



Ricerca di Sistema elettrico

Adeguamento del sito e dei sistemi ausiliari per l'installazione dell'impianto P2G/L

G. Calì, P. Miraglia, S. Meloni, D. Marotto, S. Sollai, F. Ferrara

ADEGUAMENTO DEL SITO E DEI SISTEMI AUSILIARI PER L'INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO P2G/L

G. Calì, P. Miraglia, S. Meloni, D. Marotto, S. Sollai, F. Ferrara

Dicembre 2021

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero della Transizione Ecologica - ENEA

Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 – II - III annualità

Obiettivo : *Sistema Elettrico*

Progetto: 1.2 Sistemi di accumulo, compresi elettrochimico e power to gas, e relative interfacce con le reti

Work package: 3 Power-to-gas

Linea di attività: LA 3.19 - *"Power-to-Gas/Liquid: ottenimento delle autorizzazioni e adeguamento del sito e dei sistemi ausiliari per l'impianto pilota"*

Responsabile del Progetto: Giulia Monteleone, ENEA

Responsabile del Work package: Eugenio Giacomazzi, ENEA

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione "Power-to-Gas/Liquid Utilizzo della CO₂".

Responsabile scientifico ENEA: Paolo Deiana

Responsabile scientifico SOTACARBO: Marcella Fadda

Hanno partecipato alle attività R. Cara, D. Multineddu, A. Argiolas, C. Manca, S. Muntoni, I. Puddu, F. Tedde, A. Vacca.

Indice

SOMMARIO	4
1 INTRODUZIONE.....	5
2 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE.....	6
2.1 SEZIONE DI ALIMENTAZIONE GAS ALL'IMPIANTO P2G/L	6
2.2 SEZIONE DI PRODUZIONE DELL'ARIA STRUMENTI	8
2.3 SEZIONE DI RICIRCOLO E RAFFREDDAMENTO ACQUA	9
2.4 TORCIA	11
2.5 SISTEMA DI REGOLAZIONE E CONTROLLO	13
2.6 IMPIANTO ELETTRICO.....	13
2.7 ADEGUAMENTO DELLA STRUTTURA DI SUPPORTO.....	15
2.7.1 <i>La struttura di supporto</i>	15
2.8 MODIFICHE ALLA STRUTTURA E SMONTAGGI	19
2.8.1 <i>Linea O₂</i>	19
2.8.2 <i>Linea da miscelatore CO₂/O₂</i>	20
2.8.3 <i>Sezione di desolforazione a freddo (secondo stadio).</i>	21
2.8.4 <i>Linea Syngas</i>	23
2.8.5 <i>Tubazioni di scarico ammina dalla sezione di cattura dell'anidride carbonica.</i>	31
2.8.6 <i>Compressore CY002</i>	32
2.8.7 <i>Linea H₂</i>	33
2.8.8 <i>Tubazioni di campionamento</i>	35
2.8.9 <i>Copertura locale compressori</i>	36
3 CONCLUSIONI	40
4 CURRICULUM SCIENTIFICO DEL GRUPPO DI LAVORO.....	41

Sommario

Il progetto, nella sua globalità, prevede lo sviluppo di tecnologie per il riutilizzo ambientalmente sostenibile della CO₂ generata o catturata e finalizzata alla produzione di combustibili liquidi e gassosi. Complessivamente, il principale risultato atteso dall'attività è lo sviluppo di un prototipo sperimentale Power-to-Gas/to-Liquid (P2G/L) sui processi di sintesi di metano, metanolo e DME mediante l'idrogenazione catalitica della CO₂, derivante da processi di cattura, con idrogeno prodotto dal surplus di generazione elettrica da fonte rinnovabile. Tale sviluppo consentirà un'ottimizzazione del processo finalizzata a una riduzione dei costi di investimento e operativi e all'acquisizione di dati sperimentali per lo studio delle integrazioni con altre tecnologie di generazione elettrica da fonti fossili e rinnovabili. I progressi attesi sono strettamente legati alla flessibilità delle nuove apparecchiature sperimentali, pensate per colmare il maggior numero possibile di lacune dello sviluppo tecnologico. Il presente documento riporta le attività svolte nell'ambito linea di attività LA 3.19 - "Power-to-Gas/Liquid: ottenimento delle autorizzazioni e adeguamento del sito e dei sistemi ausiliari per l'impianto pilota" del piano triennale di realizzazione 2019-2021, svolte nella seconda e terza annualità.

L'installazione del nuovo prototipo sperimentale Power-to-Gas/to-Liquid (P2G/L) è stata prevista all'interno di una struttura sperimentale pilota di gassificazione già esistente, dove sono state smontate e messe in sicurezza alcune sezioni non utilizzate in attività di ricerca. In particolare le attività di adeguamento svolte si possono ritenere complementari a quelle avviate nella prima annualità, la cui descrizione è riportata nel report RdS/PTR2019/129. Infine a seguito della progettazione del prototipo sono state definite le caratteristiche tecniche dei principali sistemi ausiliari da realizzare appositamente (sistema di alimentazione gas) o da adeguare (impianto elettrico). Sono stati quindi avviati gli iter di affidamento delle forniture, la cui realizzazione è prevista nell'ambito della linea di attività LA3.20.

1 Introduzione

L'attività principale prevista nel piano triennale (2019-2021) della Ricerca di Sistema Elettrico consiste nella progettazione, realizzazione, collaudo e fase sperimentale di un impianto (denominato P2G/L) per la produzione di combustibili liquidi (metanolo) e gassosi (metano e DME) attraverso l'utilizzo di CO₂ e H₂. L'impianto P2G/L verrà installato nella area della piattaforma sperimentale Sotacarbo trasformando e riutilizzando parte dell'area e delle apparecchiature dell'impianto pilota di gassificazione a letto fisso up-draft della potenzialità di 250 kWt. La scelta è stata dettata da esigenze logistiche ed economiche. Logistiche per via degli spazi ridotti nell'area della piattaforma pilota; economiche per via del riutilizzo degli ausiliari già presenti. Per le motivazioni sopra esposte, sono state eseguite le valutazioni per l'integrazione e riutilizzo degli attuali ausiliari (aria compressa, linea acqua, struttura, torcia) per il nuovo impianto. Inoltre durante la fase di gara per la progettazione e realizzazione del prototipo, è stata definita una nuova configurazione che ha reso necessari ulteriori e differenti interventi di adeguamento sulla piattaforma pilota esistente per l'alloggiamento dell'impianto P2G/L e dei suoi componenti. Sono state effettuate, nuove valutazioni sulle fondazioni per il posizionamento delle varie sezioni dell'impianto ed è stato definito un layout del sistema di adduzione gas sintetici in ingresso all'impianto P2G/L. L'area dove andrà posizionato l'impianto è stata oggetto di modifiche a seguito della progettazione definitiva effettuata dalla ditta che si è aggiudicata la gara d'appalto (Vinci Technologies). Successivamente sono stati avviati gli interventi da eseguire sull'impianto elettrico esistente, mentre non si sono resi più necessari gli adeguamenti sul quadro e il software di regolazione e controllo, perché compresi nella fornitura dell'impianto P2G/L.

Il presente report descrive inizialmente le modifiche progettate sugli attuali sistemi ausiliari utili affinché essi possano essere riutilizzati. Successivamente vengono descritte le ulteriori modifiche che sono state effettuate sulle strutture dell'area individuata per l'installazione del nuovo impianto. Tali modifiche sono complementari agli interventi di adeguamento già effettuati nella piattaforma pilota nell'annualità precedente e descritte nel report dal titolo "Verifiche preliminari e prime modifiche delle infrastrutture esistenti per il loro riutilizzo nell'impianto P2G/L" (Report RdS/PTR2019/129).

2 Descrizione delle attività svolte

Le attività svolte hanno riguardato ulteriori e differenti interventi di adeguamento sulla piattaforma pilota esistente per l'alloggiamento dell'impianto P2G/L, dei suoi componenti e dei sistemi ausiliari. Sono state eseguite nuove valutazioni sulle fondazioni per il posizionamento delle varie sezioni dell'impianto e l'area dove andrà installato l'impianto è stata oggetto di ulteriori modifiche a seguito della progettazione definitiva. Tutte le attività di adeguamento o propedeutiche alla realizzazione di nuovi sistemi ausiliari sono di seguito descritte.

2.1 Sezione di alimentazione gas all'impianto P2G/L

L'impianto sperimentale è dotato di due reattori alimentati da una miscela di gas ottenuta tramite gas puri in pressione provenienti da un sistema di bombole. La Tabella 1 riporta le caratteristiche dei gas in ingresso all'impianto. In particolare sono indicati, per ogni gas, il titolo minimo, la pressione e temperatura richieste al limite di batteria dell'impianto e la portata massima che verrà impiegata durante le campagne sperimentali.

Tabella 1. Gas dal sistema di alimentazione.

Gas	Titolo minimo	Pressione massima [barg]	Pressione nominale [barg]	Temperatura [°C]	Portata massima [kg/h]
CO ₂	3.0	60	35	Ambiente	14,3
H ₂	5.0	80	35	Ambiente	2,6
N ₂	5.0	80	35	Ambiente	16,9

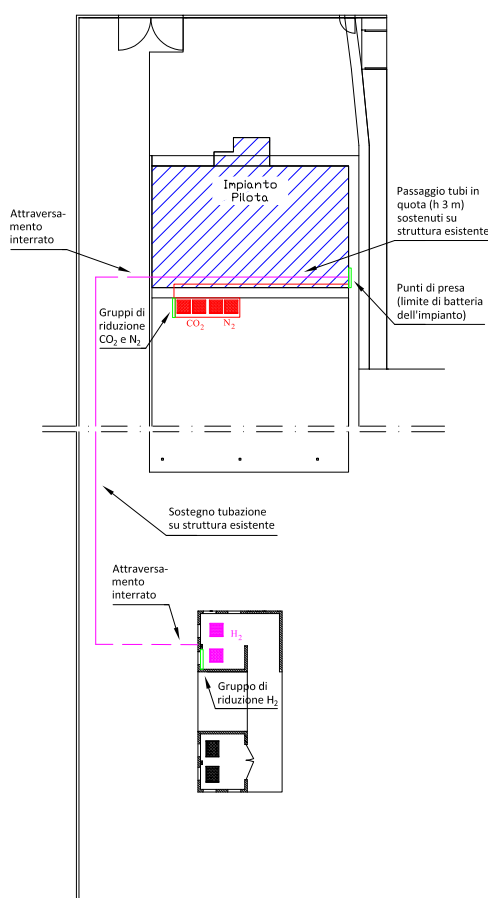


Figura 2.1. Schema semplificato della linea del sistema di alimentazione.

In Figura 2.1 viene mostrata una pianta con il posizionamento dei gas del sistema di alimentazione.

L'anidride carbonica e l'azoto (indicate in rosso in figura) troveranno alloggio sulla platea a ridosso dell'impianto, su uno spazio indicativamente di dimensioni 5 x 1,5 m. Le centrali di riduzione di pressione saranno protette dalle intemperie e dall'insolazione diretta, con una struttura metallica di copertura appositamente realizzata.

L'idrogeno (indicato in magenta in figura) verrà alloggiato in un apposito box esistente, di dimensioni interne di 4,3 x 3,4 m, già corredato delle opportune certificazioni. Il box sarà equipaggiato con un sistema di rilevazione delle fughe di idrogeno con intervento automatico di chiusura dei pacchi bombole. Per collegare i pacchi bombole con l'impianto sarà realizzata una linea di lunghezza pari a circa 100 m.

Ogni gas sarà fornito con un sistema di due pacchi bombole collegati ad un gruppo di riduzione di pressione di primo stadio dotato di un sistema di scambio semi-automatico dei pacchi bombole per garantire la continuità di utilizzo. I pacchi bombole e le linee saranno dotati di trasduttori di pressione per il monitoraggio da sala controllo delle pressioni.

Da ogni gruppo di riduzione, i gas verranno convogliati all'impianto.

Complessivamente il sistema di alimentazione gas a servizio dell'impianto pilota sarà così composto:

- 3 gruppi di riduzione di pressione di primo stadio per idrogeno, anidride carbonica e azoto, collegati ciascuno a una coppia di pacchi bombole.
- Per ogni gruppo di riduzione, sistema di scambio semi-automatico dei pacchi bombole, sulla base della riduzione della pressione sotto un valore di soglia.
- Linee dell'idrogeno, dell'anidride carbonica e dell'azoto dai rispettivi gruppi di riduzione all'ingresso dell'impianto.
- Punti di presa delle linee di alimentazione, dotati di valvola di intercettazione posizionati a bordo impianto.
- 9 trasduttori di pressione, uno per ogni pacco bombole e per ciascuna linea a valle del gruppo di riduzione di primo stadio.
- Sistema di rilevazione di fughe di idrogeno con intervento automatico di chiusura dei pacchi bombole, da installarsi nel box che conterrà i pacchi bombole dell'idrogeno.
- Sistema di protezione dei gruppi di riduzione pressione dei pacchi bombole di anidride carbonica e azoto dalle intemperie e da insolazione diretta.
- Tutte le valvole, la strumentazione e le attrezzature necessarie per garantire la corretta operatività in sicurezza del sistema di alimentazione dell'impianto, in accordo con la normativa vigente.

Le attività svolte nella presente linea hanno riguardato lo sgombero dell'area di installazione del sistema di alimentazione gas e in particolare del box di alloggiamento dei pacchi bombola di H_2 , dove era stato messo in sicurezza un impianto da banco utilizzato per prove con H_2S . La realizzazione del sistema è descritta nell'ambito della linea di attività 3.20 "Realizzazione dell'impianto pilota e sperimentazione" - Report RdS/PTR(2021)/285.

2.2 Sezione di produzione dell'aria strumenti

Nella piattaforma pilota è presente un box compressori dedicato a ospitare le apparecchiature necessarie alla produzione di aria compressa essiccata e disoleata per l'alimentazione dei sistemi di movimentazione pneumatica quali valvole regolatrici e valvole on-off.

All'interno del box compressori sono installate le seguenti apparecchiature:

- Un compressore, che fornisce aria alla pressione di 10 bar necessaria al funzionamento delle valvole automatiche e dei sistemi pneumatici degli impianti della piattaforma pilota; sono presenti, inoltre, dei regolatori di pressione tarati a 5,5 bar.
- Un serbatoio polmone con capacità di 3 m³ per garantire una portata d'aria costante.
- Un essiccatore, per l'eliminazione dell'umidità presente nell'aria stoccata nel serbatoio.
- Un disoleatore, per rimuovere eventuali presenze dei fluidi oleosi nell'aria compressa.

Lo schema generale del sistema di produzione dell'aria compressa dedicata alle strumentazioni è visibile nella Figura 2.2.

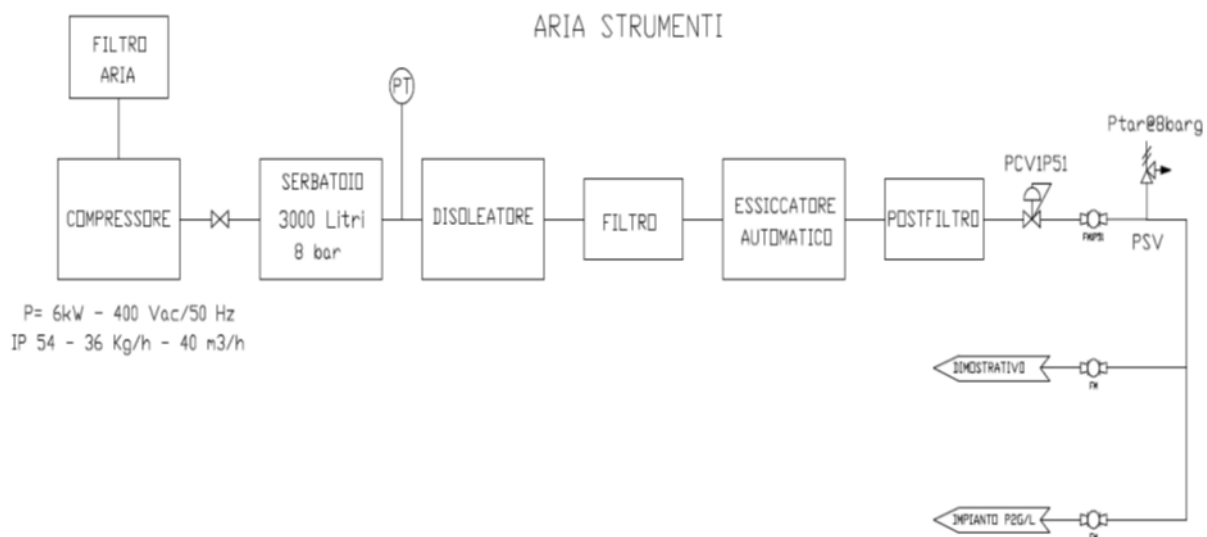


Figura 2.2. Schema impianto aria strumenti.

Le caratteristiche principali della centrale di produzione dell'aria compressa sono riportate nella Tabella 2.

Tabella 2. Caratteristiche della centrale aria compressa.

Descrizione	
Tipologia Compressore	A Vite
Potenza	6 kW
Pressione di lavoro	8 – 10 bar
Portata Nominale	36 kg/h
Tipologia Essiccatore	Silicati
Temperatura di rugiada dell'acqua	-20°C
Sistemi di sicurezza	Separatore acqua/olio

A valle del sistema di produzione dell'aria compressa sono presenti dei sistemi di distribuzione, cosiddetti "a clarinetto", disposti lungo tutto il perimetro della piattaforma, ai quali è possibile allacciarsi per usufruire dell'aria compressa da inviare alle utenze pneumatiche dell'impianto P2G/L.

2.3 Sezione di ricircolo e raffreddamento acqua

La piattaforma Sotacarbo è dotata di un sistema di ricircolo dell'acqua industriale tale da soddisfare le esigenze per un corretto funzionamento dell'impianto P2G/L.

Le indicazioni del progettista, per quanto riguarda l'acqua di raffreddamento da inviare alle varie sezioni dell'impianto sono le seguenti:

- Temperatura di mandata 5÷15 °C a 2 barg.
- Portata massima necessaria: 300 l/h.

Per questo motivo l'impianto sarà dotato di un chiller dove sarà inviata l'acqua di rete prima dell'immissione nell'impianto P2G/L.

In Figura 2.3 è possibile osservare il circuito dell'acqua industriale della piattaforma Sotacarbo.

L'acqua di rete alimenta un serbatoio di stoccaggio (denominato ARI), prima di essere inviata ai diversi impianti presenti sulla piattaforma:

- Impianto pilota di gassificazione a letto fluido bollente (FABER).
- Impianto dimostrativo di gassificazione a letto fisso up-draft.
- Impianto pilota a letto fisso up-draft, dove verrà installato l'impianto P2G/L con il parziale riutilizzo di alcuni ausiliari.

L'impianto P2G/L riverserà l'acqua di raffreddamento su un serbatoio di ricircolo, la cui funzione sarà quella di compensare le eventuali variazioni di portata dovute alle differenti regolazioni del circuito di raffreddamento dell'impianto.

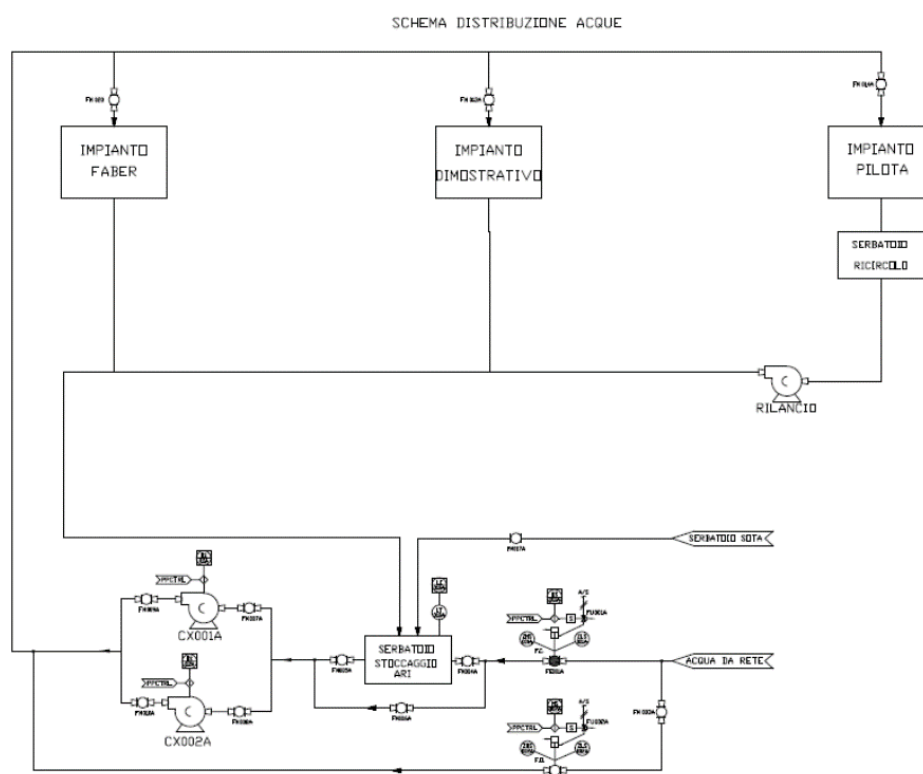


Figura 2.3. Circuito dell'acqua industriale (Piattaforma Sotacarbo).

Il chiller fornito da Vinci Technologies, è un Lauda Ultracool UC 14 (Figura 2.4) che sarà installato a monte dell'impianto P2G/L, le cui caratteristiche tecniche sono riportate in Tabella 3.

Tabella 3. Caratteristiche tecniche Chiller Vinci Technologies – Lauda Ultracool UC 14.

Descrizione	
Dimensioni (Lunghezza x larghezza. x Altezza)	720x910x1250 mm
Potenza	6 kW
Volume del serbatoio dell'acqua	35 l
Portata minima	130 l/min
Pressione di esercizio	4,2 bar
Temperatura minima	-10°C



Figura 2.4. Chiller di raffreddamento – Lauda Ultracool UC 14.

2.4 Torcia

L'impianto sarà dotato di sistema di evacuazione dei gas provenienti dalle due sezioni di alta e bassa pressione, al fine di smaltire attraverso la torcia i gas prodotti o per inviarli in atmosfera in caso di malfunzionamento che potrebbe generare un flusso inverso causato da un'eccessiva contropressione.

Ogni linea sarà dotata di una propria sezione per l'assorbimento di shock di pressione in caso di guasto, nonché per raccogliere la condensa liquida dal gas di sfiato prima che i rispettivi flussi raggiungano il collettore.

La torcia è esclusa dalla fornitura dell'impianto, in quanto quella presente presso la piattaforma pilota possiede caratteristiche tecniche compatibili con l'utilizzo dell'impianto P2G/L. I collegamenti meccanici ed elettro-strumentali dall'impianto P2G/L alla torcia verranno effettuati, a cura di Sotacarbo, successivamente al montaggio dell'impianto.

Nelle tabelle seguenti (Tabella 4 e Tabella 5) si riportano le specifiche tecniche della torcia in due condizioni di funzionamento differenti estrapolate dai dati raccolti durante le campagne sperimentali sull'impianto di gassificazione pilota a letto fisso up draft.

Tabella 4. Casi di funzionamento per la scelta della torcia, nel caso di syngas proveniente dallo scrubber del impianto pilota di gassificazione.

	Caso 1	Caso 2
Portata totale di gas in ingresso	85-119 Nm ³ /h	75-100 Nm ³ /h
Portata di vapore	8-11 kg/h	7-10 kg/h
CO	20-25	18-22
H ₂	8-11	8-11
CO ₂	1-4	1-4
N ₂	40-45	40-45
CH ₄	1-1,2	1,1-1,3
H ₂ S	0,1-0,12	1,2-1,3
Potere Calorifico	3,3 – 4,1 MJ/Nm ³	3,3 – 4,1 MJ/Nm ³
	Min	Max
Temperatura gas in ingresso a torcia	45°C	80°C
Pressione gas in ingresso a torcia	1,05 bar a	1,10 bar a

Tabella 5. Casi di funzionamento per la scelta della torcia, nel caso di syngas proveniente dalla sezione di desolfurazione a freddo dell'impianto pilota di gassificazione.

	Caso 1	Caso 2
Portata totale di gas in ingresso	85-119 Nm ³ /h	75-100 Nm ³ /h
Portata di vapore	8-11 kg/h	7-10 kg/h
CO	20-25	18-22
H ₂	8-11	8-11
CO ₂	1-4	1-4
N ₂	40-45	40-45
CH ₄	1-1,2	1,1-1,3
H ₂ S	0,005	0,01
HCl	0,001	0,0001
Potere Calorifico	3,1 – 3,9 MJ/Nm ³	3,1 – 3,9 MJ/Nm ³
	Min	Max
Temperatura gas in ingresso a torcia	45°C	55°C
Pressione gas in ingresso a torcia	1,05 bar a	1,10 bar a

Si riportano di seguito le condizioni di funzionamento per i casi sopra riportati:

- Temperatura parete esterna della camera di combustione: $\leq 80\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Temperatura minima in camera di combustione: $850\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Temperatura di uscita dei fumi dalla camera di combustione: $\leq 1200\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Tempo di permanenza in camera di combustione: $\geq 0,5\text{ s}$.
- Tenore di ossigeno nei fumi combusti: $\geq 3\text{ vol. } \%$.

Poiché le condizioni di processo del gas in uscita dall'impianto P2G/L sono compresi nei valori sopra riportati, si è ritenuto opportuno utilizzare la torcia esistente.

Il corpo principale del combustore è costituito da una camera in acciaio al carbonio di forma cilindrica (762 mm di diametro e 5 m di altezza), rivestita internamente con fibra ceramica di spessore 100 mm, fissata con ganci di ritegno in AISI 304 e rondelle in AISI 310. La camera di combustione è provvista di tre piedi d'appoggio imbullonati alla struttura. In Figura 2.5 sono riportati il costruttivo ed un'immagine della torcia.

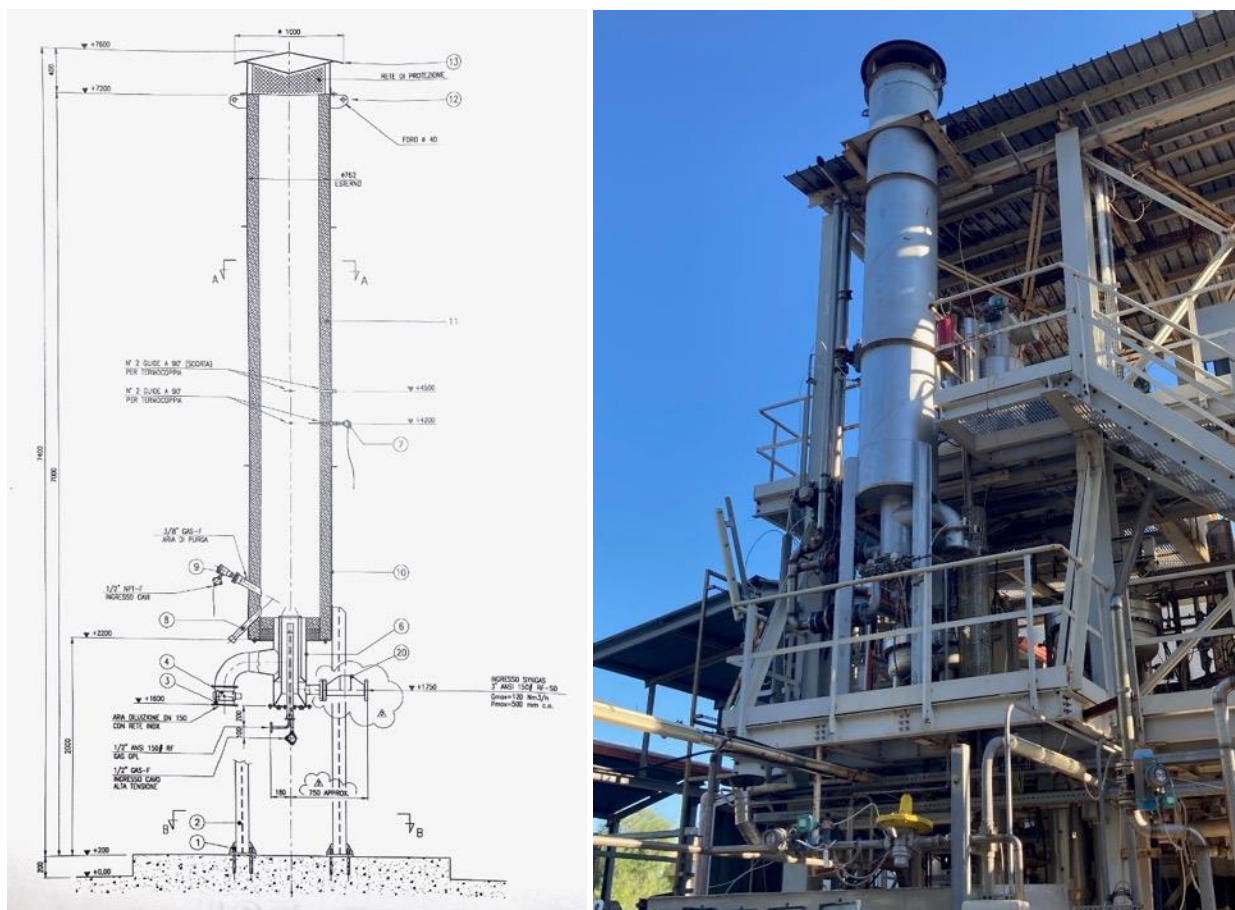


Figura 2.5. Disegno di assieme e foto della torcia installata sull'impianto.

2.5 Sistema di regolazione e controllo

Per quanto riguarda il sistema di regolazione e controllo (SRC), si era inizialmente pensato di riutilizzare l'infrastruttura esistente sulla piattaforma pilota Sotacarbo, composto da una componente hardware, comprendente i quadri di controllo, i client adibiti alla gestione delle operazioni e tutte le varie utilities ad essi correlate, oltre che da un software installato sui client e sulle CPU di gestione delle basi dei quadri necessaria alla conduzione dell'impianto.

Durante la fase di dialogo competitivo, a seguito del confronto tecnico con le ditte partecipanti alla gara, si è deciso di far realizzare un nuovo sistema di regolazione e controllo interamente dedicato al funzionamento dell'impianto P2G/L, partendo dalle specifiche di progetto.

Il sistema di controllo realizzato per l'impianto è descritto nel report "Progettazione di massima dell'impianto sperimentale P2GL".

2.6 Impianto elettrico

Nell'ottica di installare l'impianto P2G/L all'interno della struttura preesistente, verranno effettuate alcune modifiche all'impianto elettrico, in modo da adeguarlo alle nuove utenze. La definizione dell'adeguamento dell'impianto elettrico ha subito diversi sviluppi durante l'evoluzione della progettazione dell'impianto (in prima analisi svolta da Sotacarbo e successivamente dalla ditta aggiudicataria della fornitura dell'impianto prototipale). Solo a seguito della definizione finale dei carichi elettrici dell'impianto P2G/L sono stati ridefiniti gli interventi all'impianto elettrico della piattaforma pilota Sotacarbo, che hanno riguardato la predisposizione di una linea di alimentazione dedicata alla fornitura di energia all'impianti P2G/L in base alle specifiche richieste dalla ditta aggiudicataria, di potenza pari a 35 kW e una alimentazione dotata di gruppo di continuità da 1kW.

L'impianto P2G/L necessita esclusivamente di una alimentazione 400 V trifase a 50 Hz con assorbimento sopra indicato; tale impianto sarà dotato di un quadro elettrico che gestirà sia la parte di potenza che quella di controllo.

Allo stato attuale, sulla piattaforma pilota, sono stati eseguiti degli smontaggi elettrici relativi alle apparecchiature elettro-strumentali collocate nelle linee di piping dismesse, nella fattispecie:

Tabella 6. Valvole ON/OFF dismesse durante la corrente annualità.

FE/FU ON/OFF	Linea	Fluido
FE133	G135 GG 25 AG P	H ₂
FE118	G 118 GG 32 AM 2	Syngas
FU136	G136 DV 25 AG P	H ₂
FU134	G 134 GG 25 AG P	H ₂
FE010	G 010 GG 80 AG 3	Syngas
FE808	G808 NI 50 AR P	N ₂
FE853	G853 RW 25 AD P	H ₂ O
FE120	G 120 GG 20 AG 3	Syngas
FE113	G113 GG 20 AH 2	Syngas

A queste valvole si aggiungono le ON/OFF e le regolatrici già disinstallate durante le annualità precedenti.

Tabella 7. Valvole ON/OFF dismesse durante la corrente precedenti.

FE/FU ON/OFF	Linea	Fluido
FU553	G551 HI 25 AH P	H ₂
FU203	G204 NI 15 AR P	N ₂
FL204	G201 CA100 AH3	Carbone
FL251	G251 AS 150 AH 3	Cenere
FL202	G251 AS 150 AH 3	Cenere
FE302	G705 AP 40 AD P	Aria
FE503	G501 OX 32 AG P	O ₂
FE782	G701 LS 40 AG 2	Vapore
FE783	G 706 LS 20 AG 2	Vapore
FE132	G132 GG 25 AG P	H ₂ /N ₂
FU137	G137 GG 25 AG P	H ₂
FE951	G 951 SA 10 AG P	MEA

Tabella 8. Valvole regolatrici dismesse durante le annualità precedenti.

FV Regolatrici	Linea	Fluido
FV104	G104 GG 32 AG 3	Syngas
FV305	G711 PA 15 ADP	Aria
FV306	G709 PA 15 ADP	Aria
FV307	G708 PA 15 ADP	Aria
FV552	G551 HI 25 AN P	H ₂
FV502	G501 OX 32 AGP	O ₂
FV792	G702 LS 20 AG 2	Vapore
FV793	G706 LS 20 AG 2	Vapore
FV119	G119 GG 25 AG 3	H ₂ O
TV124	G856 RW 25 ADP	H ₂ O

Inoltre, analogamente, sono state sezionate le seguenti linee di alimentazione delle utenze non più in uso, vedasi Tabella 9.

Tabella 9. Linee di alimentazione dismesse.

Alimentazione	Fluido/Solido
Generatore di Vapore	Vapore
Gruppo PSA	Linea H ₂
Compressore CY002	Syngas
Riscaldatori	Vapore/Syngas
Pompa MEA	CO ₂
Livello Laser	Fuel
Misuratore O ₂	Syngas
CY001	Syngas
Rotocella	Fuel
Paranco	Fuel
Vibrovaglio	Fuel
Aspiratore polveri	Fuel
Attuatore Griglia	Ceneri

2.7 Adeguamento della struttura di supporto

Nella precedente annualità erano state eseguite le valutazioni iniziali per l'installazione ed il funzionamento del nuovo impianto P2G/L, in particolare per quanto riguarda:

- Valutazione degli spazi richiesti: da una prima analisi si era stimata un'area di circa 20 m² successivamente implementata a circa 50 m².
- Valutazione sui requisiti dell'impianto elettrico e del trasferimento segnali.
- Valutazione sul sistema di regolazione e controllo.

2.7.1 La struttura di supporto

In fase preliminare era stata valutata la possibilità di adeguamento del castelletto di supporto del preesistente impianto "Pilota" presente sulla Piattaforma Pilota, ai fini dell'installazione del nuovo impianto.

Il castelletto consta di una struttura metallica multipiano destinata all'installazione delle apparecchiature dell'impianto pilota di gassificazione. La struttura è vincolata ad una platea di fondazione e occupa una superficie di circa 42,00 m², con un'altezza massima di circa 12,5 m. La luce massima delle travi metalliche è pari a circa 4,7 m, mentre il massimo aggetto a sbalzo rispetto alla sagoma principale è di circa 2,5 m, destinato allo scorrimento di un paranco montato su carrello.

I carichi agenti su cui è stata dimensionata la struttura, oltre quelli di natura meteorologica, erano costituiti da:

- Peso proprio delle strutture.
- Macchinari.
- Carico del paranco.
- Sovraccarico accidentale, considerato in misura di 250 kg/m² di impalcato.

I principali materiali utilizzati sono profilati metallici di tipo Fe430B e viteria di classe 8.8.

A partire dalle valutazioni preliminari sopracitate, si è provveduto a:

- Smantellamento di alcuni macchinari non più utilizzati al fine di liberare un'area di 50 m² corrispondente allo spazio necessario per l'installazione dell'impianto P2G/L.
- Esecuzione degli smontaggi elettrici relativi ai dispositivi e alle strumentazioni dismesse.
- Valutazione dei segnali disponibili per l'impianto P2G/L in corrispondenza delle sezioni dismesse.
- Valutazioni sulla possibilità di utilizzare una parte del quadro di regolazione e controllo relativo alle sezioni dismesse ai fini della gestione del nuovo impianto; inoltre si è valutata la rimessa in funzione di alcune parti del quadro al momento fuori servizio.
- Modifica del P&ID con la cancellazione delle sezioni dismesse.

Verifica delle fondazioni

Nell'annualità oggetto del presente documento, ai fini dell'installazione del nuovo impianto P2G/L nel sito del preesistente impianto pilota, sono state eseguite delle verifiche sulle fondazioni su cui poggia l'attuale struttura. Il lavoro ha portato alla verifica del reale posizionamento delle travi di fondazione e dei cordoli di rinforzo, rispetto a quanto previsto dalla documentazione progettuale, e quindi alla verifica dell'attendibilità dei riferimenti documentali per le attività future di installazione. Le verifiche sono state portate avanti attraverso 3 differenti fasi:

- Ricerca della documentazione progettuale.
- Rilievi e misurazioni all'interno della Piattaforma Pilota.
- Tracciamento delle travi di fondazione.

Ricerca della documentazione progettuale:

Le "Pratiche Genio Civile" sono state il riferimento principale relativamente alla documentazione progettuale riguardante:

- *Struttura metallica Impianto Laboratorio.*
- *Variante Fondazioni Piattaforma Pilota.*

Attraverso l'analisi della documentazione sono stati recuperati i disegni "Gassificatore laboratorio - vista filo A - B - C - D - Picchetti 1-2 / Controventi" (ID ANS-002-006-rev02) e "Impianto pilota per la produzione ed il trattamento del syngas - layout" (Modifica fondazioni Imp. Laboratorio rev.4) relativi alla progettazione (rev.2 del 02/06/2007) delle travi di fondazione e quelli relativi alla variante (rev.4 del 10/06/2007) per il rinforzo delle fondazioni (Figura 2.6 e Figura 2.7).

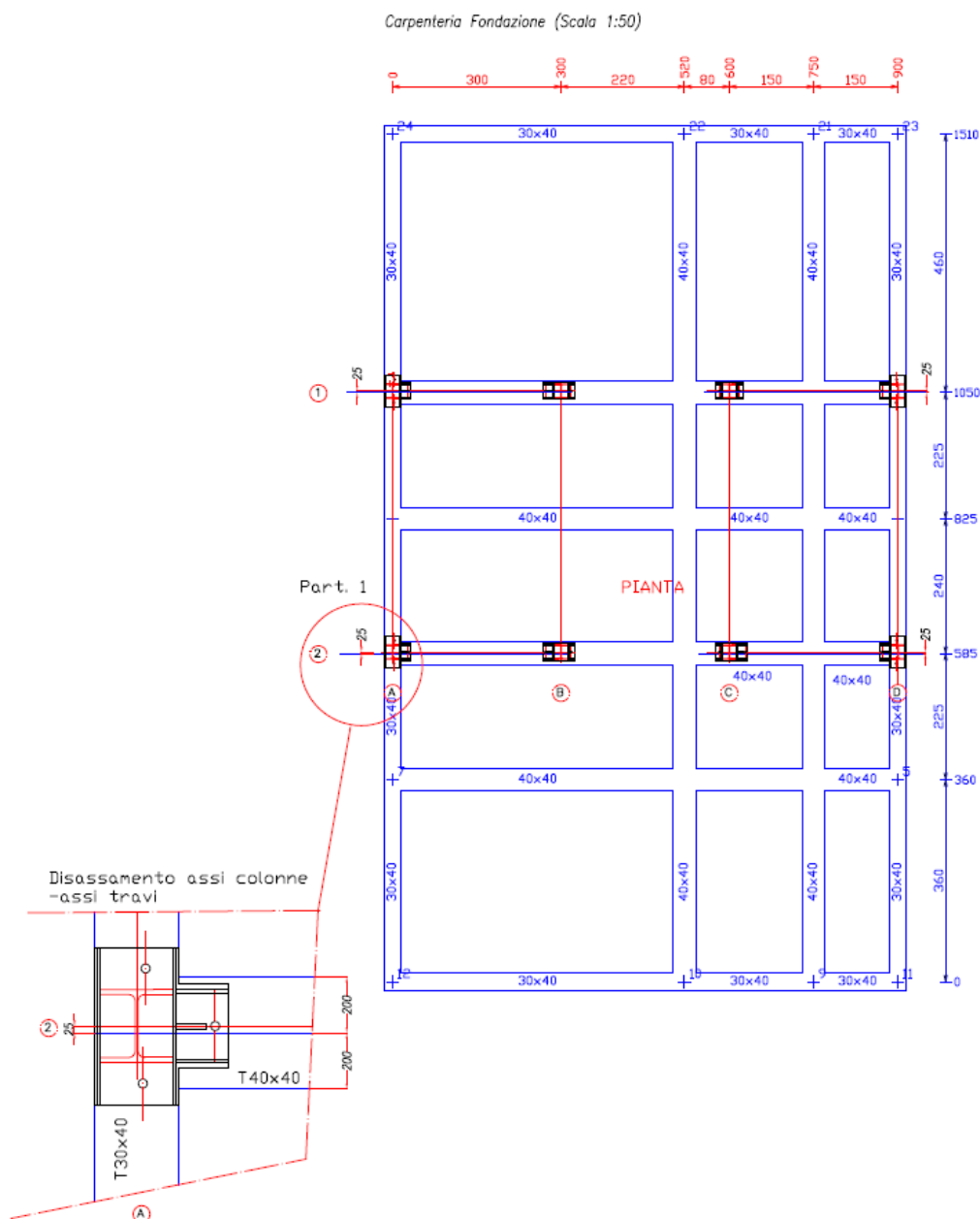


Figura 2.6. Travi di fondazione secondo disegno originale (ID ANS-002-006-rev02) del 02 Giugno 2007.

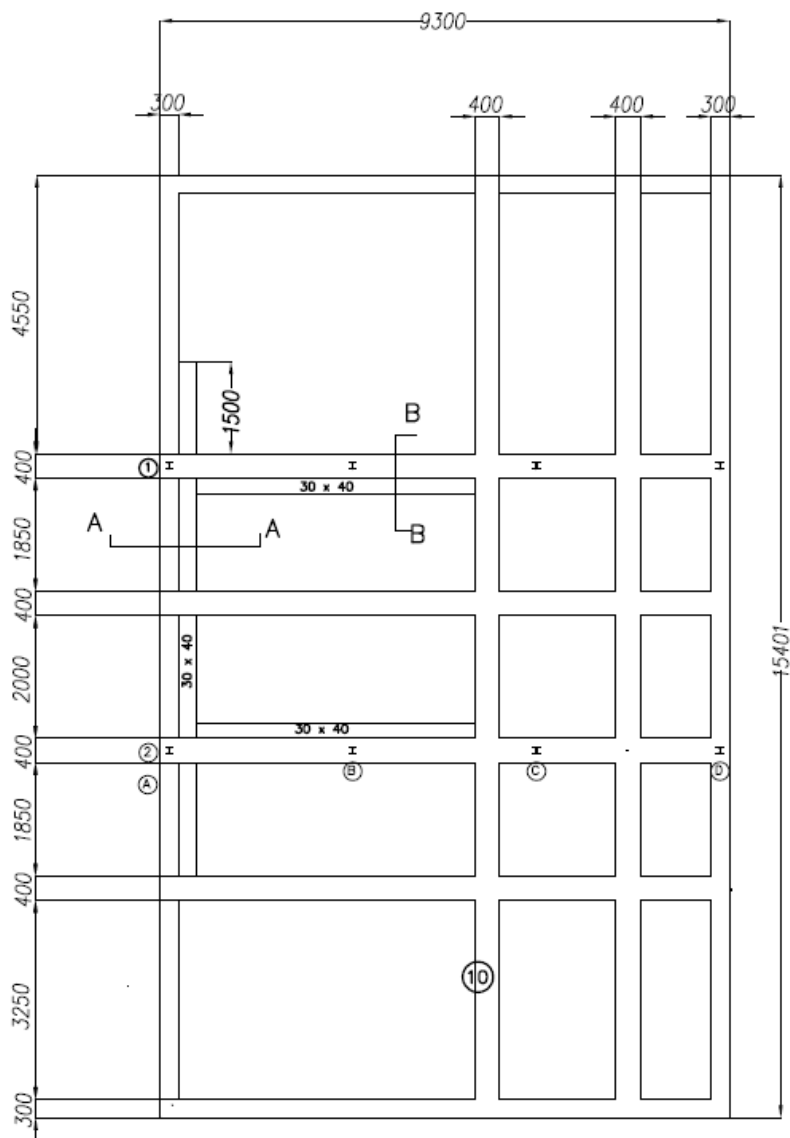


Figura 2.7. Travi aggiuntive secondo il disegno “Modifica fondazioni Imp. Laboratorio rev.4” del 10 Giugno 2007.

Rilievi e misurazioni in impianto

Lo studio della documentazione progettuale ha permesso di rilevare la presenza di travi da fondazione di sezione (40x40cm e 30x40cm) rinforzate da travi di sezione (30x40cm). Le quote riportate nei disegni sono state verificate sul campo attraverso i punti di riferimento riscontrati, quali i punti di attacco delle colonne (Figura 2.6). Le misurazioni hanno permesso di constatare una buona corrispondenza di quanto realizzato con la documentazione conservata in archivio.

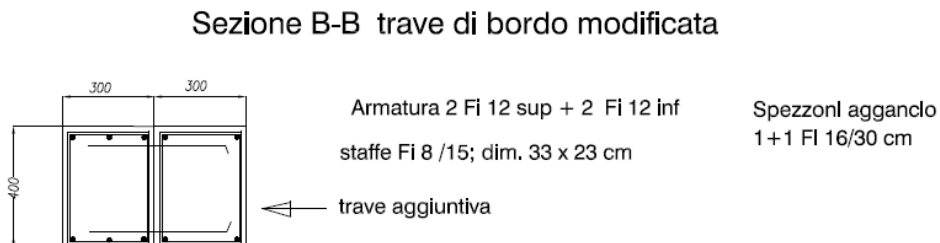
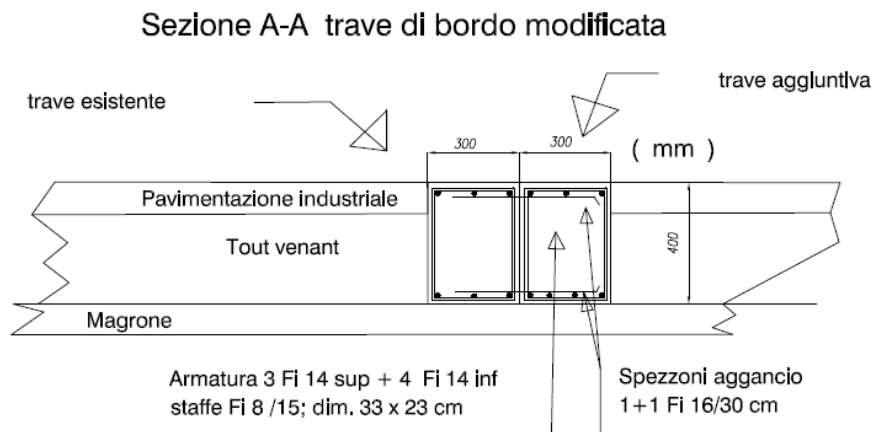


Figura 2.8. Sezioni delle travi di bordo come da disegno “Modifica fondazioni Imp. Laboratorio rev.4” del 10 Giugno 2007.

Tracciamento delle travi di fondazione

A seguito delle verifiche si è proceduto a tracciare sulla platea il percorso e l'ingombro dei cordoli di rinforzo. Questo lavoro è stato reputato necessario al fine di rendere immediatamente individuabile il loro posizionamento in preparazione dell'eventuale modifica e dell'installazione degli skid costituenti il nuovo impianto P2G/L. in Figura 2.9 sono riportate due fotografie del tracciamento dei cordoli di rinforzo sulla platea.



Figura 2.9. Tracciamento cordoli di rinforzo lato ovest e centrali.

2.8 Modifiche alla struttura e smontaggi

Le attività di dialogo con la ditta aggiudicataria della gara per la realizzazione dell'impianto P2G/L e a seguito del sopralluogo effettuato in data 28.06.2021, hanno evidenziato la necessità di rendere disponibile per l'installazione una superficie maggiore, al fine di evitare possibili interferenze con le apparecchiature preesistenti.

I lavori hanno riguardato: la programmazione dello smontaggio e della rimozione delle tubazioni inutilizzate, del compressore e della colonna di desorbimento a freddo con i relativi dispositivi (pompe, valvole, strumentazione) a questi collegate. Tutte queste attività sono finalizzate ad incrementare lo spazio a disposizione per le attrezzature e per il passaggio del nuovo piping e a migliorare le condizioni di sicurezza nel funzionamento del impianto prototipale.

2.8.1 Linea O₂

Relativamente alla linea di adduzione dell'ossigeno, i lavori hanno riguardato lo smontaggio della tubazione che, a seguito dei precedenti smontaggi, era rimasta collegata al limite di batteria. Tale tratto di linea, visibile in Figura 2.10, include riduttore di pressione, valvola di sicurezza e tubazione di vent (gli ultimi due elementi non sono presenti nel P&ID di riferimento, in quanto relativi a modifiche successive alla sua emissione).

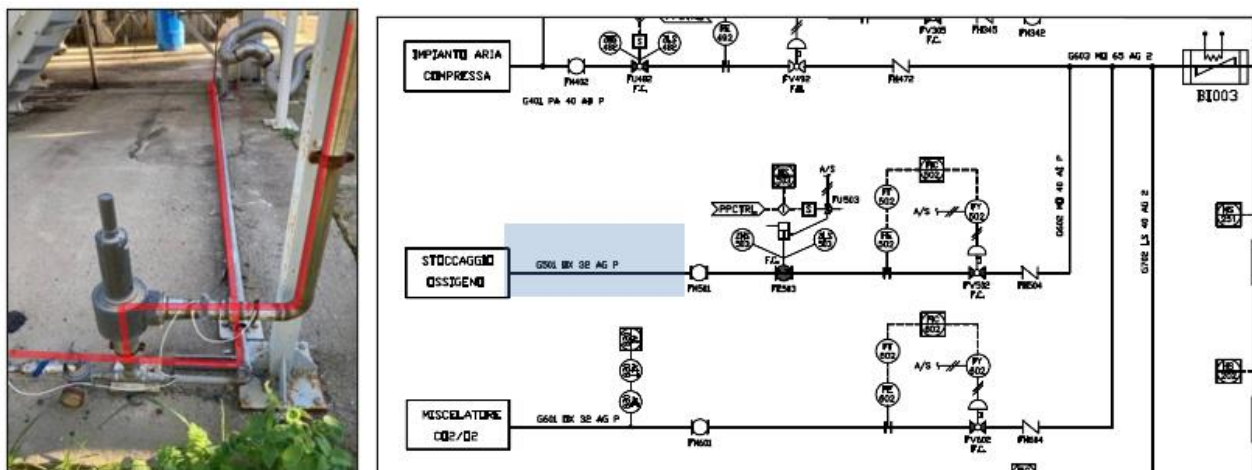


Figura 2.10. Tubazione della linea O₂ collegata al limite di batteria (a sinistra) e P&ID di riferimento (a destra).



Figura 2.11. Componenti della linea O₂ (a sinistra) e area (a destra) dopo lo smontaggio.

2.8.2 Linea da miscelatore CO₂/O₂

La linea relativa all'invio degli effluenti gassosi provenienti dal miscelatore di CO₂ e O₂, posizionato in prossimità della sala compressori, è stata smontata nella sua interezza fino alla valvola FM601. Le operazioni di smontaggio hanno incluso la rimozione dei supporti della tubazione fissati alla struttura metallica.

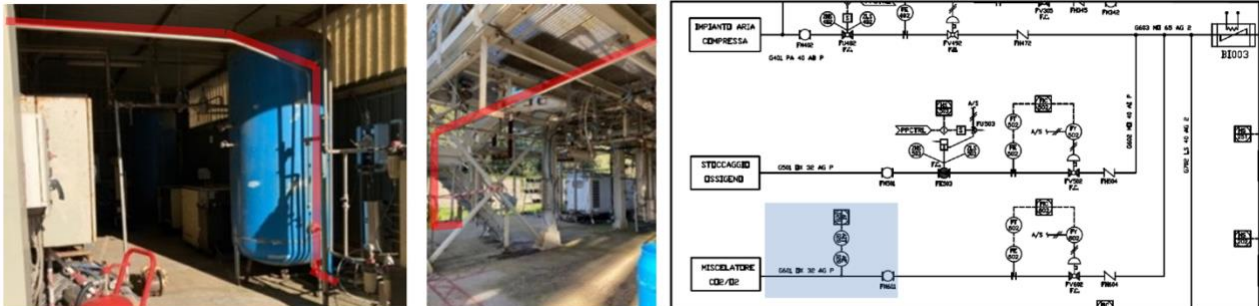


Figura 2.12. Tubazione invio gas da miscelatore (sezione di partenza e finale) e P&ID della linea.



Figura 2.13. Tubazione e supporti smontati e area dopo lo smontaggio.

Sempre relativamente alla linea CO₂/O₂ è stata eseguita la disinstallazione della tubazione di raccordo al tubo di adduzione aria (Figura 2.14).

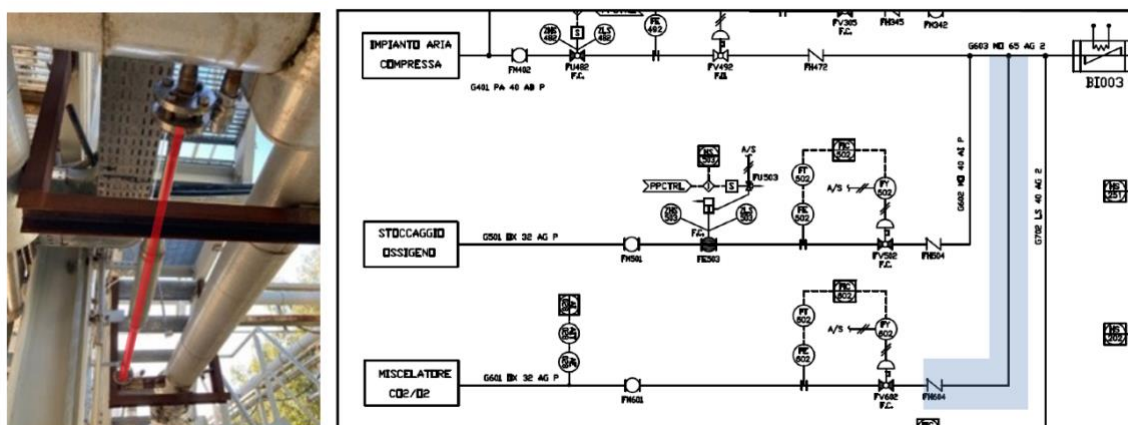


Figura 2.14. Innesto aria processo al miscelatore e P&ID.



Figura 2.15. Tubazione di innesto CO₂/O₂ e area dopo lo smontaggio.

2.8.3 Sezione di desolforazione a freddo (secondo stadio).

Per la rimozione e messa in sicurezza del secondo stadio di desolforazione a freddo (colonna in polipropilene RZ001), sono stati eseguiti i lavori di rimozione dei collegamenti elettrici e gli smontaggi di:

- Pompe CX005 e CX006.
- Misuratore di livello LT855.
- Analizzatori AE975 e AE985.
- Valvola di intercettazione dell'acqua industriale FE853.
- Valvola di intercettazione dell'azoto FE808.
- Valvola di intercettazione del syngas FE010.

Si sono inoltre eseguiti gli smontaggi delle tubazioni inferiori.



Figura 2.16. Colonna in polipropilene e pompe CX005 e CX006.



Figura 2.17. FT965, AE975 e AE985, tubazioni inferiori e valvole di innesto N₂ e syngas alla colonna.

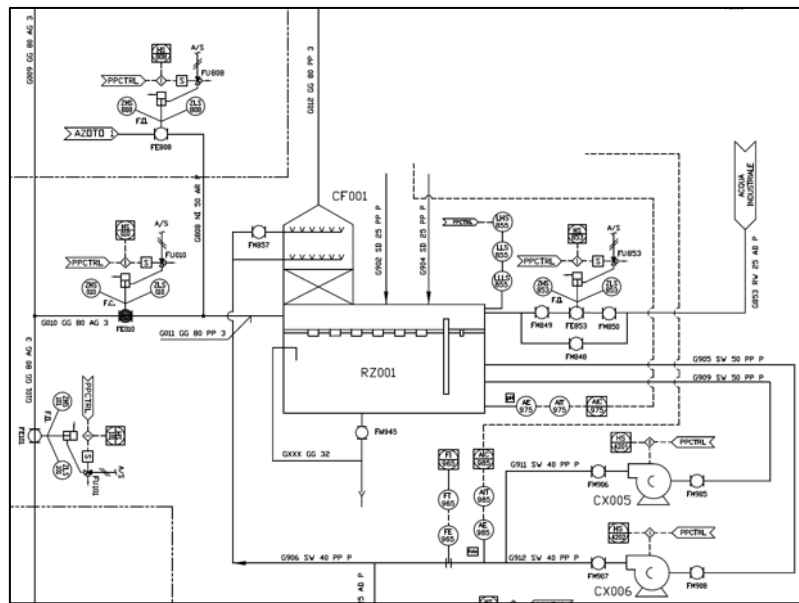


Figura 2.18. P&ID della sezione di desolforazione a freddo con colonna in polipropilene.



Figura 2.19. Colonna in polipropilene dopo lo smontaggio di tubazioni, strumenti e apparecchiature.



Figura 2.20. Tubazioni, strumenti e apparecchiature dopo la rimozione dalla colonna in polipropilene.

2.8.4 Linea Syngas

La linea di trasporto del syngas è suddivisa in funzioni delle sezioni che essa attraversa. I lavori di smontaggio saranno descritti secondo questa classificazione.

Linea da secondo stadio di desolforazione a freddo a sezione di desolforazione a caldo.

Sono stati disinstallati il compressore a lobi CY001 e linea a valle dello stesso fino al riscaldatore BI002 e a monte fino alla FE103 (Figura 2.21). Questo lavoro ha comportato la rimozione dei cablaggi elettrici, lo smontaggio del misuratore di portata FT104, installato tra il compressore ed il riscaldatore, e la tubazione del vent a monte di quest'ultimo (non presenti nel P&ID, in quanto relativi a modifiche successive alla sua emissione). La valvola regolatrice FV104 era stata già disinstallata durante modifiche precedenti.



Figura 2.21. Linea syngas al BI002 (sezione iniziale, compressore a lobi CY001, sezione finale con vent e FT104).

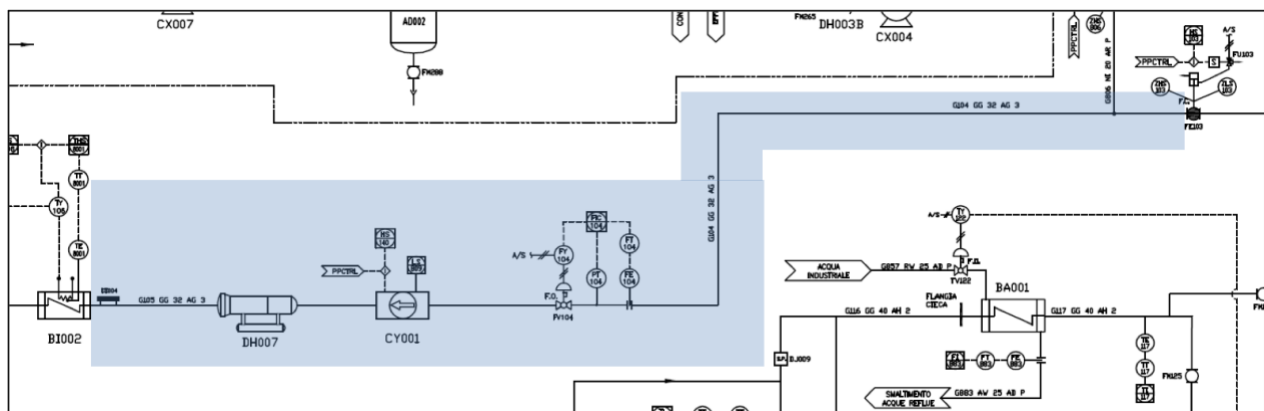


Figura 2.22. P&ID linea syngas al riscaldatore BI002.



Figura 2.23. Componenti e area dopo lo smontaggio.

Linea di bypass della desolfurazione a caldo.

Lo smontaggio della sezione di desolfurazione a caldo è stata preceduta in via preliminare dalla rimozione delle tubazioni di collegamento tra il riscaldatore di syngas BI002 e la sezione stessa, fino al filtro DH002A e alle valvole FE111 e FE112, attraverso la valvola di bypass FE113, che è stata anch'essa scollegata e disinstallata. Questo smontaggio, che completa lo scollegamento del riscaldatore dalla linea a caldo, permetterà l'agevole rimozione dell'apparecchiatura attraverso camion-gru.



Figura 2.24. Sezione di desolfurazione a caldo prima e dopo lo smontaggio del bypass.

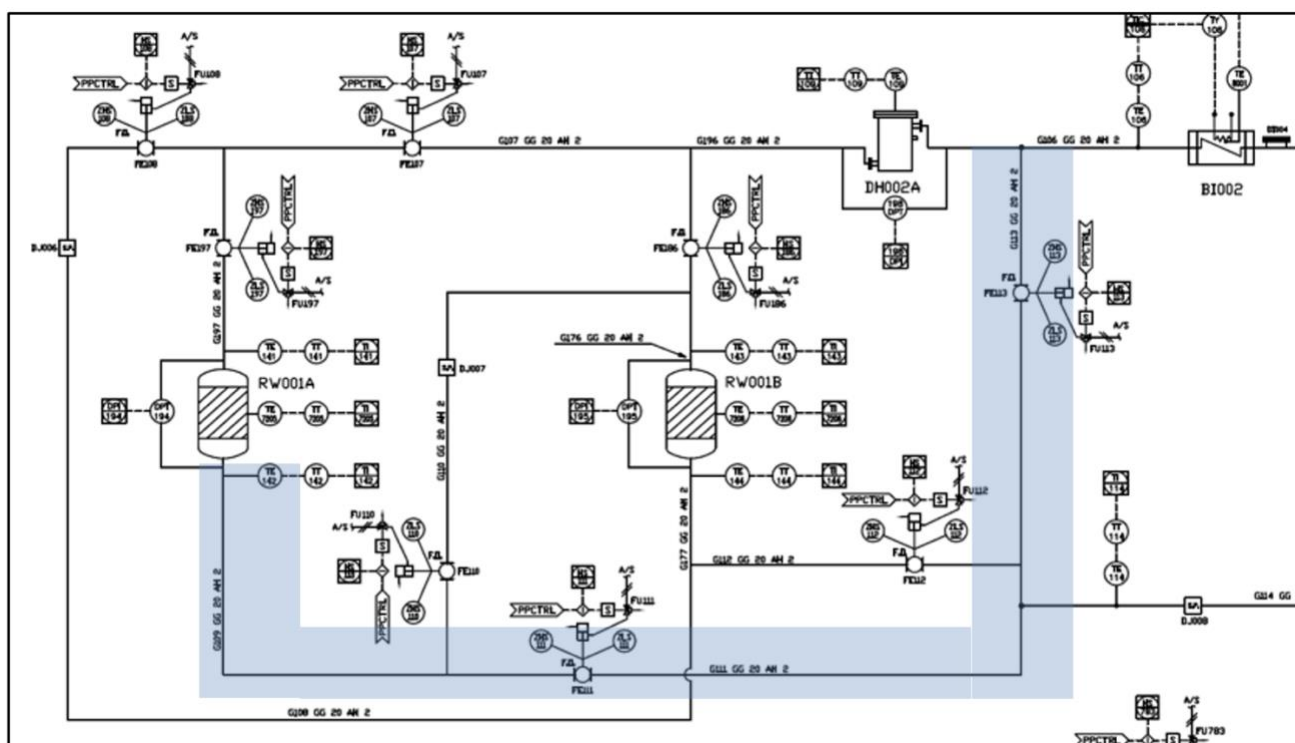


Figura 2.25. P&ID della sezione di desolfurazione a caldo.

Linea di invio syngas a torcia da desolforazione a caldo

A valle della sezione di desolforazione a caldo si è proceduto alla disinstallazione della tubazione di invio a torcia (Figura 2.26) del syngas, fino al giunto a 3 pezzi (con intercettazione della tubazione libera).

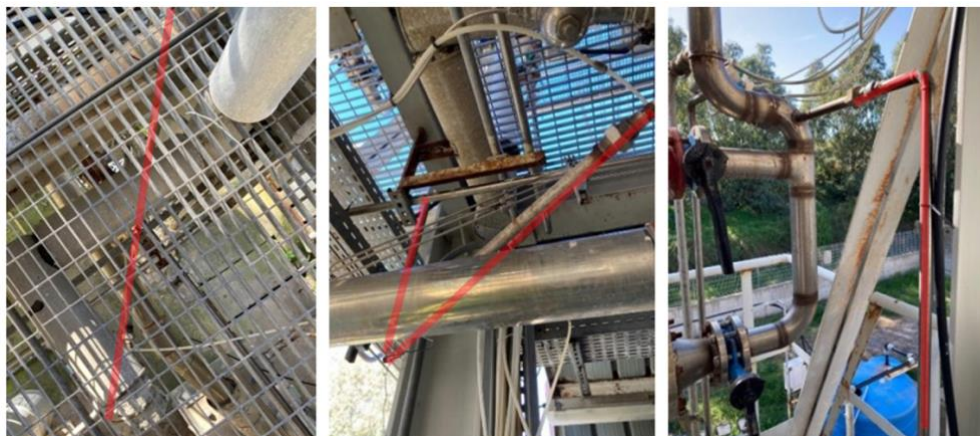


Figura 2.26. Tubazione syngas a torcia a valle della sezione di desolforazione a caldo.

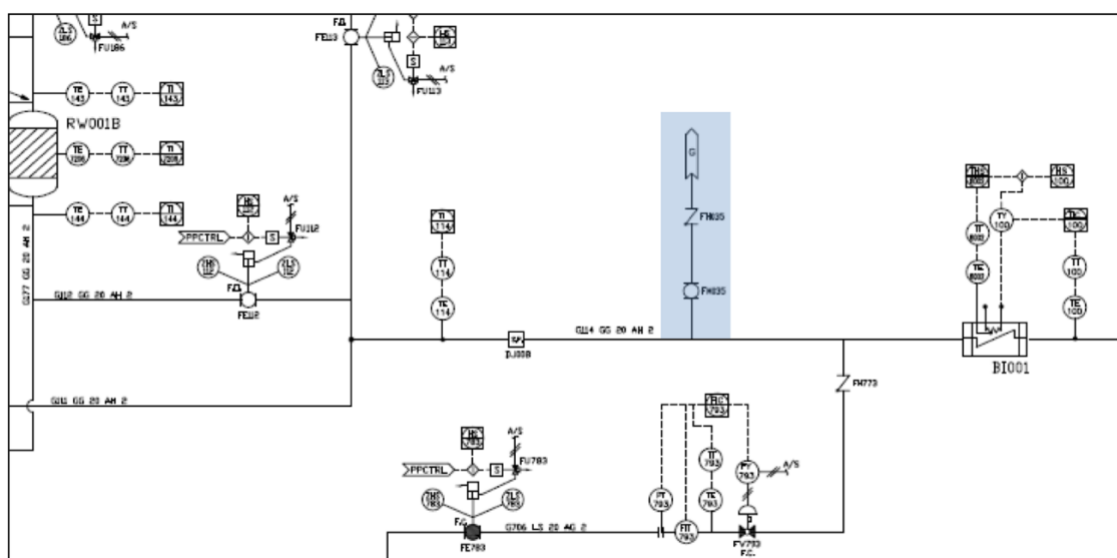


Figura 2.27. P&ID della tubazione a vent a valle della desolforazione a caldo.



Figura 2.28. Punto di innesto in torcia della tubazione di invio syngas da desolforazione a caldo dopo la rimozione.

Sezioni di CO-shift e di cattura anidride carbonica.

Tra le linee di invio syngas attraverso le sezioni di CO-shift e di cattura della CO₂ è stata scollegata la valvola pneumatica FE118.

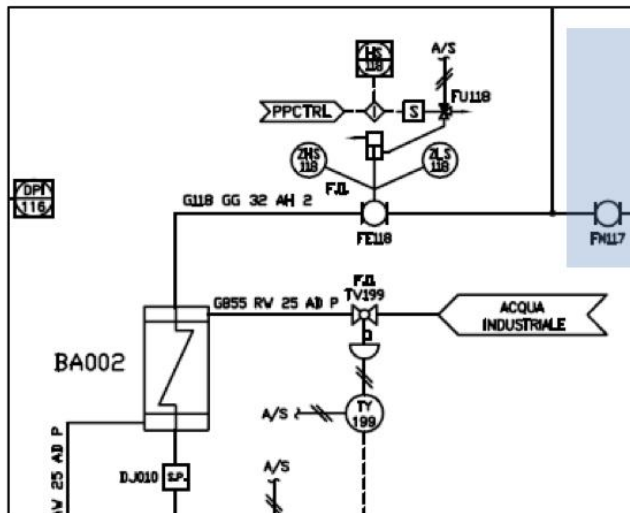


Figura 2.29.Valvola FE118 e P&ID della sezione.

Inoltre è stata rimossa la tubazione coibentata compresa tra il misuratore di portata FT119 ed il reattore RO001.

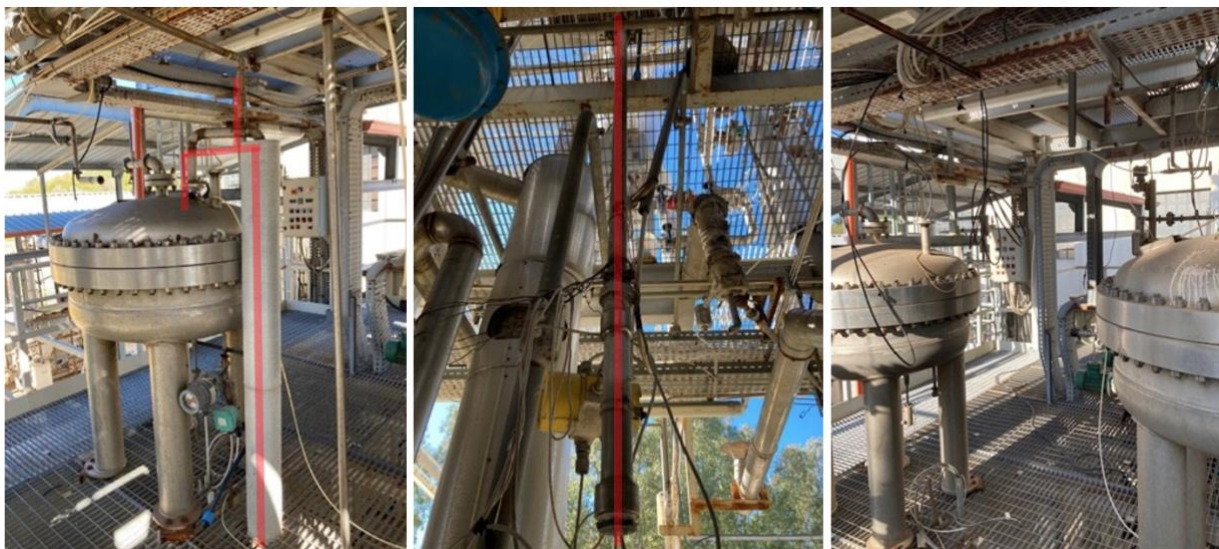


Figura 2.30. Area prima e dopo la rimozione della tubazione syngas da FE119 a RO001.

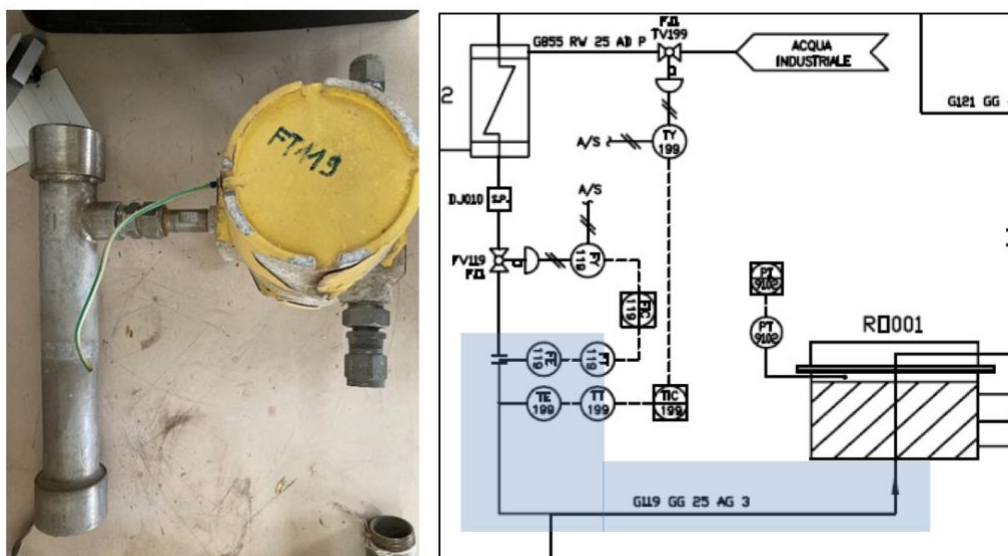


Figura 2.31. Misuratore FT119 dopo lo smontaggio e P&ID della tubazione syngas da FE119 a RO001.

A valle dell'RO001 i lavori di disinstallazione hanno interessato la tubazione di collegamento con il reattore RU002, relativo alla sezione di CO-shift, e le sue derivazioni per invio a torcia e bypass, fino alla connessione alla valvola FU120.



Figura 2.32. Tubazione di collegamento RO001 e RU002 e area, prima e dopo lo smontaggio.

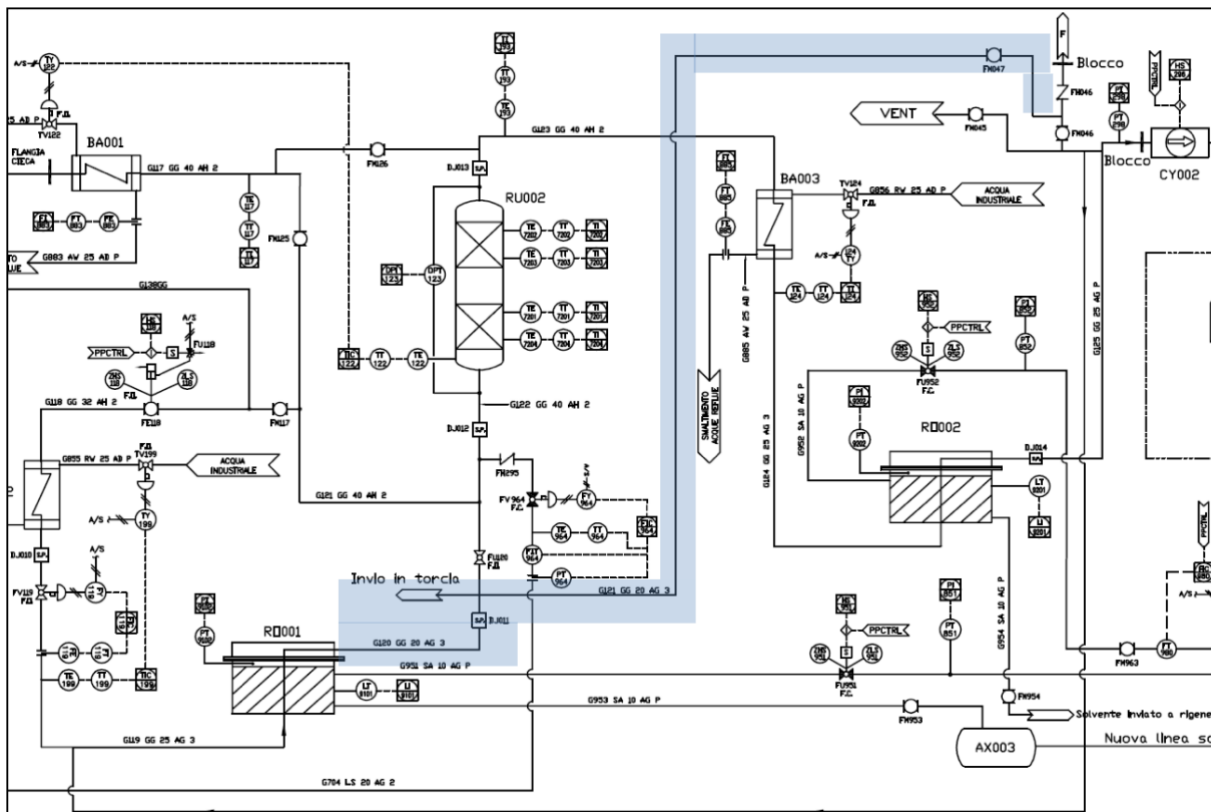


Figura 2.33. P&ID della tubazione di collegamento RO001 e RU002.

La valvola di intercettazione pneumatica FU120 (Figura 2.34) è stata rimossa contestualmente alla tubazione di invio syngas al reattore RU002 della sezione di CO-shift.



Figura 2.34. Tubazione di intercettazione syngas a valle del RO001 a FU120.

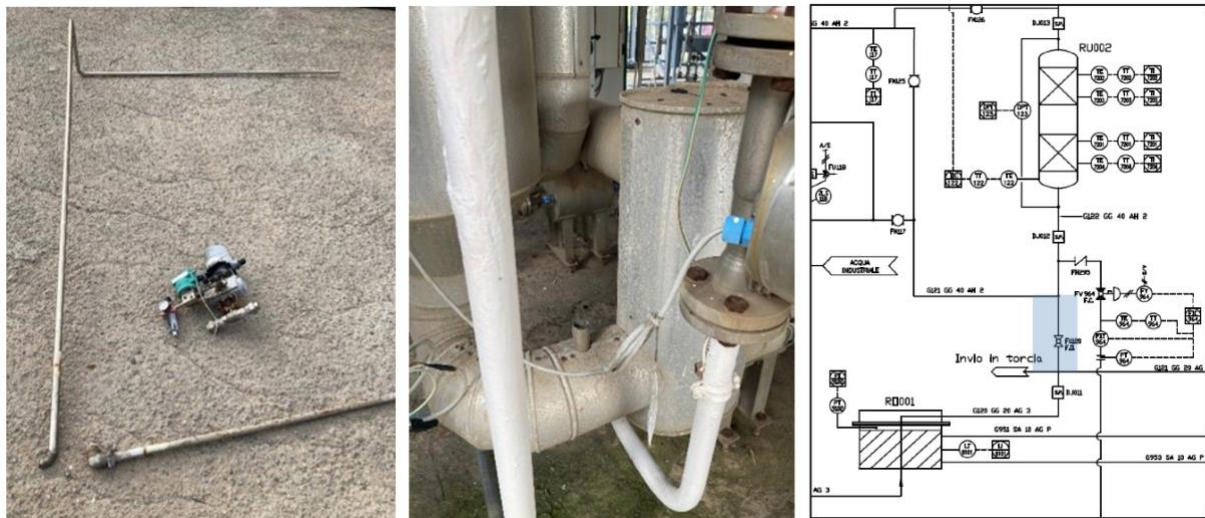


Figura 2.35. Componenti e area dopo lo smontaggio e P&ID della tubazione di invio gas da RO001 a FU120.

I lavori di disinstallazione della linea sono proseguiti con la rimozione della tubazione per la messa in serie dei reattori RO001 e RO002 (Figura 2.36). Questo lavoro ha incluso lo scablaggio e smontaggio di:

- Misuratore di portata FT003 (non presente nel P&ID di riferimento in Figura 2.38 in quanto relativo ad una installazione successiva alla sua emissione).
 - Misuratore di pressione PT298.
- entrambi installati a monte del compressore CY002.



Figura 2.36. Tubazione per la messa in serie dei reattori e area prima e dopo lo smontaggio.



Figura 2.37. Misuratore di portata FT103 e di pressione PT298 dopo lo smontaggio.

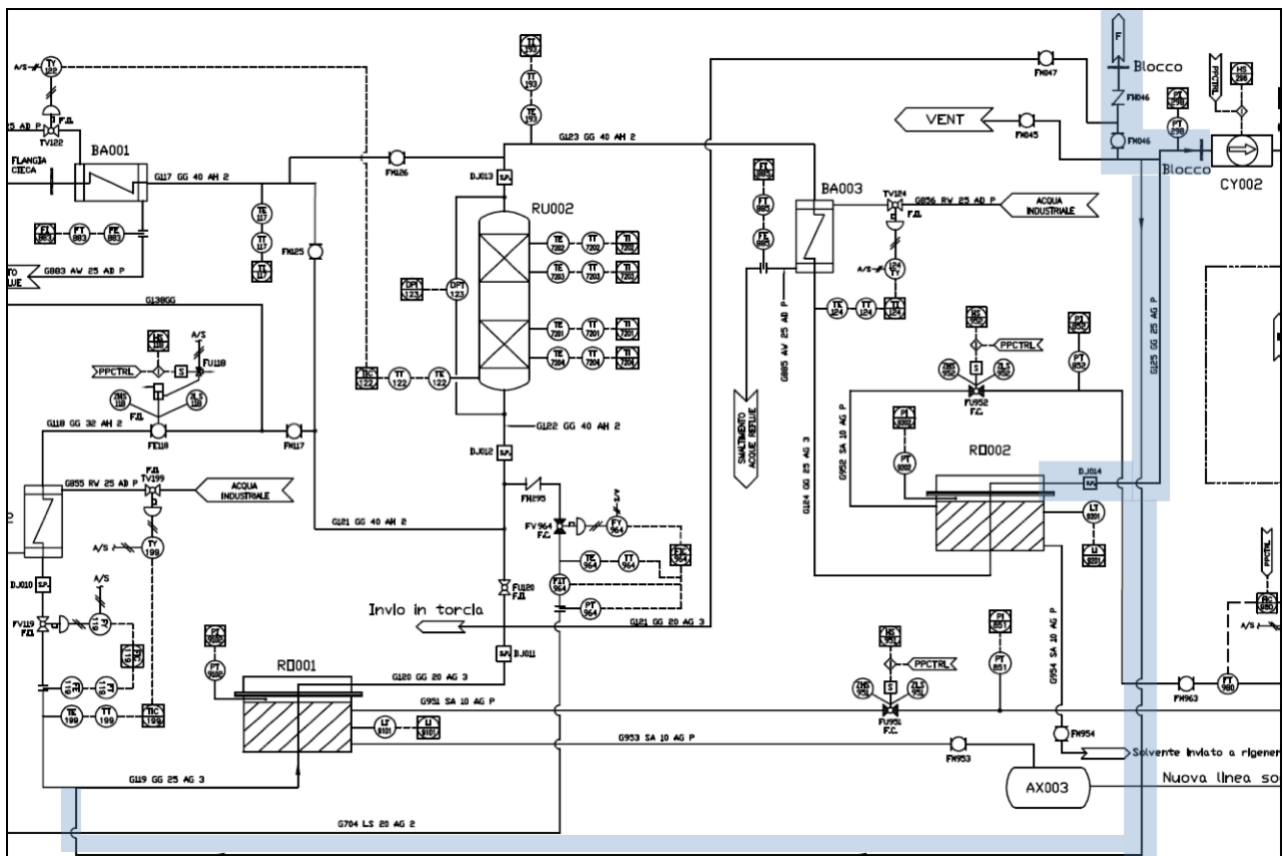


Figura 2.38. P&ID della tubazione di messa in serie dei reattori e di invio a torcia.

I lavori di disinstallazione della linea syngas compresa tra le sezioni di CO-shift e di assorbimento della CO₂ comprende si sono fermati con la rimozione della tubazione per l'invio di syngas a vent (Figura 2.39).



Figura 2.39. Tubazione syngas a vent e area a valle della sezione di cattura CO₂ prima e dopo lo smontaggio.

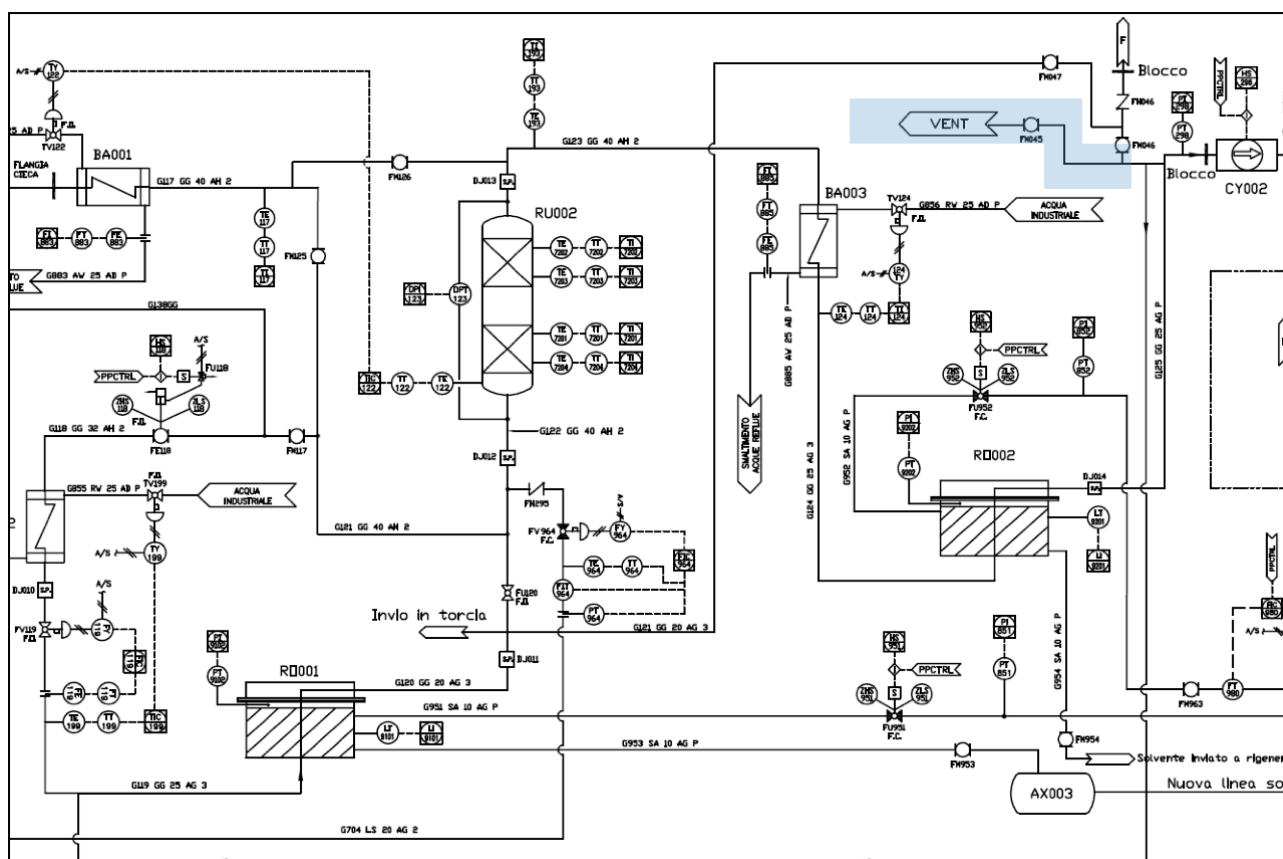


Figura 2.40. P&ID tubazione syngas a vent a valle della sezione di assorbimento CO_2 .

2.8.5 Tubazioni di scarico ammina dalla sezione di cattura dell'anidride carbonica.

Al fine di liberare spazio al piano inferiore, sono state rimosse le tubazioni in polietilene predisposte alle attività di scarico e carico dell'ammina dai reattori RO001 e RO002. Il lavoro ha compreso inoltre lo scollegamento dei rispettivi misuratori di livello LT9101 e LT9201 e delle valvole di intercettazione automatiche FU951 e FU952 sulla linea di carico del solvente.



Figura 2.41. Reattori di cattura della CO₂ e tubazioni di carico e scarico in PE e reattori dopo la rimozione della tubazione.

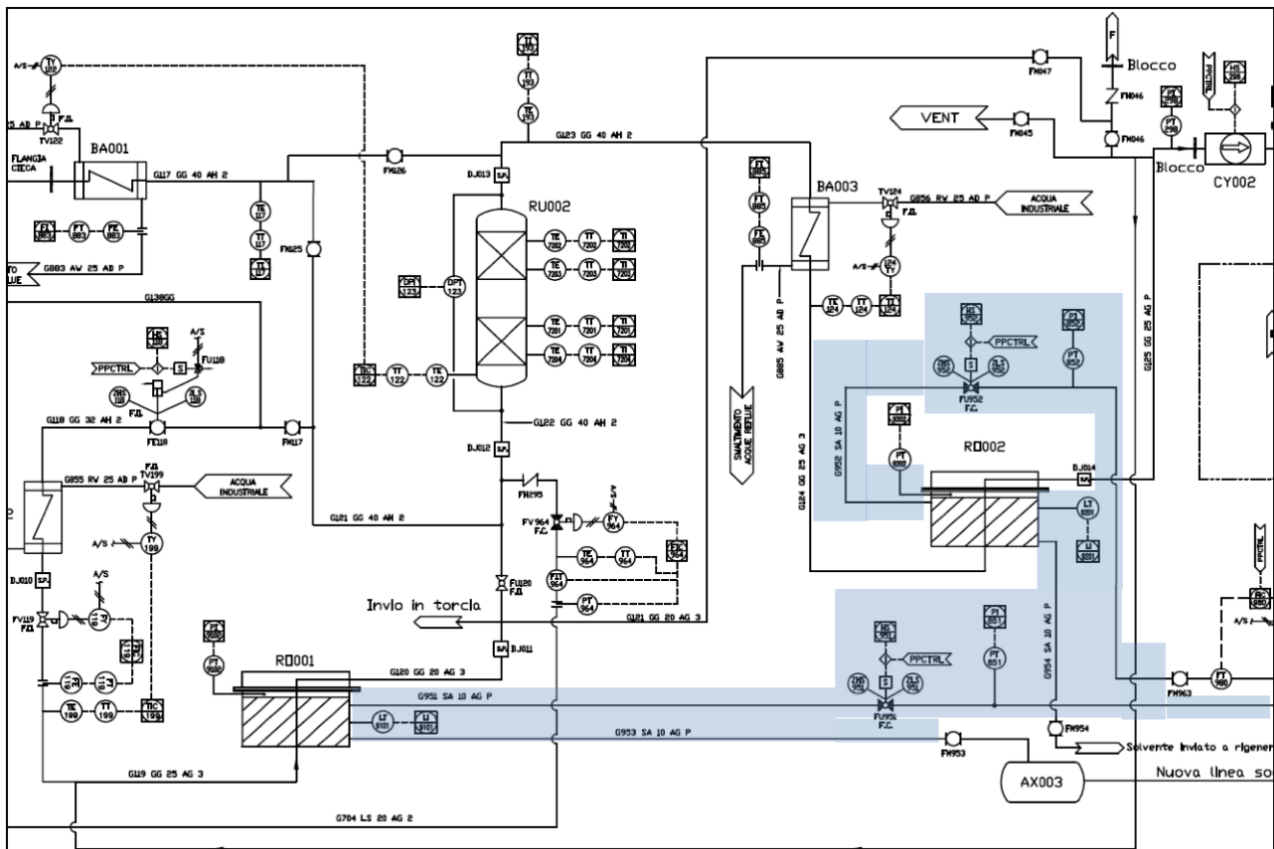


Figura 2.42. P&ID e della sezione di cattura della CO₂.

2.8.6 Compressore CY002

A valle della sezione di cattura dell'anidride carbonica si è iniziato il lavoro di disinstallazione del compressore CY002, attraverso:

- Smontaggio viti di fissaggio del compressore CY-002 per rimozione.
- Scollegamento alimentazione compressori gruppo CY002.
- Scollegamento quadro alimentazione CY002.

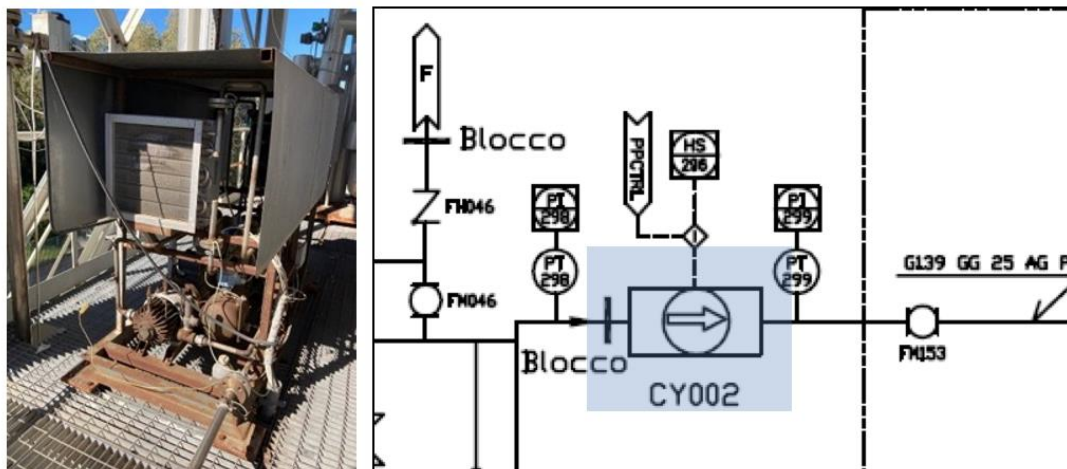


Figura 2.43. compressore CY002 e P&ID.

2.8.7 Linea H₂.

I lavori di smontaggio dell'annualità precedente avevano riguardato principalmente la rimozione della sezione di PSA. La disinstallazione è stata completata con la disinstallazione della linea per l'invio dell'idrogeno verso:

- La torcia dal collettore AX005.
- La sezione di generazione elettrica (MCI).
- Il vent.
- La torcia.

così come visibile nelle figure seguenti. Questi smontaggi hanno comportato lo scablaggio e smontaggio delle seguenti valvole:

- FU133 (valvola on/off invio idrogeno da PSA a vent/MCI).
- FU134 (valvola on/off invio idrogeno a torcia).
- FU136 (valvola on/off invio idrogeno a vent).

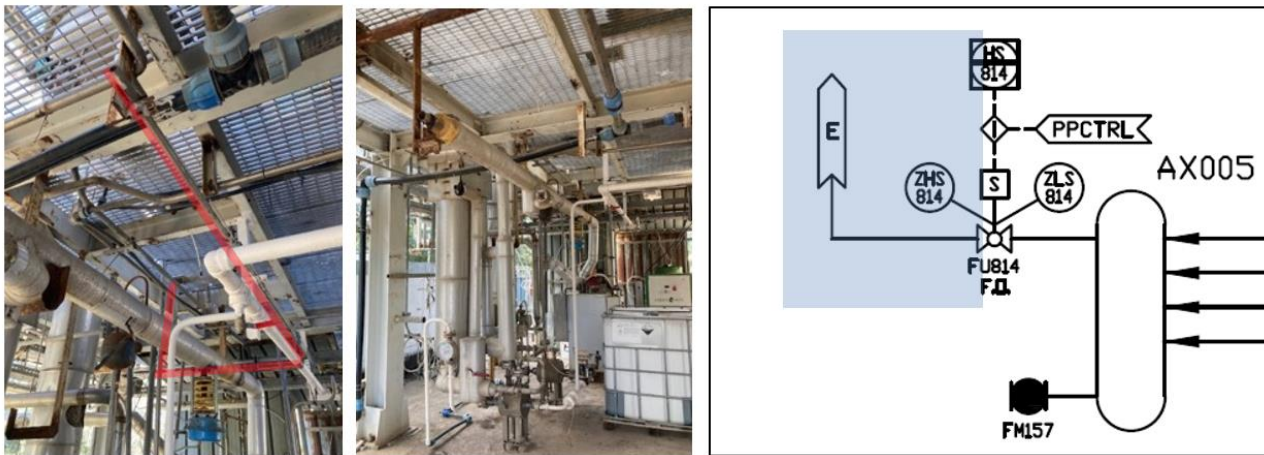


Figura 2.44. Area prima e dopo la rimozione della tubazione di invio gas dal PSA alla torcia dal collettore AX005 e P&ID.

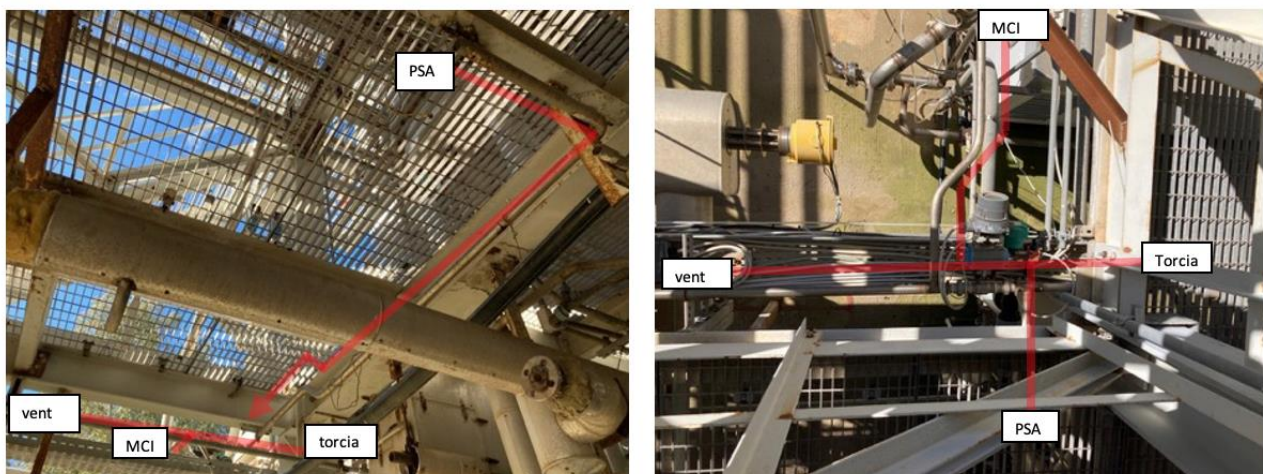


Figura 2.45. Linea da PSA a vent, MCI, torcia (sezione interna, vista dal basso e sezione esterna, vista dall'alto).

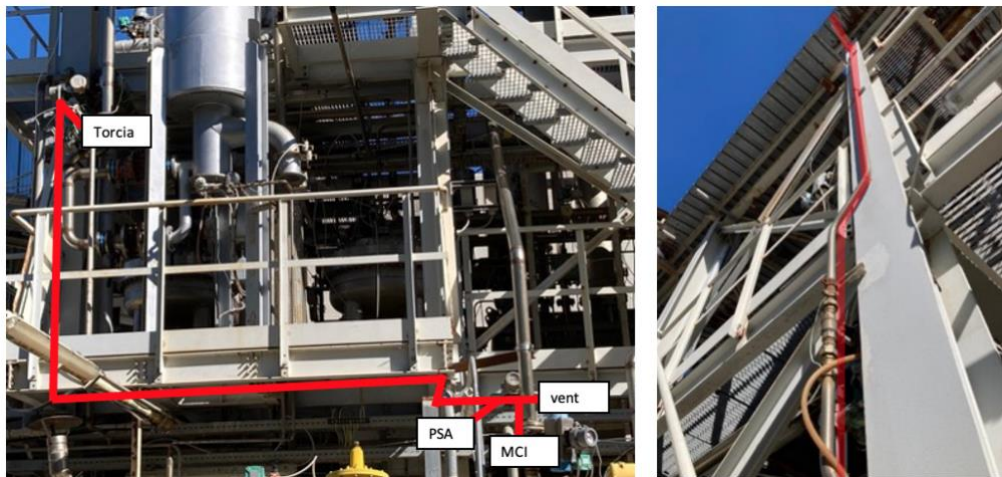


Figura 2.46. tubazione da PSA a vent, MCI, torcia (sezione esterna, vista ovest) e vent.



Figura 2.47. valvole FU133, FU134, FU136 dopo lo smontaggio.

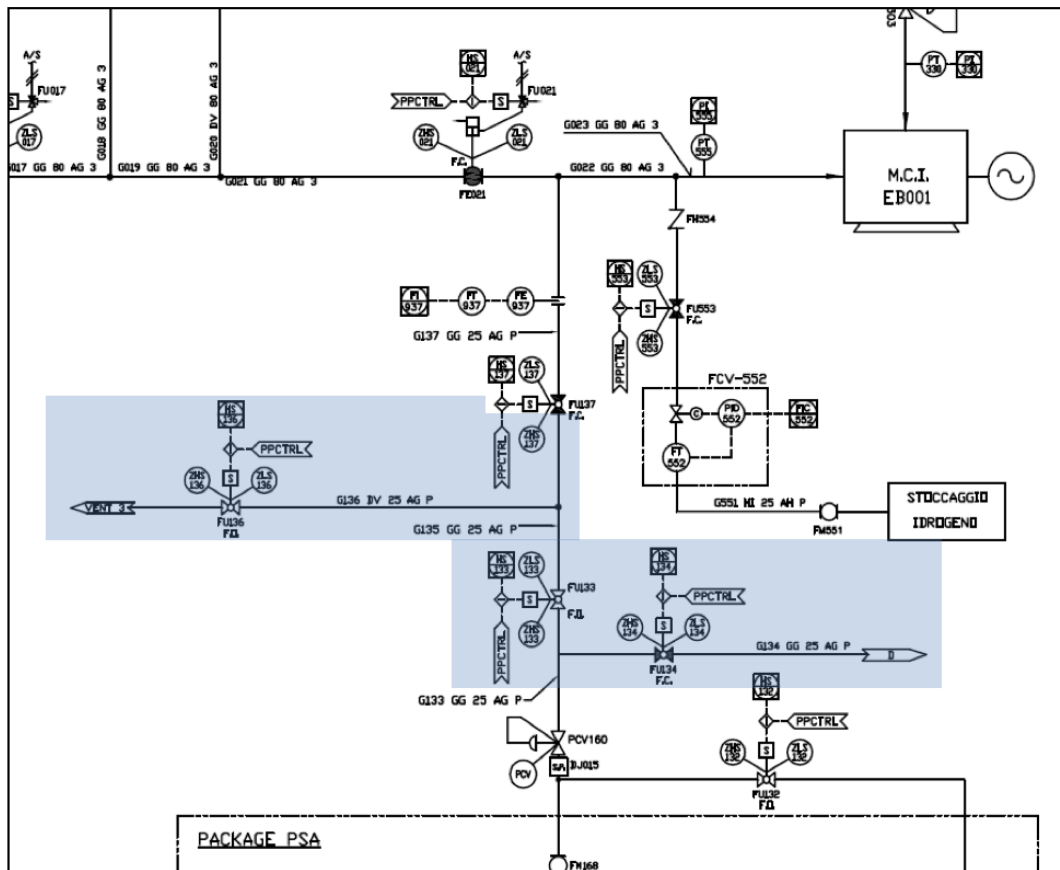


Figura 2.48. P&ID sezione H₂ da PSA a vent, MCI, torcia e sezione H₂ da limite di batteria.

Sempre relativamente alla linea di invio H_2 , dai precedenti smontaggi era stata esclusa la tubazione di invio H_2 proveniente dal box dei gas tecnici (la valvola FU553 risultava già disinstallata durante modifiche precedenti). I lavori sono stati completati con la disinstallazione del pezzo di tubazione restante (Figura 2.49) dal limite di batteria.

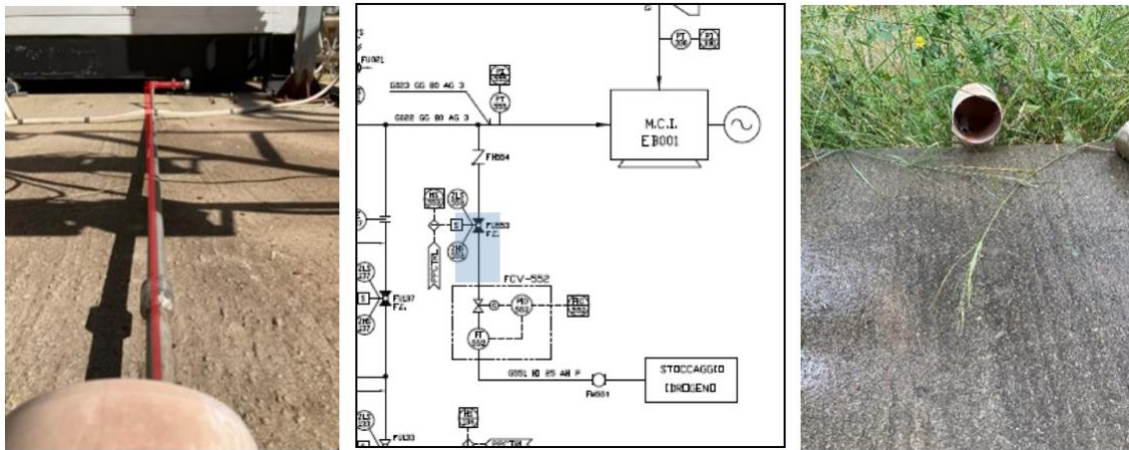


Figura 2.49. Linea H_2 da limite di batteria, P&ID e area dopo la rimozione.

2.8.8 Tubazioni di campionamento.

Si è provveduto alla rimozione delle tubazioni rilsan e acciaio da 6 mm fuori servizio e precedentemente destinate al campionamento gas al livello 0 e ai piani superiori. Contestualmente si è smontata la rastrelliera dei finali delle suddette tubazioni (Figura 2.50).



Figura 2.50. tubazioni rilsan e acciaio da rimuovere ai livelli 0, 3100 e rastrelliera.



Figura 2.51. Tubazioni in acciaio delle linee di campionamento dopo la rimozione e stoccaggio tubazioni.

2.8.9 Copertura locale compressori

A seguito degli aggiornamenti relativi allo stato di avanzamento del progetto, modifiche al layout e alla progettazione di dettaglio, rese necessarie per la riduzione dei tempi di realizzazione dell'impianto, hanno richiesto il reperimento di ulteriore spazio per l'installazione del prototipo.

Oltre alle aree già modificate e necessarie al miglioramento delle condizioni di sicurezza del nuovo impianto, che saranno destinate al passaggio del nuovo piping, si è valutata l'opportunità di estendere la superficie di installazione all'area già occupata dalla struttura di copertura dei sistemi di produzione di aria compressa, la decisione definitiva è stata presa dopo il sopralluogo della ditta Vinci Technologies.

Tali sistemi sono destinati alla produzione di aria compressa destinata al processo di gassificazione e all'alimentazione della strumentazione e delle valvole del vecchio impianto.

Ognuna delle due stazioni di compressione è costituita da un compressore, un essiccatore, un serbatoio di stoccaggio da tremila litri e dalle relative linee di collegamento interne e di interfaccia con gli impianti. Oltre a queste sotto la copertura risultavano installate anche le seguenti apparecchiature:

- Quadro di riduzione pressione e riscaldamento CO₂.
- Quadro di gestione del riscaldatore agenti gassificanti.
- Quadro di gestione dell'elettrofiltro del gassificatore pilota.
- Quadro di gestione irradiatori ceramici di accensione del gassificatore pilota.
- Quadro di gestione attuatore pneumatico di movimentazione griglia del gassificatore pilota.
- Preriscaldatore del solvente del sistema di assorbimento e rigenerazione.

Al fine della preparazione dell'area all'installazione del nuovo impianto, tale struttura è stata modificata dimezzandone la superficie in pianta. Preliminarmente tutte le sezioni suddette sono state smontate, ad eccezione del sistema di compressione dell'aria strumenti. In particolare:

- Il sistema di compressione dell'aria processo è stato rimontato sotto la parte di copertura residua, assieme alla stazione di compressione dell'aria strumenti.
- Il quadro di riduzione pressione e il sistema di riscaldamento della CO₂ sono state installate a ridosso del muro di cinta della piattaforma pilota, in prossimità del sistema di assorbimento CO₂.
- Il preriscaldatore delle ammine è stato riposizionato all'esterno della copertura suddetta, in posizione adiacente al sistema di rigenerazione.



Figura 2.52. Nuova installazione della stazione di compressione aria strumenti, riduttore e riscaldatore CO₂, preriscaldatore ammine.

- Il quadro di gestione dell'elettrofiltro del gassificatore pilota è stato rimosso e posizionato in area coperta all'interno della piattaforma pilota.
- I quadri di gestione del riscaldatore agenti gassificanti, degli irradiator ceramici e dell'attuatore pneumatico della griglia sono stati installati in area adiacente, alle spalle della parete di precedente installazione, sotto la struttura dell'impianto pilota.



Figura 2.53. Quadro di gestione del riscaldatore agenti gassificanti e nuova disposizione compressori.

Dopo il lavoro di disinstallazione delle apparecchiature, la struttura è stata modificata attraverso la parziale rimozione di grondaie e pannelli in lamiera grecata e il taglio e lo smontaggio di una parte delle travi metalliche. La parte restante della copertura è stata quindi modificata al fine di consentire la chiusura, attraverso pannelli in lamiera grecata, dell'area destinata ad accogliere le due stazioni di compressione (Figura 2.54).



Figura 2.54. Area prima e dopo la modifica della copertura delle stazioni di compressione aria.



3 Conclusioni

Nel presente report sono state riportate le valutazioni per il riutilizzo dei sistemi ausiliari esistenti necessari al funzionamento dell'impianto P2G/L che hanno riguardato:

- Sistema di alimentazione gas.
- Sistema di produzione aria strumenti.
- Sistema di ricircolo e raffreddamento acqua.
- Torcia.
- Sistema di regolazione e controllo.
- Impianto elettrico.
- Adeguamento della struttura di supporto.

Dall'analisi effettuata, tutti i sistemi ausiliari sopra elencati hanno dei parametri di funzionamento che sono stati modificati e regolati per poter operare con il nuovo impianto P2G/L, compresa la struttura di supporto. Inoltre sono state progettate internamente le modifiche che ancora non sono state realizzate ma che verranno effettuate nell'ambito della linea di attività 3.20 "Realizzazione dell'impianto pilota e sperimentazione" – Report RdS/PTR(2021)/285. Nel presente report sono state descritte le attività di adeguamento del sito per l'installazione del nuovo impianto P2G/L, che hanno riguardato: lo smontaggio e la messa in sicurezza di diverse sezioni dell'impianto pilota sia dal punto di vista meccanico che dal punto di vista elettrico, la modifica della carpenteria esistente, la verifica delle fondazioni esistenti. Questa attività è stata svolta anche sulla base delle informazioni pervenute, durante la fase di gara per la progettazione e realizzazione del prototipo, in quanto è stata definita una nuova configurazione dell'impianto prototipale che ha reso necessari ulteriori e differenti interventi di adeguamento sulla piattaforma pilota esistente per l'alloggiamento dell'impianto e dei suoi componenti. Queste ulteriori attività di adeguamento del sito sono complementari ai lavori effettuati nella precedente annualità del progetto PAR 2019-2021 descritte nel report "Verifiche preliminari e prime modifiche delle infrastrutture esistenti per il loro riutilizzo nell'impianto P2G/L" – Report RdS/PTR2019/129.

In conclusione si possono riassumere i seguenti principali obiettivi raggiunti:

- È stata adeguata l'area dove andrà posto l'impianto prototipale.
- Sono stati verificati tutti gli ausiliari già presenti per il loro riutilizzo.
- Sono state definite eventuali modifiche su alcuni circuiti ausiliari (circuiti distribuzione acqua e impianto elettrico).
- Inizialmente si era previsto il riutilizzo dell'impianto di regolazione e controllo esistente ma dopo attenta verifica si è deciso di realizzarne uno apposito che farà parte della fornitura del nuovo impianto P2G/L.

4 Curriculum scientifico del gruppo di lavoro

L'attività di ricerca oggetto di questo rapporto è stata condotta dai ricercatori della Sotacarbo SpA, Società nata originariamente con lo scopo di sostenere con studi e ricerche scientifiche l'attività delle miniere di carbone del Sulcis, ma che da anni ha cambiato radicalmente le finalità della propria attività di ricerca, focalizzata oggi sui sistemi di conversione dell'energia caratterizzati da **basse emissioni di anidride carbonica** – per applicazioni sia nel settore della generazione elettrica che nei settori industriali – nonché sulla produzione di combustibili puliti (principalmente metanolo, dimetiletere, metano e idrogeno) ottenuti attraverso l'accumulo chimico di energia da fonti rinnovabili.

In tale ambito, l'attività di ricerca si può schematizzare – in modo molto semplificato – nei cinque macro-temi riportati sinteticamente in Figura 4.1: energia da biomasse e materiali di scarto (prevalentemente mediante processi di gassificazione), separazione, riutilizzo e confinamento della CO₂ (con particolare riferimento, in quest'ultimo caso, ai sistemi di monitoraggio dei siti di confinamento geologico), produzione di e-fuels e idrogeno rinnovabile ed efficienza energetica.

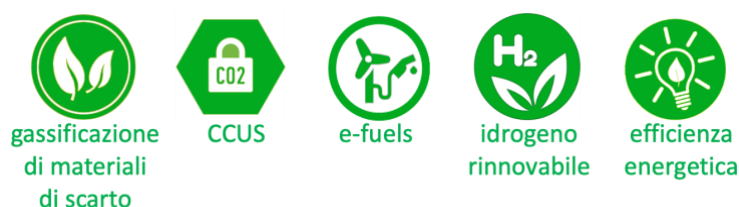


Figura 4.1. Schematizzazione delle tematiche di ricerca in corso presso Sotacarbo.

I temi di cui sopra sono, come detto, pienamente **coerenti con le strategie europee** sulla riduzione delle emissioni di CO₂, tanto che il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca e il Ministero dello Sviluppo Economico – riconoscendo il ruolo di riferimento nazionale sulle tematiche legate alle tecnologie in questione – hanno nominato due tecnici Sotacarbo come referenti italiani nell'*Implementation Working Group* sulle tecnologie CCUS del *SET Plan* europeo.

Una delle principali caratteristiche che differenzia le attività di ricerca di Sotacarbo da quelle di gran parte degli altri soggetti operanti nel settore (enti di ricerca, sistema accademico e spesso anche realtà industriali) è la disponibilità di **infrastrutture di ricerca all'avanguardia**, generalmente caratterizzate da un'elevata versatilità e dall'accuratezza dei sistemi di misura. Ciò consente di effettuare studi di ricerca applicata che costituiscono l'anello intermedio di congiungimento tra il mondo accademico (e, più in generale, della ricerca di base) e l'industria. Molte delle infrastrutture sperimentali a disposizione presso il Centro Ricerche Sotacarbo fanno parte della rete europea di laboratori di eccellenza ECCSEL-ERIC¹ e sono disponibili per attività scientifiche congiunte con partner internazionali.

Grazie alla natura della Società e dei finanziamenti (quasi esclusivamente di carattere pubblico), la quasi totalità dei risultati scientifici ottenuti da Sotacarbo è di **dominio pubblico** e l'attività sperimentale è sempre più finalizzata alla pubblicazione dei risultati su riviste scientifiche internazionali di alto livello.

Le attività di ricerca teorica e sperimentale sono affidate a **personale altamente qualificato**. In particolare, l'area tecnico/scientifica della società è composta da 25 ricercatori laureati (in Ingegneria, Chimica, Scienza dei Materiali e Scienze Geologiche) di cui oltre un quarto dottori di ricerca. L'attività sperimentale beneficia del supporto dell'officina meccanica interna, dell'area comunicazione e gestione progetti. Nello specifico le competenze sviluppate dal gruppo di ricerca impegnato nelle attività del piano triennale 2019-2021, riguardano:

¹ ECCSEL (the European Carbon Dioxide Capture and Storage Laboratory Infrastructure), rete internazionale di laboratori di eccellenza sulle CCUS – dei quali fa parte anche Sotacarbo – è stata costituita come ERIC (European Research Infrastructure Consortium) dai governi di Italia (rappresentata dal MIUR), Regno Unito, Francia, Olanda e Norvegia (che ospita la sede operativa)

- attività di ricerca teorica e sperimentale su temi quali tecnologie di gassificazione di biomasse e rifiuti plastici e di separazione, utilizzo e confinamento della CO₂ (CCUS, carbon dioxide capture, utilization and storage);
- produzione di combustibili liquidi (metanolo, dimetiletere, ecc.) e gassosi (idrogeno, metano) da biomasse e CO₂ attraverso processi termochimici ed elettrochimici;
- ricerca teorica e sperimentale su tecnologie fotoelettrochimiche applicate in campo energetico ed ambientale;
- ricerca e sperimentazione su tecnologie di separazione della CO₂ con tecniche pre-, post- e ossi-combustione;
- analisi di caratterizzazione dei combustibili e studi cinetici attraverso metodi termogravimetrici;
- studio, analisi e caratterizzazione chimico-fisica dei combustibili adatti all'impiego in sistemi per la produzione di energia;
- studio e sviluppo delle tecnologie per la separazione dell'anidride carbonica tramite assorbimento su solventi, membrane e sorbenti solidi;
- studi e sperimentazione su materiali e sistemi per la produzione di *e-fuels* attraverso processi termochimici e fotochimici;
- studi di processo e analisi dei dati sperimentali;
- studio e sviluppo di tecniche analitiche chimico-fisiche di appoggio alle attività sperimentali;
- studi di impatto ambientale e gestione con gli enti preposti ai controlli
- progettazione di apparati sperimentali;
- gestione di campagne sperimentali con strumenti da laboratorio e in impianti di taglia da banco, pilota e dimostrativa;
- definizione di procedure e tecniche di analisi;
- studi tecnico-economici e analisi di fattibilità sull'applicazione delle tecnologie CCUS in contesti industriali;
- sviluppo di modelli economici avanzati per studi di fattibilità.