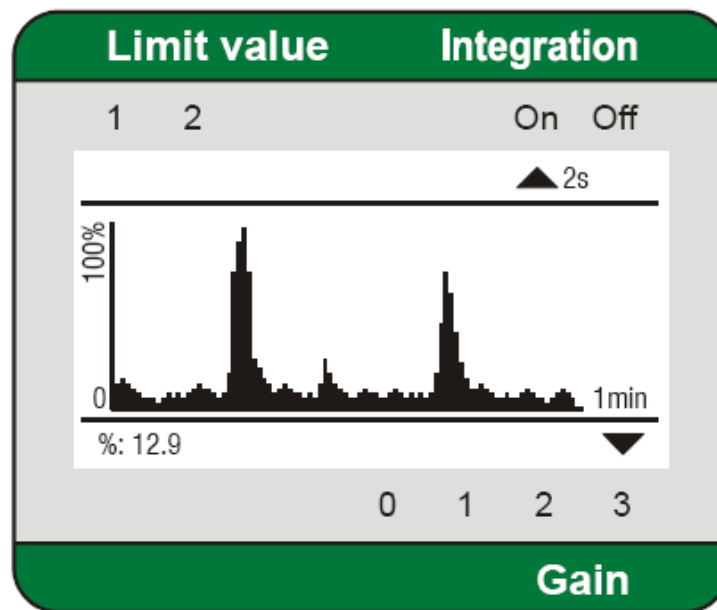


Figura 2.5.3.5: Display in modalità grafica

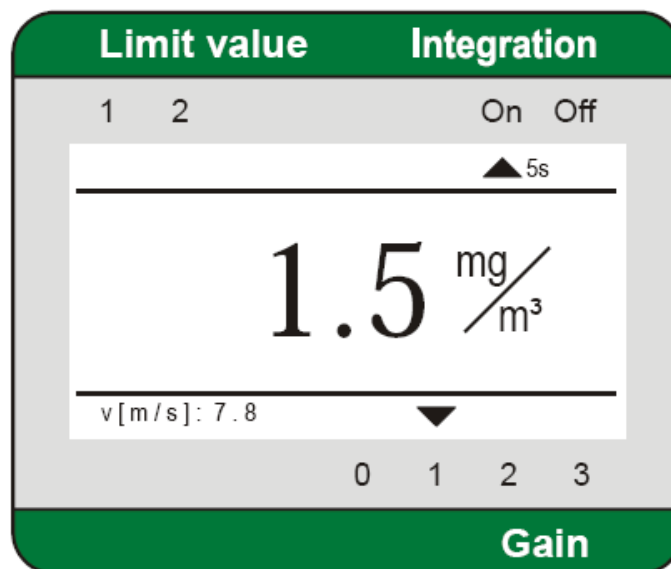


Figura 2.5.3.6: Display in modalità di testo

Tramite una tastiera, anch'essa integrata allo strumento, è possibile accedere al menu principale ed effettuare la modifica dei parametri e la selezione della modalità di funzionamento del dispositivo. La sonda è stata inizialmente installata lungo la linea syngas a valle del precipitatore elettrostatico e, successivamente, spostata a valle del gassificatore. È testata durante le prova sperimentali del 12/07/2012 e del 19-20/07/2012. Durante il primo test effettuato, non è stato possibile registrare alcun valore del contenuto in polveri nel syngas a causa di iniziali problemi riscontrati nell'impostazione dei parametri dello strumento. Durante la prova successiva, in cui lo strumento è stato installato a valle del gassificatore, le temperature particolarmente alte raggiunte durante la gassificazione, hanno provocato il danneggiamento del materiale isolante utilizzato per l'installazione della sonda, rendendo impossibile il suo utilizzo. In seguito al ripristino del materiale, lo strumento verrà installato e reso utilizzabile per le future campagne sperimentali.

1.6. Modifiche alla linea a caldo

1.6.1. Sostituzione dei filtri molecolari del PSA

Le prove effettuate sulla sezione di trattamento a caldo dell'impianto pilota, durante la campagna sperimentale relativa al processo CERSE III, hanno evidenziato una sostanziale diminuzione di efficienza di rimozione dell'azoto operata dal sistema PSA. I valori di concentrazione di H₂, presenti nel gas in uscita dal sistema, sono passati dal valore iniziale di 90-97% ad un valore di circa 50%.

Dopo un'attenta analisi ed alcune prove volte a verificare il corretto funzionamento di:

- software di gestione del sistema e quadro di comando;
- elettrovalvole;
- manometri e valvole di sicurezza;
- pulizia dei condotti e dei filtri posti in ingresso alle colonne;

è stata valutata la necessità di sostituire i filtri molecolari posti nelle colonne di adsorbimento del PSA.

Sono stati, quindi, ordinati 100 kg di pellets di Zeoliti (sodium alumina-silicate) completi di filtri (uno in fibra di cocco ed uno in fibra di feltro per ciascuna colonna) e di procedure dettagliate per la corretta installazione avvenuta nel mese di giugno.

1.6.2. Inserimento del nuovo compressore CY001

I test sperimentali effettuati sulla linea di trattamento a caldo del syngas hanno evidenziato l'incompatibilità del compressore CY001, inizialmente installato nell'impianto pilota (di tipo rotativo con rotore eccentrico a palette), con le esigenze specifiche di funzionamento. In particolare, la presenza di elevate quantità di olio lubrificante nel syngas in uscita dal compressore ha dato luogo a sporcamento delle apparecchiature poste a valle, e sovrappressione nelle linee syngas. Per ovviare a tali problematiche, nell'ambito del progetto CERSE III, è stato acquistato un compressore più adatto alle esigenze sperimentali. La nuova apparecchiatura è rappresentata da una soffiante a lobi rotanti prodotta dalla GEV s.r.l. (General Europe Vacuum) avente le seguenti caratteristiche:

- modello 3202
- potenza 3 kW
- certificazione: ATEX II-3G-IIB T3
- regolazione della portata tramite inverter digitale.

Nell'ambito del progetto a cui il presente documento fa riferimento si è provveduto ad effettuare:

- montaggio meccanico del compressore;
- collegamento elettrico del compressore e dell'inverter;
- implementazione del blocco di regolazione del compressore nel SRC dell'impianto pilota.

Il montaggio ha tenuto conto delle particolari esigenze del compressore, per cui risulta particolarmente dannoso l'eventuale formazione e deposito di condense tra statore e rotore.

I test sperimentali effettuati sulla sezione di trattamento a caldo hanno evidenziato un funzionamento stabile del compressore, sia in termini di portata elaborata, sia in termini di pressioni rilevate lungo le linee syngas. Risulta, inoltre, completamente risolto il problema della presenza di olio lubrificante nel syngas.



Figura 2.6.2.1: Nuovo compressore a servizio della sezione di trattamento a caldo

Conclusioni

Come illustrato nei paragrafi precedenti, durante il progetto CERSE IV, sono state apportate modifiche su ogni sezione principale dell'impianto, esse ne hanno migliorato le prestazioni ed inoltre hanno aumentato il campo delle sperimentazioni da effettuare sull'impianto Pilota. Di seguito elenchiamo le modifiche e i conseguenti miglioramenti:

- le modifiche hardware e software del sistema di regolazione e controllo hanno comportato la registrazione dei dati relativi alla colonna di rigenerazione ammine e un maggiore e più rapido controllo dei parametri di processo di tale sezione di impianto.
- l'inserimento del sistema di filtraggio aria processo e il conseguente invio al gassificatore di aria secca senza umidità ha salvaguardato le strumentazioni lungo la linea dell'aria (misuratore di portata aria, valvola di regolazione portata, misuratore di pressione) ed ha migliorato il funzionamento delle lampade di accensione del gassificatore.
- le modifiche alle sezioni di assorbimento e rigenerazione CO₂ hanno permesso di poter far funzionare la sezione di assorbimento a circuito aperto e di simulare il funzionamento delle sezioni di assorbimento CO₂ e rigenerazione del solvente come avviene negli impianti in scala industriale. Le modifiche effettuate sulla linea di adduzione di gas alla sezione di assorbimento CO₂ hanno permesso di poter effettuare delle campagne sperimentali simulando un gas da combustione. Inoltre l'inserimento di un sistema di preriscaldamento delle ammine (come avviene negli impianti su scala industriale) ha permesso di aumentare la portata di ammina rigenerata.
- Le modifiche alla sezione di produzione di energia elettrica hanno reso stabile il funzionamento del motore rendendo quasi costante il numero di giri del motore e la produzione di energia elettrica, inoltre con il contatore di kW è possibile registrare la potenza prodotta durante l'intera prova.
- L'inserzione della nuova strumentazione ha migliorato ed introdotto nell'impianto Pilota nuove misurazioni: portata di CO₂ in uscita dall'impianto di rigenerazione, quantitativo di polveri presenti nel syngas in uscita dallo skid di trattamento a freddo.
- Le modifiche apportate alla linea di trattamento a caldo del syngas hanno consentito di stabilizzare le condizioni di funzionamento della stessa, ovviando ai problemi di sporcamento delle linee e di instabilità delle pressioni nelle stesse.

In conclusione le modifiche effettuate durante il progetto CERSE IV hanno migliorato la funzionalità dell'impianto risolvendo diverse problematiche notate nei precedenti test sperimentali ed inoltre hanno permesso di migliorare la conoscenza dei processi studiati ed in alcune sezioni di incrementare le prestazioni dell'impianto stesso.

Sotacarbo SpA

La Società Sotacarbo - Società Tecnologie Avanzate Carbone- S.p.A. è stata costituita il 2 aprile 1987, in attuazione dell'art. 5 della legge 351/85 “norme per la riattivazione del bacino carbonifero del Sulcis”, con la finalità di sviluppare tecnologie innovative ed avanzate nell'utilizzazione del carbone attraverso la costituzione in Sardegna del Centro di Ricerche, la progettazione e la realizzazione di impianti dimostrativi sulla innovazione tecnologica nella utilizzazione del carbone, la realizzazione di impianti industriali per l'utilizzazione del carbone in alternativa alla combustione.

Le attività della Sotacarbo riguardano soprattutto:

- Sviluppare progetti di R&S e di ricerca applicata sulle nuove tecnologie di utilizzo del carbone, le così dette Clean Coal Technologies (CCTs)
- Operare come punto di riferimento a livello nazionale, per il coordinamento delle attività di R&S sul carbone a sostegno del sistema industriale italiano
- Promuovere e diffondere la conoscenza sulle CCTs, fornendo una corretta visione delle potenzialità del carbone nel panorama energetico italiano e non, con particolare riferimento alla sua compatibilità con l'ambiente
- Monitorare gli sviluppi tecnologici riguardanti l'utilizzo pulito del carbone
- Fornire attività di consulenza ad enti, istituzioni e privati nel campo delle CCTs. Partecipare a meeting internazionali e gestire rapporti con organizzazioni omologhe straniere per contribuire alla diffusione delle CCTs