



Ricerca di Sistema elettrico

Realizzazione di un prototipo sperimentale per lo studio di tecnologie *low carbon*: la piattaforma VALCHIRIA

S. Cassani, A. Assettati, L. Pagliari, M. Nobili, S. Stendardo

REALIZZAZIONE DI UN PROTOTIPO SPERIMENTALE PER LO STUDIO DI TECNOLOGIE *LOW CARBON*: LA PIATTAFORMA VALCHIRIA

S. Cassani, A. Assettati, L. Pagliari, M. Nobili, S. Stendardo (ENEA)

Settembre 2013

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2012

Area: Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente

Progetto: B.2 – Cattura e sequestro della CO₂ prodotta dall'utilizzo di combustibili fossili

Obiettivo: Tecnologie per la cattura della CO₂ in pre-combustione

Responsabile del Progetto: ing. Stefano Giammartini, ENEA



Indice

1	PREMESSA.....	4
2	IL PROCESSO INTEGRATO.....	5
3	LA PIATTAFORMA VALCHIRIA	7
4	MODIFICHE APPORTATE ALLA PIATTAFORMA.....	9
4.1	IL SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO.....	9
4.2	IL RISCALDATORE ELETTRICO	10
4.3	LA SOFFIANTE	11
5	IL SISTEMA DI COMANDO E CONTROLLO.....	12
5.1	SISTEMA ABB- FREELANCE	12
5.2	ARCHITETTURA DEL SISTEMA.....	12
5.3	INTERFACCIA OPERATORE	12
5.4	INGEGNERIA	14
6	IL SISTEMA DI CAMPIONAMENTO E ANALISI	15
7	APPENDICE	17

1 Premessa

Il syngas prodotto dalla gassificazione del carbone normalmente contiene idrocarburi che condensando a bassa temperatura (tars) ed hanno un effetto estremamente dannoso sulle apparecchiature ed i condotti su cui si depositano.

Per tale motivo, la rimozione del tar dal syngas è una delle problematiche cruciali per lo sviluppo delle tecnologie per l'utilizzo pulito di carbone, soprattutto nel campo di quei cicli che potrebbero fornire, potenzialmente, prestazioni molto elevate in termini di efficienza ed impatto ambientale come gli IGCC e i cicli ibridi gassificatore - celle a combustibile.

La decomposizione termica dei tars avviene generalmente a temperature più elevate di quelle di funzionamento dei gassificatori (600-1000 °C) e dei sistemi di pulizia del syngas che operano generalmente a più basse temperature (300-600 °C); per tale motivo devono essere utilizzati catalizzatori che favoriscono, in tale range di temperatura, le reazioni chimiche di cracking, ossia di conversione delle molecole più grosse che caratterizzano il tar in frazioni più leggere, più facilmente smaltibili.

Il problema dello smaltimento del tar è ancora più rilevante in impianti in cui i processi di pulizia del gas avvengono a freddo, mediante scrubber, in quanto le basse temperature, favorendo la condensazione di tali composti provocano la loro deposizione in tutte le parti fredde dell'impianto con relativi problemi di occlusione e corrosione.

Nel caso poi, ancora più gravoso, in cui vengono utilizzati carboni particolarmente sporchi e ricchi di componenti volatili, come nel caso del carbone del Sulcis, la presenza del tar può compromettere seriamente la funzionalità dell'impianto, come del resto dimostrato dai primi tests sperimentali

La realizzazione dell'impianto Valchiria nasce dalla esigenza di creare un sistema integrato di trattamento termico del carbone (pirolisi e gassificazione), attraverso l'utilizzo di due diversi reattori all'interno dei quali avvengono in modo separato i due processi chimico-fisici.

2 Il processo integrato

L'operazione di abbattimento del tar con il processo di cracking può avvenire sia all'interno del gassificatore, sia in un reattore esterno. La seconda soluzione è molto più efficiente, perché il processo può essere condotto con la configurazione del reattore e le condizioni operative ottimali.

Tabella 1 - Caratteristiche del carbone Sulcis (composizione massica).

Composizione del carbone (% su base secca)		Composizione delle ceneri		Composizione materia volatile	
Ceneri	18.55	SiO ₂	29.02	Tar	40.0
Materia Volatile	42.56	Fe ₂ O ₃	21.25	H ₂ O	5.0
Carbonio Fisso	38.89	SO ₃	15.24	gas	55.0
S (complessivo)	7.26	Al ₂ O ₃	15.03	Composizione dei gas da materia volatile	
C	58.31	CaO	11.37		
H	4.51	MgO	6.02		
N	1.27	TiO ₂	1.17		
O	10.10	K ₂ O	0.38	CO	43.1
Umidità	10.80	Na ₂ O	0.35	CO ₂	14.3
Hs [MJ/kg]	24.62	P ₂ O ₅	0.17	H ₂	0.5
Hi [MJ/kg]	23.62	T _{FUS} [°C]	1285	CH ₄	42.1

Nelle considerazioni che seguono ci si riferirà all'utilizzo del carbone del Sulcis, la cui composizione e caratteristiche principali sono date in Tabella 1.

Come è possibile rilevare, la componente volatile costituisce circa il 40% in peso del carbone, e di questi il 55% è a sua volta costituito da Tar. Ciò significa che 1 kg di carbone contiene circa 0,2 kg di tar.

Generalmente, la componente volatile del carbone viene rilasciata in un range di temperature che va dai 300 ai 500 °C ed oltre (anche fino ai 700 °C). La fase di devolatilizzazione nonostante abbia una cinetica relativamente rapida, influisce molto sulle condizioni di combustione/gassificazione del char residuo; inoltre la frazione costituita dai tar è caratterizzata da una volatilità più bassa e tende a ricondensare in fase liquida nelle parti più fredde sia del reattore che dei componenti a valle di esso.

Lo schema di processo qui proposto è predisposto in modo da separare nettamente la zona del reattore in cui avviene il rilascio della parte volatile da quella in cui avvengono le reazioni di gassificazione vera e propria. Tale separazione ha tre scopi:

- eliminare, o in ogni caso diminuire, l'influenza che la presenza delle sostanze volatili ha sulle reazioni di gassificazione/combustione del carbone. E' infatti generalmente riconosciuto che le principali differenze di comportamento termico e di reattività tra carboni sono prevalentemente riconducibili alle differenze di comportamento nello stadio di devolatilizzazione. Le modalità con cui avviene la devolatilizzazione influenzano fortemente anche la reattività del char, dato che le reazioni di combustione procedono sui siti attivi del char su cui è presente idrogeno residuo. Questa serie di problematiche vengono a mancare se le reazioni di combustione/gassificazione avvengono sul char residuo in un volume non interessato dalla parte volatile.
- Sfruttare il potere calorifico delle sostanze volatili per effettuare il cracking termico del tar ad elevata temperatura, mediante la combustione con aria (o con ossigeno) delle sostanze volatili stesse, con eventuale presenza di catalizzatore.
- Utilizzare il contenuto termico dei fumi di combustione delle sostanze volatili per gassificare il char residuo.

Un possibile schema di principio del processo proposto è riportato in Figura 1.

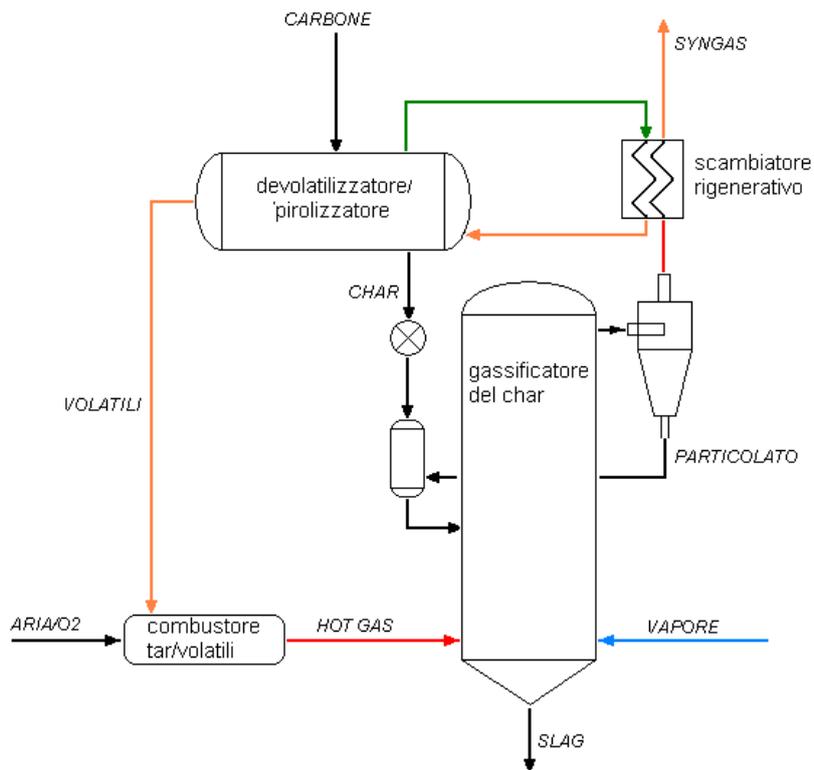


Figura 1 - Schema del processo di pirolisi/gassificazione del char.

Nello schema si individuano i seguenti componenti principali:

- un reattore di devolatilizzazione/pirolisi, funzionante in assenza di ossigeno in un range di temperatura compreso tra i 400 e i 600 °C, nel quale si realizza la liberazione dei volatili e la pirolisi del carbone, con formazione da una parte di un gas contenente H₂, CO, H₂O CO₂ e tar, dall'altra il residuo solido composto principalmente da carbonio (char). Tale reattore è alimentato termicamente dal syngas caldo proveniente dal gassificatore del char, mediante uno scambiatore rigenerativo posto sul ricircolo di una opportuna frazione dei volatili stessi.
- Un reattore di gassificazione del char, formatosi nel pirolizzatore, alimentato mediante la combustione parziale del gas pirolitico; la temperatura di funzionamento di tale reattore deve attestarsi attorno agli 850°C per consentire una sufficiente efficienza di gassificazione. Il controllo della temperatura è ovviamente realizzato mediante la regolazione opportuna del rapporto stechiometrico della combustione dei volatili.

Il processo può essere completato, al fine di ottimizzarne le prestazioni, con un ulteriore scambiatore rigenerativo per preriscaldare l'aria di combustione dei volatili a spese del calore sensibile del syngas in uscita.

3 La piattaforma VALCHIRIA

Con la realizzazione dell'impianto VAL.CH.I.R.I.A. (VALorizzazione CHar Impianto Ricerche Avanzate), si è cercato di mettere in pratica (progettazione e realizzazione) quanto era stato studiato per la realizzazione di un Sistema Integrato di Piro-Gassificazione del carbone.

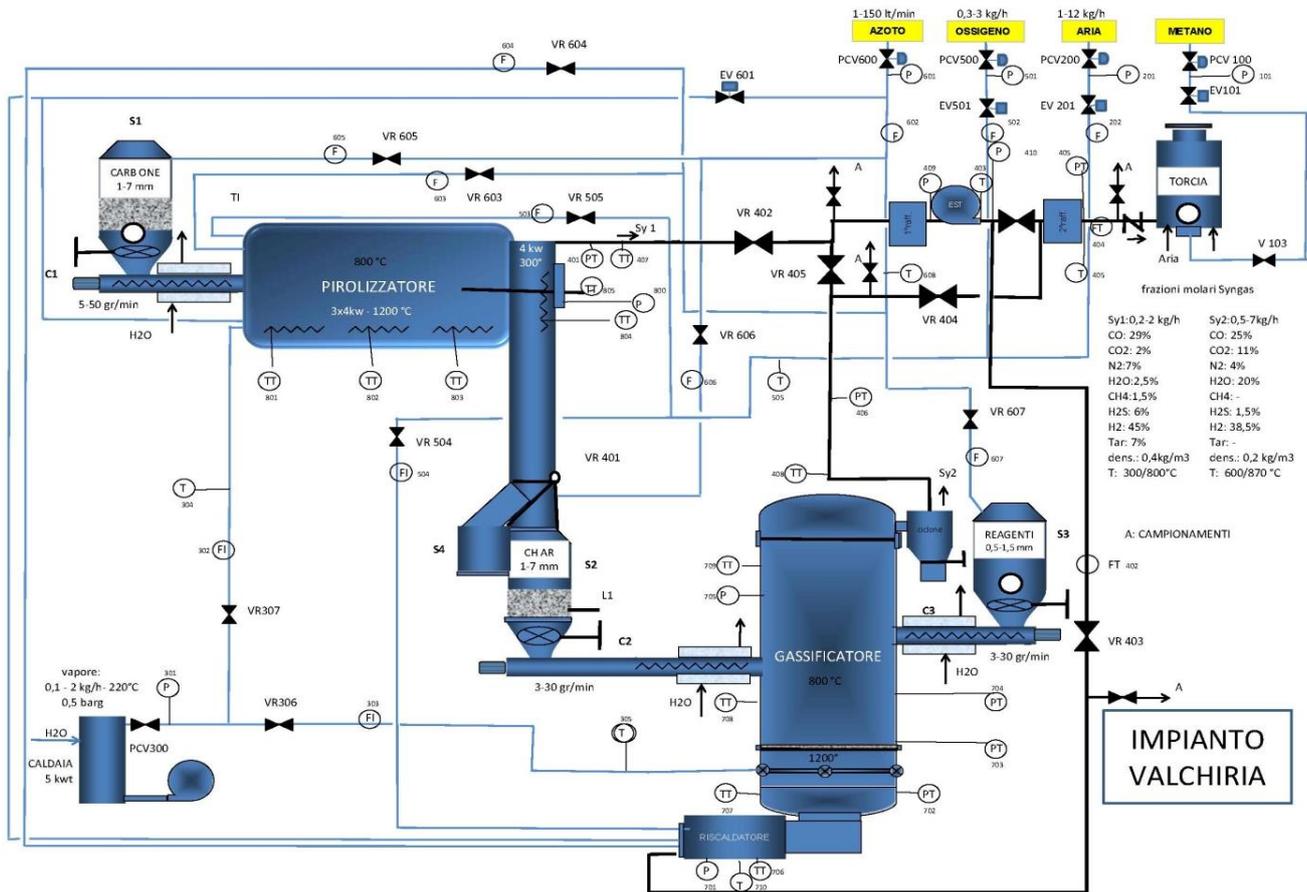


Figura 2 – Layout generale della piattaforma VALCHIRIA

Come si vede nello schema riportato in Figura 2 ci si è molto avvicinati allo studio teorico, nello specifico si è realizzato:

- un pirolizzatore con tecnologia a tamburo rotante con un sistema di alimentazione carbone della portata variabile da 5 a 50 gr/min;
- un gassificatore con tecnologia a letto fluido alimentato dal char prodotto dal pirolizzatore con portata variabile da 3 a 30 gr/min;
- un sistema di alimentazione supplementare al gassificatore che permette l'immissione di reagenti e/o sorbenti (da 3 a 30 gr/min) nel corso del processo o durante le operazioni preliminari;
- una torcia per lo smaltimento del gas prodotto dai processi ;
- un sistema di alimentazione gas tecnici : Azoto, Ossigeno, Aria compressa, Metano
- una caldaia per la produzione di vapore come agente gassificante.



Figura 3 - Piattaforma VALCHIRIA – vista di insieme

4 Modifiche effettuate sulla piattaforma

Rispetto al processo originario, nel corso della progettazione e realizzazione, sono state effettuate alcune modifiche rese necessarie al fine di rendere l'impianto il più possibile versatile e modulare, in particolare:

- il reattore a tamburo rotante può essere esercito sia come pirolizzatore sia come combustore o gassificatore del carbone;
- nel reattore a letto fluido può essere condotta sia la gassificazione del carbone che il processo di decarbonizzazione sia del gas combustibile sintetico (prodotto dal reattore a tamburo rotante) che di qualsiasi altro gas (metano o fumi di combustione).
- E' stato inserito nel circuito dei gas in uscita dai due reattori, un estrattore avente il compito di equilibrare le perdite di carico dovute al complesso piping, ai raffreddatori, ed in particolare al letto fluido realizzato nel gassificatore.
- Per semplicità di esercizio della piattaforma, è stato inserito nel circuito gas di alimentazione al gassificatore, un riscaldatore elettrico avente il compito di preriscaldare i fluidi in ingresso.
- Sono stati aggiunti sulle linee gas in uscita dai reattori due sistemi di abbattimento della temperatura del syngas prodotto sia dal pirolizzatore che dal gassificatore.
- Lo scambiatore rigenerativo dei gas è stato per ora eliminato lasciando il solo riscaldamento elettrico riguardante il pirolizzatore.
- Tutta la piattaforma è montata su skid per permettere un allestimento rapido ed eventualmente uno smontaggio e trasporto per dimostrazioni e utilizzo dello stesso presso altri siti.

La maggior parte delle modifiche hanno trascurato quella che potrebbe essere considerata l'efficienza energetica del sistema in quanto inizialmente si cercherà di spostare lo studio sui processi termici e chimici e sui loro parametri operativi.

Si rimanderà in seguito, dopo le opportune modifiche, uno studio specifico sotto l'aspetto tecnico-economico del Sistema.

4.1 Il sistema di raffreddamento

Il sistema di raffreddamento realizzato per VALCHIRIA rappresenta la modifica impiantistica sostanziale rispetto al progetto iniziale, e nasce per sopperire la mancanza dello scambiatore rigenerativo e del combustore dei volatili dove avrebbero dovuto confluire i gas prodotti per un loro utilizzo termico e/o raffreddamento; esso è costituito da due componenti distinti:

- il primo si è reso necessario al fine di raffreddare il syngas prodotto dal processo di pirolisi da immettere nell'estrattore prima di esser convogliato nel reattore di gassificazione o in torcia.
- il secondo serve per abbassare la temperatura del syngas prodotto dal gassificatore prima di confluire in torcia tramite la valvola rompi fiamma obbligatoria dalle normative vigenti, la cui temperatura di esercizio è inferiore a quella di processo del syngas.

I due raffreddatori sono gemelli come principio di funzionamento ma differenti come dimensioni.

Essi sono costituiti ciascuno da un tank riempito di acqua avente la possibilità di avere due livelli di esercizio differenti attraverso l'utilizzo delle due valvole di troppo pieno che scaricano l'eccesso di liquido richiesto.

Le stesse valvole convogliando in contenitori a tenuta, possono essere utilizzate per lo sfioro e il controllo di eventuale formazione di tars condensati durante la fase di raffreddamento.

Il syngas viene fatto gorgogliare dal fondo per poi uscire dalla parte superiore del tank.

Per evitare il ricambio del liquido di raffreddamento primario e di conseguenza evitare il disperdersi nell'ambiente della frazione eventualmente inquinata o eccessivamente riscaldata durante lo scambio termico, all'interno dei raffreddatori è realizzato un secondo stadio di raffreddamento costituito da una serpentina attraversata da acqua di ricircolo a perdere; il flussaggio di acqua permette anche un controllo sullo scambio termico.



Figura 4 - Sistema di raffreddamento montato su skid.

4.2 Il riscaldatore elettrico

La funzione principale di questa sezione è l'incremento di temperatura delle correnti gassose che alimentano il reattore a letto fluido. Il riscaldatore è costituito da una resistenza da 3,5 kw alloggiata all'interno di un corpo refrattariato con silicato di calcio, a sua volta coibentato con fibra ceramica rivestita di lamierino.

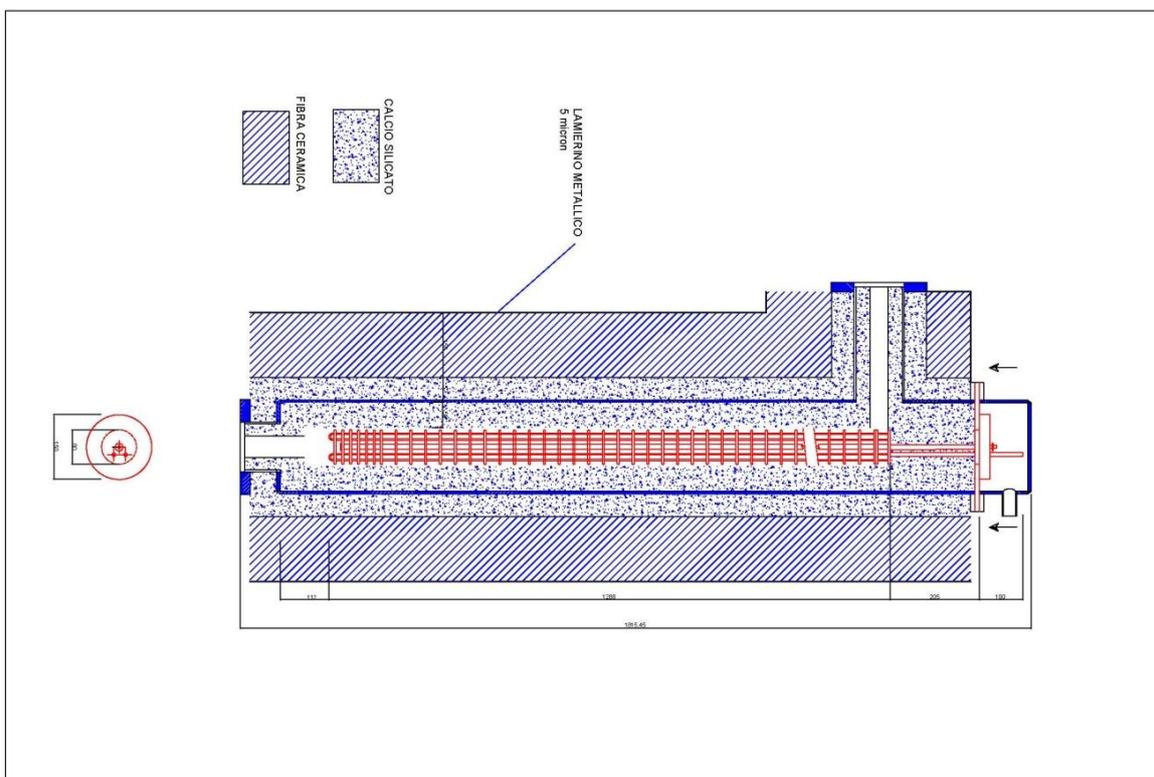


Figura 5 - Sezione longitudinale del riscaldatore – costruttivo con canne scaldanti e isolamento termico

4.3 La soffiante

Per sopperire alle varie perdite di carico dovute alla complessità del piping ed alla presenza di diversi componenti che con il loro compito riducono sensibilmente la pressione del flusso di syngas, si è reso necessario inserire un estrattore sulla linea syngas in uscita dai reattori di pirolisi e di gassificazione.

Le maggiori perdite di carico il syngas le subisce nell'attraversare i due raffreddatori ed il piatto poroso contenuto nel gassificatore con la funzione di diffusore di flusso.

Il principio di funzionamento della macchina installata consiste nell'incrementare la pressione a valle o la depressione a monte del flusso interessato, tramite la creazione, nel canale toroidale, di una serie di vortici generati dalla spinta centrifuga del rotore alettato.

Con la girante in rotazione, le palette spingono i gas in avanti e, per effetto della forza centrifuga, verso l'esterno. Ne risulta un moto elicoidale, durante il quale il gas subisce una serie di ricomprensioni con conseguente incremento lineare della pressione lungo il canale.

La velocità di rotazione del rotore viene regolato da un'alimentazione elettrica con inverter, attraverso il quale è possibile variare la pressione in uscita o in ingresso alla macchina.



Figura 6 – Soffiante e sistema di raffreddamento – alloggiamento su skid

5 Il sistema di comando e controllo

Il sistema di regolazione e controllo dell’impianto VALCHIRIA è stato realizzato per dare piena flessibilità operativa e controllare da remoto la maggior parte dei dispositivi presenti in campo tanto da poter utilizzare l’impianto stesso per la sperimentazione dei vari processi oggetto di studio, rispettando sempre e comunque le vigenti norme di sicurezza.

Il software è stato implementato grazie a risorse e competenze del Laboratorio UTTEI-COMSO e in collaborazione con la ditta esterna ASTEL srl; le competenze sulla tecnologia ABB - Freelance presenti presso la nostra unità ci hanno permesso di essere parte attiva nello sviluppo del sistema e ci consentiranno di effettuare modifiche e aggiornamenti futuri in completa autonomia garantendo piena flessibilità all’impianto VALCHIRIA.

5.1 Sistema ABB- Freelance

Freelance è il sistema ABB per il controllo degli impianti basato sull’utilizzo di PLC e dei più diffusi protocolli industriali per la comunicazione con gli strumenti in campo (PROFIBUS, MODBUS, Foundation FIELDBUS) e del PC come interfaccia operatore.

Il sistema prevede l’utilizzo dell’ ambiente “Control Builder” per la programmazione del PLC e del software “DigiVis” come interfaccia operatore.

5.2 Architettura del sistema

In Figura 7 è illustrata l’architettura del sistema di controllo dell’impianto VALCHIRIA.

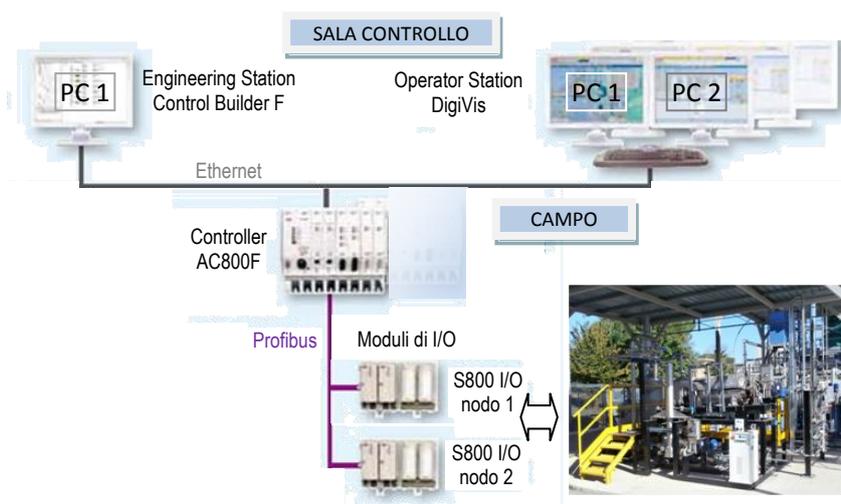


Figura 7 - Piattaforma VALCHIRIA - Architettura del sistema di controllo.

Il sistema è costituito da:

- due Stazioni Operatore su PC Windows con interfaccia DigiVis,
- una Stazione Ingegneria con ambiente Control Builder F (stesso PC della Stazione Operatore),
- un Controller ABB - AC800F,
- 11 moduli di input/output distribuiti su 2 nodi (ABB serie S800).

La comunicazione tra Controller e moduli di I/O avviene tramite protocollo PROFIBUS; il Controller comunica con i PC della sala controllo tramite rete ETHERNET.

L’AC880F ed i moduli sono alloggiati in apposito armadio-quadro elettrico installato in campo.

5.3 Interfaccia operatore

E’ stata realizzata un’unica pagina-sinottico che rappresenta tutto l’impianto (vedi Figura 8) e dalla quale, tramite DigiVis, si può controllare il processo.

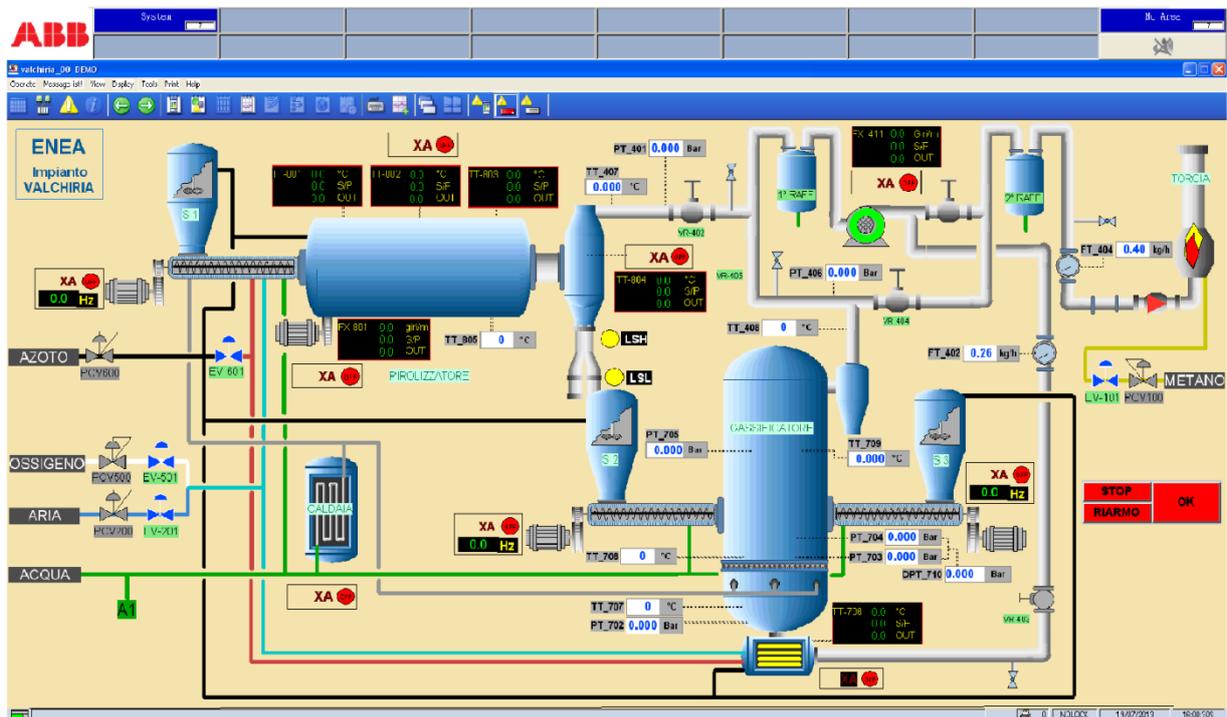


Figura 8 - Piattaforma VALCHIRIA - Sinottico.

Le variabili più significative misurate in campo sono acquisite e controllate da remoto; soltanto alcune valvole ed alcuni punti di misura di minore importanza, non sono stati remotizzati e saranno quindi manovrati e letti in campo dall'operatore. L'elenco completo della strumentazione dell'impianto VALCHIRIA è riportato in Appendice (Tabella 4 Tabella 5 Tabella 6); in Tabella 2 c'è un riepilogo. In particolare la Tabella 2a) mostra tutti i segnali di I/O divisi per tipologia e la tabella Tabella 2b) la ripartizione tra ingressi, uscite, digitali e analogici; nella Tabella 2c) gli strumenti locali.

DCS dettaglio			DCS			Strumentazione locale	
TT	termocoppie	11	AI tot.	32	FI	12	c)
PT	trasmettitori di pressione	6	AI utilizzati	21	PCV	4	
FT	misuratori di portata	2	AI riserva	11	PI	8	
DPT	misuratori di delta P	0	moduli AI810	4	TI	7	
HS	controllo inverter	5	isolatori	0	tot	31	
RS	controllo riscaldatore	5	AO tot.	12			
FX	ritorno inverter [Hz]	2	AO utilizzati	10			
EV	elettrovalvole	4	AO riserva	2			
XA	comandi	14	moduli AO820	3			
YA	anomalie e guasti	6	DI tot.	32			
YL	segnalazioni	9	DI utilizzati	21			
LL		0	DI riserva	11			
LH		0	moduli DI810	2			
PA		0	DO tot.	32			
IG	interruttore generale	1	DO utilizzati	19			
			DO riserva	13			
			moduli DO810	2			
			relè	6			
			tot canali	108			
			totale item	85			
			totale riserve	23			

b)

Tabella 2 - Piattaforma VALCHIRIA; riepilogo strumentazione.

L'interfaccia DigiVis, se opportunamente configurata, permette la visualizzazione e l'archiviazione dell'andamento nel tempo delle variabili e la segnalazione di allarmi in corrispondenza di superamento di soglie o eventi scelti dall'utente.

L'archiviazione delle variabili è fatta su un buffer di memoria circolare presente sulla stazione operatore. I valori archiviati possono essere inoltre trasferiti tramite protocollo FTP ad altri PC in rete. E' disponibile il tool DigiBrowse per la visualizzazione e l'esportazione in formato CSV, anche parziale, dei dati archiviati.

Per VALCHIRIA sono stati configurati 5 trend e sono state implementate le funzionalità di archiviazione e di segnalazione di allarmi per le principali variabili di processo.

5.4 Ingegneria

L' ambiente "Control Builder" permette la programmazione tramite standard FBD (Functional Block Diagram - IEC 61131) del Controller AC 800F.

Per il sistema di controllo VALCHIRIA sono stati realizzati 32 diagrammi a blocchi utilizzando in parte i blocchi della libreria Freelance già predisposti per azionamenti, regolazioni PID e letture dei sensori tipicamente utilizzati su impianti industriali. In Figura 9 è riportato il Project Tree di VALCHIRIA; gli FBD realizzati sono suddivisi in 5 TASK al livello "PS01.USRTask" che per motivi di spazio sono riportate al lato.

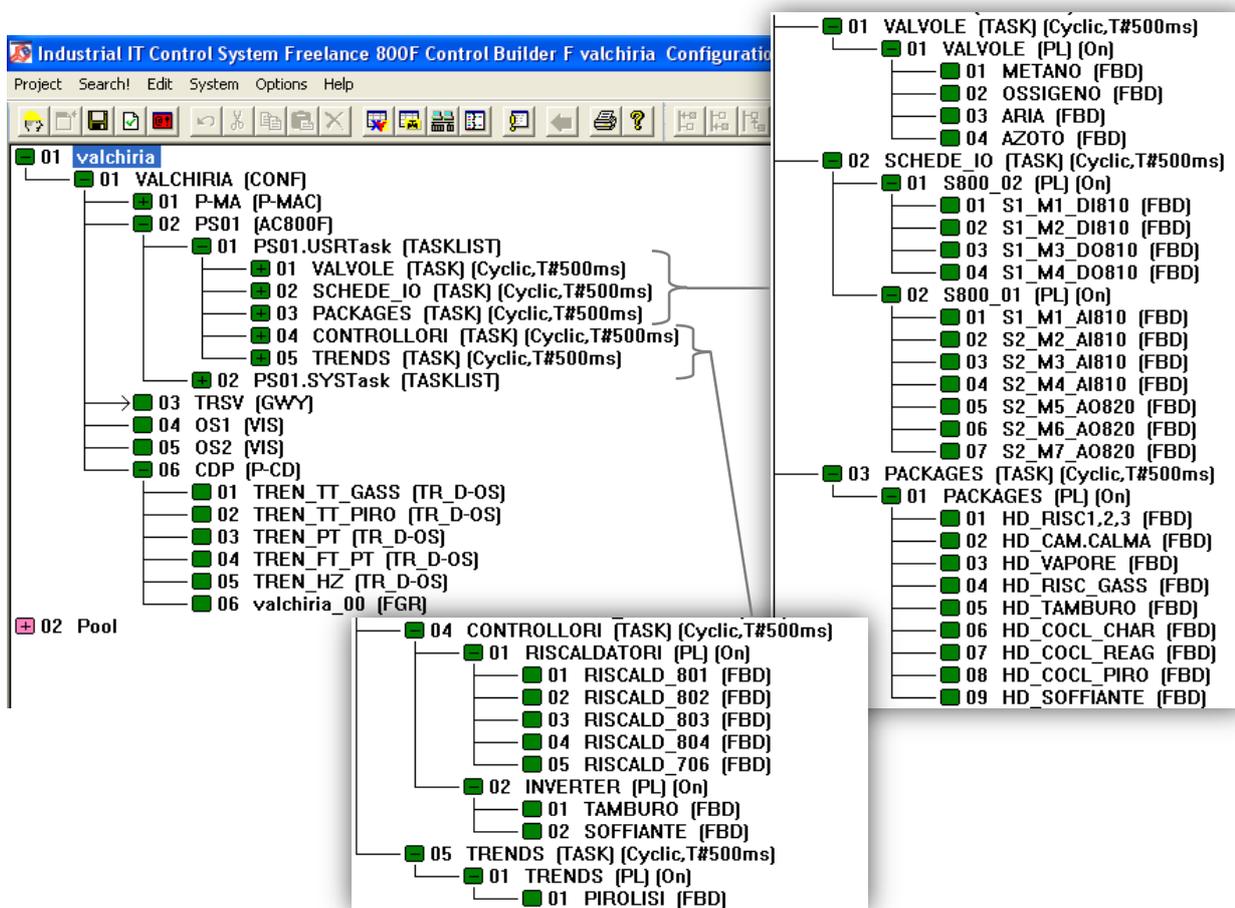


Figura 9- Piattaforma VALCHIRIA - Progetto Control Builder F.

6 Il sistema di campionamento e analisi

La piattaforma VALCHIRIA è dotata di un Sistema di Campionamento e Analisi che consente il monitoraggio dei flussi gassosi in ingresso e in uscita dai diversi componenti.

Grazie a questo Sistema è possibile controllare e verificare i vari processi che caratterizzano la Piattaforma; dalla combustione alla gassificazione, dalla carbonatazione alla calcinazione, e ci permette inoltre di mantenere sotto osservazione le emissioni dei gas rilasciati in atmosfera.

Nello specifico sono stati individuati 4 punti di campionamento, ogni punto è fornito di una valvola ON/OFF di intercetto e di una linea in acciaio inox che convoglia i vari flussi verso un'unica zona di convergenza dove è stata realizzata una rampa di distribuzione alla quale è collegato il Sistema di Analisi.

La complessità dei vari flussi in uscita dai componenti/reattori di Valchiria ha comportato la necessità di fornire il Sistema di Campionamento di una serie di accessori indispensabili al fine di ottimizzare le misure e salvaguardare la incolumità della strumentazione di analisi.

Il sistema analitico utilizzato è lo stesso per la Piattaforma ZECOMIX ed è collocato in prossimità della rampa di distribuzione gas tecnici di VALCHIRIA.



Figura 10 - Unità di analisi gas.

Il Sistema di analisi costituito da un Gascromatografo Agilent serie 6850 per la determinazione di CH₄, CO₂, N₂, CO, H₂, H₂S, O₂.

All'interno dell'armadio è posizionata una valvola a 12 vie per la selezione automatica della linea da campionare ed una pompa di aspirazione (le 12 vie di campionamento comprendono le linee ZECOMIX e VALCHIRIA).

Al fine di rimediare alla presenza di condense in alcuni punti, sono stati installati, sempre all'interno dell'armadio, 6 sistemi di rimozione di umidità con Peltier e rimozione della condensa tramite pompa peristaltica. I punti interessati a questo sistema possono essere individuati di volta in volta a seconda delle esigenze impiantistiche.

A monte dell'unità di analisi c'è un sistema automatico di selezione delle linee di campionamento realizzato da SRA Instruments che permette la misura in continuo e con prelievo automatico sui seguenti 4 punti di prelievo Syngas individuati sull'impianto:

- A1. Uscita Piroizzatore / ingresso 1° Raffreddamento,
- A2. Uscita Gassificatore / ingresso 2° Raffreddamento,
- A3. Uscita soffiante / ingresso Gassificatore,
- A4. Uscita 2° Raffreddamento / ingresso Torcia.

Tabella 3 - Piattaforma VALCHIRIA; punti di prelievo GC.

punti di prelievo		dimensioni			lunghezza	numero	diametro		
tag	descrizione	linea			linea	curve a	[mm]		cond.
		impianto	T linea	P linea	campionam	90° *	est.	int.	
		[pollici]	[°C]	[mbar]	. [m]				**
A1	Uscita piroizzatore	2,5	300	-	20	9	12	9	si
A2	Uscita gassificatore	1,5	800		20	9	12	9	si
A3	Ingresso gassificatore	1,5	200	-	20	8	12	9	si
A4	Ingresso torcia	2	80		20	8	12	9	si

(*) sono previste ulteriori deviazioni inferiori a 90°; (**) condensatore acqua.

La misura e il campionamento sono gestiti da PC Windows in campo con i software "GC ChemStation" di Agilent e "ProChem" di SRA Instruments.

Per permettere di acquisire tutti i risultati delle misure e integrarli con il sistema di acquisizione, storicizzazione e presentazione grafica del DCS è stata implementata con risorse del laboratorio UTTEI-COMSO la comunicazione tra CG e Controller AC800F utilizzando l'interfaccia di comunicazione MODBUS.

Inoltre tramite desktop remoto da sala controllo (su PC dedicato) è possibile la gestione completa della misura poiché tale funzione attualmente non è disponibile su interfaccia MODBUS (sono previsti aggiornamenti del software ProChem).

7 Appendice

utenza	macchina	ubicazione	ITEM	range di progetto	segnale	caratteristiche	DCS (nodo 1)								
							condizionamento		DI 810		DO 810		AI 810		AO 820
							modulo	ch.	modulo	ch.	modulo	ch.	modulo	ch.	
PIROLIZZATORE	RISCALDATORE 1	CAMERA CARICO	RS-801	W 0÷100%	4÷20 mA	SCR	AO							5	1
PIROLIZZATORE	RISCALDATORE 2	CAMERA CENTRALE	RS-802	W 0÷100%	4÷20 mA	SCR	AO							5	2
PIROLIZZATORE	RISCALDATORE 3	CAMERA SCARICO	RS-803	W 0÷100%	4÷20 mA	SCR	AO							5	3
PIROLIZZATORE	RISCALDATORE 4	CAMERA DI CALMA	RS-804	W 0÷100%	4÷20 mA	SCR	AO							5	4
PIROLIZZATORE	TRASD.TEMPERAT.	CAMERA CARICO	TT-801	°C 0÷1100	4÷20 mA	tipo k - 178 mm - attacco filettato 1/2" maschio scorrevole	AI					1	1		
PIROLIZZATORE	TRASD.TEMPERAT.	CAMERA CENTRALE	TT-802	°C 0÷1100	4÷20 mA	tipo k - 178 mm - attacco filettato 1/2" maschio scorrevole	AI					1	2		
PIROLIZZATORE	TRASD.TEMPERAT.	CAMERA SCARICO	TT-803	°C 0÷1100	4÷20 mA	tipo k - 178 mm - attacco filettato 1/2" maschio scorrevole	AI					1	3		
PIROLIZZATORE	TRASD.TEMPERAT.	CAMERA DI CALMA	TT-804	°C 0÷1000	4÷20 mA	tipo k - 200 mm - con pozzetto attacco filettato da 1/2"	AI					1	4		
PIROLIZZATORE	TRASD.TEMPERAT.	IMMERSA	TT-805	°C 0÷1100	4÷20 mA	tipo k - 900 mm - attacco filettato 3/8" gas maschio	AI					1	5		
PIROLIZZATORE	TAMBURO	MOTORE ROT.	HS-801	HZ 0÷50	4÷20 mA		AO							6	1
PIROLIZZATORE	TAMBURO	HZ RITORNO	FX-801	giri/min 0÷5	4÷20 mA		AI					1	6		
GASSIFICATORE	TRASD.PRESSIONE	DOWN GRIGLIA	PT-702	barg 0÷1	4÷20 mA	attacco 1/4 " NPT femmina	AI					1	7		
GASSIFICATORE	TRASD.PRESSIONE	UP GRIGLIA	PT-703	barg 0÷1	4÷20 mA	attacco 1/4 " NPT femmina	AI					1	8		
GASSIFICATORE	TRASD.PRESSIONE	HH GRIGLIA	PT-704	barg 0÷1	4÷20 mA	attacco 1/4 " NPT femmina	AI					2	1		
GASSIFICATORE	TRASD.TEMPERAT.	REGOLAZIONE RISC. ARIA	TT-706	°C 0÷1400	4÷20 mA	tipo S - 300 mm - attacco filettato 1/2" maschio	AI					2	2		
GASSIFICATORE	TRASD.TEMPERAT.	DOWN GRIGLIA	TT-707	°C 0÷1400	4÷20 mA	tipo S - 300 mm - attacco filettato 1/2" maschio	AI					2	3		
GASSIFICATORE	TRASD.TEMPERAT.	UP GRIGLIA	TT-708	°C 0÷1100	4÷20 mA	tipo k - 300 mm - attacco filettato 1/2" maschio	AI					2	4		
GASSIFICATORE	TRASD.TEMPERAT.	HH GRIGLIA	TT-709	°C 0÷1100	4÷20 mA	tipo k - 300 mm - attacco filettato 1/2" maschio	AI					2	5		
GASSIFICATORE	RISCALDATORE 5		RS-701	W 0÷100%	4÷20 mA	SCR	AO							6	2
SYNGAS	TRASD.PRESSIONE	OUT PIROLIZZATORE	PT-401	barg 0÷0,5	4÷20 mA	attacco 1/4 " NPT femmina	AI					2	6		
SYNGAS	TRASD.PORTATA	IN GASSIFICATORE	FT-402	kg/h 0,26÷2,6	4÷20 mA	attacco flangiato EN 1092-2 Form B1 PN40	AI					2	7		
SYNGAS	TRASD.PORTATA	INGRESSO TORCIA	FT-404	kg/h 0,4÷4	4÷20 mA	attacco flangiato EN 1092-2 Form B1 PN40	AI					2	8		
SYNGAS	TRASD.PRESSIONE	OUT RAFFREDDATORE 2	PT-405	barg 0÷0,5	4÷20 mA		AI					3	1		
SYNGAS	TRASD.PRESSIONE	OUT GASSIFICATORE	PT-406	barg 0÷0,5	4÷20 mA	attacco 1/4 " NPT femmina	AI					3	2		
SYNGAS	TRASD.TEMPERAT.	OUT PIROLIZZATORE	TT-407	°C 0÷1000	4÷20 mA	tipo k - con pozzetto + attacco 3/4" filettato	AI					3	3		
SYNGAS	TRASD.TEMPERAT.	OUT GASSIFICATORE	TT-408	°C 0÷1100	4÷20 mA	tipo k - con pozzetto	AI					3	4		
ALIMEN.PIROLIZZ.	COCLEA	MOTORE ROT.	HS-802	HZ 0÷50	4÷20 mA		AO							6	3
CHAR A GASSIFIC.	COCLEA	MOTORE ROT.	HS-701	HZ 0÷50	4÷20 mA		AO							6	4
REAGENTI A GASS.	COCLEA	MOTORE ROT.	HS-702	HZ 0÷50	4÷20 mA		AO							7	1
FUMI	ESTRATTORE	HZ RITORNO	FX-411	HZ 0÷50	4÷20 mA		AI					3	5		
FUMI	ESTRATTORE	MOTORE ROT.	HS-411	HZ 0÷50	4÷20 mA		AO							7	2
riserva							AO							7	3
riserva							AO							7	4
riserva							AI					3	6		
riserva							AI					3	7		
riserva							AI					4	8		
riserva							AI					4	1		
riserva							AI					4	2		
riserva							AI					4	3		
riserva							AI					4	4		
riserva							AI					4	5		
riserva							AI					4	6		
riserva							AI					4	7		
riserva							AI					4	8		
			tot. Item	31			tot. AI	21				tot. moduli AI810	4		
			TT	11			tot. AO	10				tot. moduli AO820	3		
			PT	6			tot riserve AI	11				tot. unità di terminaz. TU830	7		
			FT	2			tot riserve AO	2							
			FX	2											
			HS	5											
			RS	5											

Tabella 4- Piattaforma VALCHIRIA; segnali analogici IN/OUT.

utenza	macchina	funzione	ITEM	tipo	logica	segnale	caratteristiche		condizionamento								
									DI 810		DO 810		AI 810		AO 820		
									modulo	ch.	modulo	ch.	modulo	ch.	modulo	ch.	
PIROLIZZATORE	RISCALD. 1,2,3	START HD800	XA-803	XA	N/A			DO	morsetto			3	1				
PIROLIZZATORE	RISCALD. 1,2,3	HD800 IN FUNZIONE	YL-805	YL	N/A			DI	morsetto	1	1						
PIROLIZZATORE	RISCALD. 1,2,3	HD800 GUASTO	YA-806	YA	N/C			DI	morsetto	1	2						
CAMERA di CALMA	RISCALD. 4	START HD804	XA-811	XA	N/A			DO	morsetto			3	2				
CAMERA di CALMA	RISCALD. 4	HD804 IN FUNZIONE	YL-813	YL	N/A			DI	morsetto	1	3						
CAMERA di CALMA	RISCALD. 4	HD804 GUASTO	YA-814	YA	N/C			DI	morsetto	1	4						
CALDAIA VAPORE	CALDAIA	IN FUNZIONE HD300	YL-303	YL	N/A			DI	morsetto	1	5						
CALDAIA VAPORE	CALDAIA	GUASTO HD300	YA-304	YA	N/C			DI	morsetto	1	6						
GASSIFICATORE	RISCALDATORE	START HD700	XA-701	XA	N/A			DO	morsetto			3	4				
GASSIFICATORE	RISCALDATORE	IN FUNZIONE HD700	YL-703	YL	N/A			DI	morsetto	1	7						
GASSIFICATORE	RISCALDATORE	GUASTO HD700	YA-704	YA	N/C			DI	morsetto	1	8						
EMERGENZA	RELE'		PA-001	PA	N/C			DI	morsetto	1	11						
LINEA ARIA	ELETTROVALVOLA	VALVOLA DI RADICE	EV-201	EV	N/C			DO	relè			3	5				
LINEA OSSIGENO	ELETTROVALVOLA	VALVOLA DI RADICE	EV-501	EV	N/C			DO	relè			3	6				
*** LINEA AZOTO	ELETTROVALVOLA	VALVOLA DI RADICE	EV-601	EV	N/A			DO	relè			3	7				
LINEA METANO	ELETTROVALVOLA	VALVOLA DI RADICE	EV-101	EV	N/C			DO	relè			3	8				
INTER.GENERALE	BOBINA DI MIN.		IG-001	IG	N/C			DO	morsetto-relè			3	9				
PIROLIZZATORE	COCLEA	START	XA-807	XA	N/A			DO	morsetto			3	10				
SERBATOIO CHAR	LIVELLO	LIVELLO CHAR - alto	LSH-807	LSH	N/C		135 mm - attacco filettato 1/2" maschio	DI	morsetto	1	9						
SERBATOIO CHAR	LIVELLO	LIVELLO CHAR - basso	LSL-806	LSL	N/C		240 mm - attacco filettato 1/2" maschio	DI	morsetto	1	10						
PIROLIZZATORE	COCLEA	STOP	XA-808	XA	N/C			DO	morsetto			3	11				
PIROLIZZATORE	COCLEA	IN FUNZIONE	YL-809	YL	N/A			DI	morsetto	1	12						
GASSIFICATORE	COCLEA CHAR	START	XA-705	XA	N/A			DO	morsetto			3	12				
GASSIFICATORE	COCLEA CHAR	STOP	XA-706	XA	N/C			DO	morsetto			3	13				
GASSIFICATORE	COCLEA CHAR	IN FUNZIONE	YL-707	YL	N/A			DI	morsetto	1	13						
GASSIFICATORE	COCLEA REAG.	START	XA-709	XA	N/A			DO	morsetto-relè			3	14				
GASSIFICATORE	COCLEA REAG.	STOP	XA-710	XA	N/C			DO	morsetto-relè			3	15				
GASSIFICATORE	COCLEA REAG.	IN FUNZIONE	YL-711	YL	N/A			DI	morsetto	1	14						
GASSIFICATORE	SOFFIANTE	IN FUNZIONE	YL_411	YL	N/A			DI	morsetto	2	1						
PIROLIZZATORE	ROTAZIONE TAMB.	START	XA-813	XA	N/A			DO	morsetto-relè			3	16				
FUMI	ESTRATTORE	GUASTO	YA-411	YA				DI		2	2						
LINEA ARIA	ELETTROVALVOLA	VALVOLA DI RADICE	ZSH-201	ZSH				DI		2	3						
LINEA ARIA	ELETTROVALVOLA	VALVOLA DI RADICE	ZSL-201	ZSL				DI		2	4						
LINEA OSSIGENO	ELETTROVALVOLA	VALVOLA DI RADICE	ZSH-501	ZSH				DI		2	5						
LINEA OSSIGENO	ELETTROVALVOLA	VALVOLA DI RADICE	ZSL-501	ZSL				DI		2	6						
*** LINEA AZOTO	ELETTROVALVOLA	VALVOLA DI RADICE	ZSH-601	ZSH				DI	relè	2	7						
*** LINEA AZOTO	ELETTROVALVOLA	VALVOLA DI RADICE	ZSL-601	ZSL				DI		2	8						
LINEA METANO	ELETTROVALVOLA	VALVOLA DI RADICE	ZSH-101	ZSH				DI		2	9						
PIROLIZZATORE	ROTAZIONE TAMB.	IN FUNZIONE	YL-815	YL	N/A			DI	morsetto	1	15						
LINEA METANO	ELETTROVALVOLA	VALVOLA DI RADICE	ZSL-101	ZSL				DI		2	10						
PIROLIZZATORE	ROTAZIONE TAMB.	GUASTO	YA-816	YA	N/C			DI	morsetto	1	16						
PIROLIZZATORE	ROTAZIONE TAMB.	STOP	XA-814	XA	N/C			DO	morsetto-relè			4	1				
FUMI	ESTRATTORE	MARCIA	XA_412	XA	N/A			DO				4	2				
FUMI	ESTRATTORE	ARRESTO	XA_413	XA	N/C			DO				4	3				
GASSIFICATORE	COCLEA REAG.	STOP	XA-710	XA	N/C			DO	morsetto-relè			3	15				
riserva								DO				4	4				
riserva								DO				4	5				
riserva								DO				4	6				
riserva								DO				4	7				
riserva								DO				4	8				
riserva								DO				4	9				
riserva								DO				4	10				
riserva								DO				4	11				

Tabella 5 - Piattaforma VALCHIRIA; segnali digitali IN/OUT (1/2).

utenza	macchina	funzione	ITEM	tipo	logica	segnale	caratteristiche	DCS (nodo 2)									
								condizionamento		DO 810		AI 810		AO 820			
								modulo	ch.	modulo	ch.	modulo	ch.	modulo	ch.		
riserva							DO					4	12				
riserva							DO					4	13				
riserva							DO					4	14				
riserva							DO					4	15				
riserva							DO					4	16				
riserva							DI			2	11						
riserva							DI			2	12						
riserva							DI			2	13						
riserva							DI			2	14						
riserva							DI			2	15						
riserva							DI			2	16						
			tot. Item	45				tot. DI	26				tot. moduli DI810	2			
			XA	14				tot. DO	19				tot. moduli DO810	2			
			YL	9				tot riserve DI	6				tot. unità di terminaz. TU830	4			
			YA	6				tot riserve DO	13								
			EV	4													
			LSL	1													
			LSH	1													
			ZSL	4													
			ZSH	4													
			PA	1													
			IG	1													

Tabella 6 - Piattaforma VALCHIRIA; segnali digitali IN/OUT (2/2).