



Ricerca di Sistema elettrico

Rapporto tecnico economico sulle attività SOTACARBO su P2G/L - II Anno (LA 3.18, 3.19 e 3.38)

Autori: Marcella Fadda, Enrico Maggio

RAPPORTO TECNICO ECONOMICO SULLE ATTIVITÀ SOTACARBO SU P2G/L - II ANNO (LA 3.18, LA 3.19 e LA 3.38)

Marcella Fadda, Enrico Maggio (Sotacarbo SpA)

Aprile 2021

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 - II annualità

Obiettivo 1: *Tecnologie*

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

Work package 3: Power to gas

Linea di attività: LA 3.38 Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su P2G/L - II Anno

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 collaborato alle attività di coordinamento Francesca Ferrara, Diana Multineddu, Gabriele Calì, Giovanni Perra e Alberto Pettinau

Indice

SOMMARIO.....	4
1 INTRODUZIONE.....	5
2 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE E RISULTATI	6
2.1 WP3 - LA 3.18 POWER-TO-GAS/LIQUID: PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO PILOTA	6
2.2 WP3 - LA 3.19 POWER-TO-GAS/LIQUID: OTTENIMENTO DELLE AUTORIZZAZIONI E ADEGUAMENTO DEL SITO E DEI SISTEMI AUSILIARI PER L'IMPIANTO PILOTA.....	13
ADEGUAMENTO DEL SITO E DEI SISTEMI AUSILIARI PER L'INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO P2G/L	13
DESCRIZIONE DELL'ITER AUTORIZZATIVO PER LA REALIZZAZIONE E MESSA IN ESERCIZIO DELL'IMPIANTO P2G/L	19
2.3 WP3 - LA 3.38 COMUNICAZIONE, DIFFUSIONE DEI RISULTATI E COORDINAMENTO: ATTIVITÀ SOTACARBO SU P2G/L - II ANNO 21	
COMUNICAZIONE E DIFFUSIONE DEI RISULTATI.....	21
COORDINAMENTO ATTIVITÀ	23
PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE E PARTECIPAZIONE A CONVEGNI.....	24
PARTECIPAZIONE A CONVEGNI/WORKSHOP E INCONTRI DI ASSOCIAZIONI	24
3 PRINCIPALI SOGGETTI ESTERNI COINVOLTI	25
4 ELENCO DEI RAPPORTI TECNICI E DEI PRODOTTI REALIZZATI.....	25
CRONOPROGRAMMA ATTIVITÀ	26
5 RENDICONTAZIONE ECONOMICA	27
COSTI SOSTENUTI NEL SECONDO ANNO DI RICERCA RELATIVI ALL'ATIVITA' CONCLUSA NEI TERMINI CONCESSI DALLA PROROGA	27
AGGIORNAMENTO DELLE PREVISIONI DI PROGRAMMA E DI COSTO DEL PROGETTO	28
6 CONCLUSIONI	30
7 ABBREVIAZIONI ED ACRONIMI.....	31

Sommario

In accordo con il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC) nel rafforzare l'impegno verso la decarbonizzazione, per il raggiungimento della neutralità climatica entro il 2050, e promuovere lo sviluppo delle energie rinnovabili non programmabili, così come indicato nel Green Deal Europeo, è necessario sviluppare l'impiego delle tecnologie cosiddette Power-to-Gas/to-Liquid (P2G/L), ovvero il sistema di accumulo che prevede la conversione dell'energia elettrica in eccesso in energia chimica di un combustibile. Inoltre si cerca di superare il limite nel considerare la CO₂ non come un rifiuto ma come una risorsa che può essere riutilizzata per produrre, in combinazione con l'idrogeno combustibili liquidi e gassosi più facilmente immagazzinabili e trasportabili rispetto all'idrogeno, che è un vettore ad alta densità energetica per unità di massa ma molto bassa in termini volumetrici. Pertanto è giustificato l'interesse verso combustibili gassosi e liquidi quali metano, metanolo e dimetiletere (DME), da immettere sul mercato o da reimpiegare per la generazione elettrica quando la domanda di energia supera l'offerta. È qui che trova le sue radici l'intero progetto, il cui obiettivo è quello di realizzare una infrastruttura di ricerca P2G/L, che sarà messa a disposizione della comunità scientifica e delle realtà industriali per lo sviluppo tecnologico finalizzato alla diffusione commerciale di tali tecnologie come parziale contrasto ai mutamenti climatici.

1 Introduzione

Il presente documento si riferisce all'accordo di collaborazione tra ENEA e SOTACARBO dal titolo *"POWER-to-Gas/Liquid Utilizzo della CO₂"* inserito nelle attività del Piano triennale di realizzazione 2019-2021 Tema 1.2 "Sistemi di accumulo, compresi elettrochimico e power to gas, e relative interfacce con le reti" – WP3 "Power to Gas". Il principale risultato atteso dalle attività di ricerca è lo sviluppo di un impianto prototipale Power-to-Gas/to-Liquid (P2G/L) atto allo studio dei 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 produzione elettrica da fonte rinnovabile.

Le attività di ricerca sono state condizionate dall'emergenza dovuta alla pandemia da Covid-19 che ha comportato una modifica della programmazione iniziale, impattando di fatto sulla conclusione delle attività previste nella LA 3.18 "progettazione dell'impianto pilota" e 3.19 "ottenimento delle autorizzazioni e adeguamento del sito e dei sistemi ausiliari per l'impianto pilota", dove gli obiettivi raggiunti sono parziali, pertanto il completamento è previsto nell'anno 2021. Le attività di comunicazione e diffusione dei risultati, si sono concluse nei termini concessi dalla proroga, anche se hanno subito una modifica alle modalità di esecuzione, vista l'impossibilità di organizzare e prendere parte a eventi in presenza.

Nel presente documento si riporta una descrizione sintetica delle attività svolte nella seconda annualità, relative a:

- WP3 - LA 3.18 Power-to-Gas/Liquid: Progettazione dell'impianto pilota – stato avanzamento attività.
- WP3 - LA 3.19 Power-to-Gas/Liquid: ottenimento delle autorizzazioni e adeguamento del sito e dei sistemi ausiliari per l'impianto pilota – stato avanzamento.
- WP3 - LA 3.38 Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su P2G/L – II Anno.

2 Descrizione delle attività svolte e risultati

2.1 WP3 - LA 3.18 Power-to-Gas/Liquid: Progettazione dell'impianto pilota

L'attività prevede la progettazione del prototipo sperimentale Power-to-Gas/to-Liquid (P2G/L) per lo sviluppo dei processi di sintesi di metano, metanolo e dimetiletere (DME) mediante l'idrogenazione catalitica della CO₂, derivante da processi di cattura, con idrogeno prodotto dal surplus di produzione elettrica da fonte rinnovabile. Nei primi mesi del 2020 si è conclusa l'indagine esplorativa avviata nel 2019, individuando le potenziali ditte fornitrici. Durante questa fase è emersa la difficoltà a trovare delle ditte che potessero eseguire la progettazione definitiva del prototipo senza occuparsi della fornitura e messa in esercizio. Pertanto, considerato il carattere altamente innovativo del prototipo e la sua complessità, è stata effettuata una gara unica che comprende la progettazione, realizzazione e messa in esercizio dell'impianto, attraverso la procedura del dialogo competitivo secondo quanto previsto dall'art. 64 del D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50 e ss.mm.ii.. Questa procedura ha permesso di definire la specifica tecnica della soluzione progettuale che meglio rappresenta le specifiche esigenze del prototipo P2G/L, partendo da una scheda tecnico descrittiva dell'impianto (redatta sia in lingua italiana che in lingua inglese), per arrivare alla specifica tecnica su cui le ditte hanno presentato la loro offerta. La procedura è stata articolata in tre fasi:

- Fase I: Domanda di partecipazione e ammissione alla procedura:
in questa fase le ditte che hanno manifestato il loro interesse a partecipare alla gara, secondo le condizioni indicate nel bando, sono state 2 (Vinci Technologies e Hysytech).
- Fase II: Valutazione delle domande di partecipazione e avvio del dialogo con i candidati ammessi:
in questa fase, dopo le verifiche delle domande, entrambe le ditte sono state ammesse alla fase del dialogo e invitate a presentare una soluzione progettuale rispondente ai requisiti riportati nella scheda tecnico-descrittiva allegata al bando. Dopo la ricezione delle proposte progettuali delle ditte è stato stabilito un calendario di incontri tecnici finalizzati ad analizzare le soluzioni proposte. Per questa fase è stato nominato un gruppo tecnico di lavoro, il cui compito è stato quello di coadiuvare il responsabile unico del procedimento (ricercatore Sotacarbo), interloquire con le ditte e trasferire tutte le informazioni a tutti i ricercatori impegnati nella progettazione dell'impianto (ognuno per competenze specifiche). Il dialogo si è svolto con consultazioni separate tra le ditte e, a valle di ciascun incontro, è stato redatto un verbale per formalizzare quanto discusso e approfondito. Si sono resi necessari due incontri con ciascuna ditta che hanno permesso di indagare e analizzare gli aspetti tecnici delle soluzioni proposte, garantendo le stesse informazioni in modo da non discriminare una ditta rispetto all'altra. Sulla base di quanto emerso dal dialogo è stata definita la specifica tecnica dell'impianto dove sono stati combinati i migliori elementi delle proposte presentate.
- Fase III: Presentazione delle offerte da parte delle ditte, valutazione e aggiudicazione della procedura:
Al termine del dialogo le ditte sono state inviate a presentare l'offerta finale, costituita dall'offerta tecnica ed economica. Per la presentazione delle offerte sono stati concessi 26 giorni, al termine dei quali è stata nominata una commissione apposita per la valutazione delle offerte, costituita da un presidente esterno (professore Universitario), da due componenti interni alla società (responsabile tecnico e responsabile scientifico) e da un segretario (ricercatore Sotacarbo). La valutazione tecnica delle offerte si è basata sui seguenti criteri:
 - Criterio A: Corrispondenza e adeguatezza della proposta tecnica rispetto al progetto, costituito a sua volta da 8 sub-criteri: da 1 a 6 - Corrispondenza alla specifica tecnica dal punto di vista funzionale e tecnologico; descrizione dettagliata delle attrezzature e metodi di lavoro, elencando soluzioni, logiche di funzionamento, schemi generali, qualità; applicati alle sezioni di alimentazione, miscelazione, pre-riscaldamento e reazione; sezione di ricircolo; sezione separazione e raccolta dei prodotti; strumentazione; sistema campionamento e analisi gas on line; sistema di regolazione e controllo. Sub-criterio 7: accuratezza. Sub-criterio 8: Accuratezza, chiarezza, esaustività della soluzione e della documentazione proposta.
 - Criterio B Tempo di esecuzione.
 - Criterio C Costo offerto.

La fase III si è conclusa nel mese di agosto e l'offerta è stata aggiudicata alla ditta Vinci Technologies, per le motivazioni riportate nel verbale lavori della Commissione Valutatrice. Il contratto di affidamento è stato redatto con il supporto di una società di consulenza e portato a termine ad ottobre. Tutti gli atti della gara sono disponibili nel sito Sotacarbo (<https://www.sotacarbo.it/it/2020/04/bando-di-gara-impianto-prototipale-p2g-l/>).

L'iter di affidamento si è concluso con la trasmissione, alla ditta aggiudicataria, del contratto n. 10/21 del 22/04/2021.

La procedura sopra descritta ha consentito di analizzare diverse configurazioni impiantistiche e di individuare la soluzione più idonea a soddisfare le specifiche esigenze del progetto e definire quindi la configurazione finale dell'impianto. Al termine della procedura è stata eseguita la progettazione di massima, dove, particolare attenzione è stata dedicata alla scelta della tipologia dei reattori, alle condizioni operative dei diversi processi (temperature, pressioni, ricircoli, integrazioni energetiche, ecc.) e alle criticità che li caratterizzano.

Nella Figura 1 è riportato uno schema semplificato del processo.

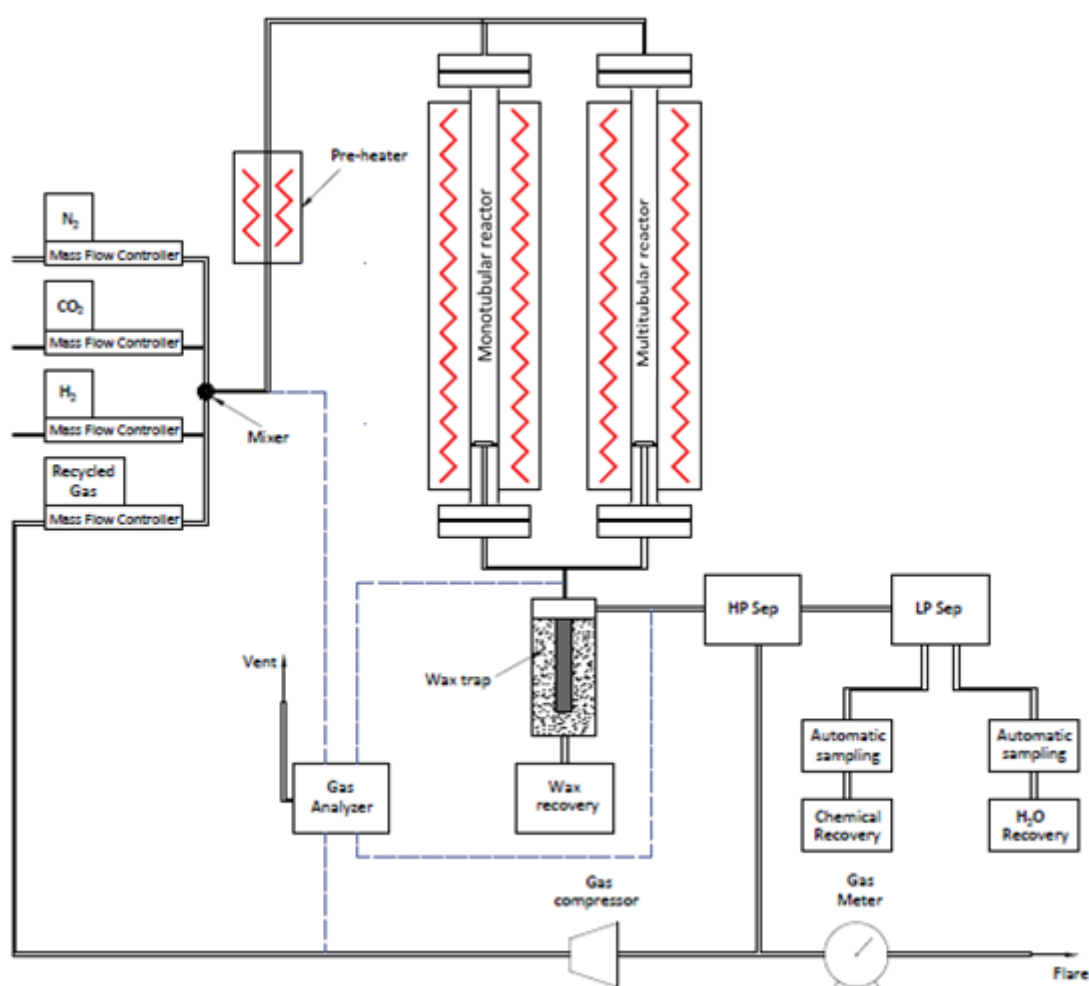


Figura 1. Schema semplificato del processo.

L'impianto è stato progettato per una produzione massima di 5 kg/h di prodotto finale (metano, metanolo o DME) e risulta costituito dalle seguenti sezioni:

- sezione di alimentazione;
- sezione di miscelazione e pre-riscaldamento della miscela gassosa;
- sezione di reazione;

- sezione di ricircolo;
- sezione di separazione e raccolta dei prodotti;
- sistema campionamento e analisi dei prodotti;
- strumentazione;
- sistema di regolazione e controllo.

Sezione di alimentazione

La sezione di alimentazione sarà costituita da un impianto di decompressione, distribuzione e regolazione dei seguenti gas puri: H_2 , CO_2 e N_2 . Poiché si prevede per l'impianto una conduzione discontinua è stato scelto di alimentare il sistema con pacchi bombole. Esso sarà predisposto per il cambio di due pacchi bombole senza interruzione nell'erogazione del gas.

La Tabella 1 riporta le condizioni operative dei gas in ingresso all'impianto P2G/L.

Tabella 1. Gas dal sistema di alimentazione.

<i>Gas</i>	<i>Pressione [barg]</i>	<i>Temperatura [°C]</i>	<i>Descrizione</i>
CO_2	40-60	Ambiente	Misuratore, regolatore massico di portata ad effetto Coriolis
H_2	40-80	Ambiente	Misuratore, regolatore massico di portata ad effetto Coriolis
N_2	40-80	Ambiente	Misuratore, regolatore massico di portata termico

Ogni singola linea gas sarà equipaggiata con controllori di flusso massico, manometri, valvole a serraggio manuale, valvole di controllo e valvole di sicurezza. Per alcuni gas di processo (CO_2 e H_2) si prevede l'installazione di regolatori massici basati sull'effetto Coriolis. Tutti i controllori massici saranno integrati nel sistema di allarme dell'intero impianto, per garantire, in modo automatico, l'interruzione del flusso del gas reagente in caso di superamento di determinate soglie di allarme. Fanno inoltre parte del sistema di alimentazione una linea per l'azoto a bassa pressione e una linea per l'idrogeno necessario per il funzionamento dei sistemi di analisi gascromatografici.

Sezione di miscelazione e pre-riscaldamento della miscela gassosa

L'impianto sarà dotato di un sistema di miscelazione dei gas puri ad elevata pressione, provenienti dal sistema di alimentazione, in grado di formare una miscela omogenea con la composizione desiderata, in accordo con i range di concentrazione riportati nella Tabella 2.

Tabella 2. Range di concentrazione dei gas nella miscela (a monte della sezione di reazione).

<i>Gas</i>	<i>Concentrazione [%vol]</i>
CO_2	0-50
H_2	0-80
N_2	0-100

Le condizioni operative del miscelatore sono temperatura ambiente e pressione massima di 60 bar. La linea di alimentazione della sezione di reazione sarà dotata di un riscaldatore indipendente in grado di portare la

temperatura della miscela di gas da valori ambiente alla temperatura operativa nominale in tempi ridotti. A monte dei reattori la miscela avrà una temperatura compresa tra 200 e 400 °C e una pressione compresa tra 30 e 60 bar.

Sezione di reazione

Per quanto riguarda la sezione di reazione, è stata selezionata una configurazione estremamente flessibile dotata di due differenti reattori, uno multitubolare e uno monotubolare, con elevato rapporto lunghezza/diametro che consenta da un lato l'ottimizzazione dei processi di interesse in diverse condizioni operative e dall'altro l'acquisizione di dati sperimentali per il futuro scale-up delle tecnologie. Ciascun reattore è stato progettato e realizzato in rispondenza alle condizioni operative riportate nella Tabella 3 per entrambi i processi (60barg@350°C e 30barg@450°C).

Tabella 3. Condizioni operative per i due processi.

	Processo di sintesi del metanolo e DME	Processo di sintesi del metano
<i>Pressione nominale</i>	35 barg	8 barg
<i>Pressione massima</i>	60 barg	30 barg
<i>Temperatura nominale</i>	250 °C	325 °C
<i>Temperatura massima</i>	350 °C	450 °C

Le caratteristiche tecniche e operative del reattore multitubolare sono riportate nella Tabella 4, mentre quelle del reattore monotubolare sono riportate nella Tabella 5.

Tabella 4. Caratteristiche tecnico/operative del reattore multitubolare.

Materiale di costruzione	Acciaio inox AISI316
N° tubi	10
Volume reattore	800 cm ³
Capacità massima di carico del catalizzatore	ca. 610 cm ³ in zona isoterma
Modalità operativa	Isoterma
Temperatura massima	450 °C
Pressione massima	60barg@350°C o 30barg@450°C
Rapporto L/D	ca. (1200/29) mm

Tabella 5. Caratteristiche tecnico/operative del reattore monotubolare.

Materiale di costruzione	Acciaio inox AISI 316
N° tubi	1
Volume reattore	5700 cm ³
Capacità massima di carico del catalizzatore	ca. 5400 cm ³ in zona isoterma
Modalità operativa	Isoterma
Temperatura massima	450 °C
Pressione massima	60barg@350°C o 30barg@450°C
Rapporto L/D	ca. (6000/35) mm

L'impianto sarà dotato di un sistema innovativo che consente una regolazione rapida ed efficiente della temperatura anche con reazioni particolarmente esotermiche, basato su un design a doppia camicia.

Tabella 6. Caratteristiche tecniche e operative del modulo di regolazione della temperatura.

Tipo di riscaldamento e potenza	Elettrico da 3 kW
Temperatura operativa	Fino a 450 °C
Pressione operativa	Da definire
Tipologia pompa	Pompa a ingranaggi
Tipo di raffreddamento	Scambiatore di calore aria/liquido
Temperatura operativa	Fino a 450 °C
Pressione operativa	Da definire

Sezione di ricircolo

L'impianto sarà dotato di una linea di ricircolo dei gas non reagiti, al fine di aumentare la resa di reazione, specialmente per la sintesi del metanolo. L'inserimento di un ricircolo permette di avere condizioni di reazione più favorevoli rispetto ad una configurazione a singolo passo in termini di:

- alte velocità di reazione a causa della presenza del monossido di carbonio (CO, prodotto intermedio) insieme ad una minore pressione parziale dell'acqua;
- una più efficiente rimozione del calore dovuto alla maggiore velocità del gas;
- conversione complessiva più alta e possibilità di variare il rapporto molare H_2/CO_2 nel reattore.

La figura 2 riporta uno schema a blocchi esemplificativo della sezione di ricircolo, che sarà costituita da un compressore e da un sistema di controllo della portata ricircolata.

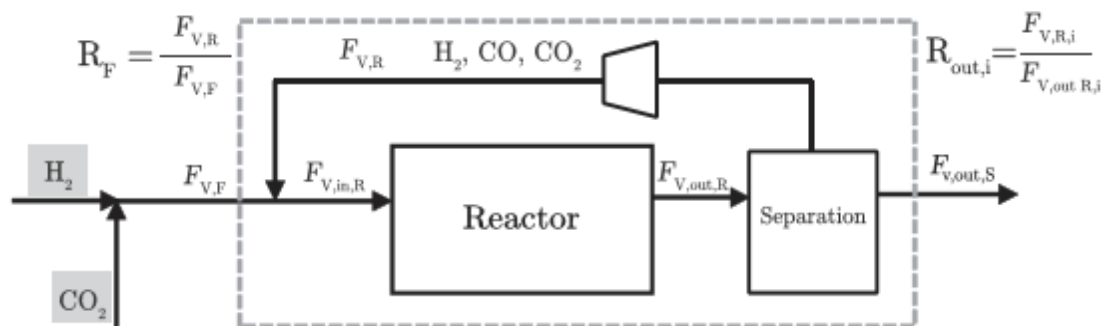


Figura 2. Sezione di ricircolo – schema a blocchi.

In fase di progettazione è stata dedicata particolare attenzione al massimo grado di automazione possibile di questa sezione; infatti, essendo la sezione di ricircolo altamente dinamica e dipendente dalla composizione dei prodotti in uscita dai reattori e dall'alimentazione fresca, si è scelto di dotare la sezione di un blocco logico, direttamente interfacciato al sistema online di analisi gas, che consenta la regolazione della portata dei gas freschi sulla base del rapporto stechiometrico (H_2/CO_2 o $H_2/(CO_2+CO)$) presente nel gas di ricircolo. Per questa sezione, il compressore individuato sarà un compressore elettrico a due teste non lubrificato per evitare trascinamenti di olio nel flusso di ricircolo che funzionerà in modalità "loop-mode" in modo da consentire un ampio intervallo in termini di portata di ricircolo (Tabella 7). La selezione della frazione di ricircolo dei prodotti di reazione sarà realizzata tramite un sistema Coriolis per la misura ed il controllo della portata di gas ricircolato (Tabella 8).

Tabella 7. Caratteristiche tecniche e operative del compressore di ricircolo.

Portata massima	20 Nm ³ /h
Pressione massima	70 barg
Pressione differenziale massima	10 barg
Consumo di acqua massimo	10 l/min (a 20 °C)
Consumo energetico	(400 V, 50 Hz); da definire

Tabella 8. Caratteristiche tecniche e operative del controllare massico di portata del sistema di ricircolo.

Tipologia	Ad effetto Coriolis
Portata	10 kg/h
Pressione massima	80 barg
Accuratezza	$\pm 0.5\%$ sul valore misurato

Sezione di separazione e raccolta dei prodotti

A valle della sezione di reazione, l'impianto sarà dotato di un sistema di separazione dei prodotti composto da: una trappola per il recupero di eventuali prodotti ad elevato peso molecolare; un separatore gas-liquido ad alta pressione e un separatore gas-liquido a bassa pressione per separare la fase gassosa dalle due fasi condensate (acquosa e organica).

Tabella 9. Caratteristiche tecniche e operative della trappola per cere.

Materiale	Acciaio inox AISI 316L
Pressione di esercizio	Fino a 60 barg
Temperatura di progetto	200 °C
Temperatura di esercizio	Fino a 150 °C
Volume totale	1000 cm ³

Tabella 10. Caratteristiche tecniche e operative del separatore gas-liquido ad alta pressione.

Materiale	Acciaio inox AISI 316L
Pressione di esercizio	Fino a 60 barg
Temperatura di progetto	150 °C
Temperatura di esercizio	Da 5 °C a temperatura ambiente
Volume della fase liquida	500 - 1500 cm ³
Volume totale	500 cm ³

Tabella 11. Caratteristiche tecniche e operative del condensatore ad alta pressione.

Materiale	Acciaio inox AISI 316L
Pressione di esercizio	Fino a 60 barg
Temperatura di progetto	150 °C
Temperatura di esercizio	Da 5 °C a temperatura ambiente
Volume totale	500 cm ³

Successivamente è stata avviata la progettazione di dettaglio del prototipo, per individuare tutte le caratteristiche dei componenti da installare nell'impianto e, conseguentemente, definire le specifiche tecniche di ciascuna apparecchiatura e le integrazioni dei singoli componenti all'interno della globalità del processo.

L'attività sarà conclusa nel 2021, con la progettazione definitiva dell'impianto, che eseguirà la ditta Vinci Technologies, in collaborazione con i tecnici di Sotacarbo. Tale progettazione verrà sviluppata in due fasi ben distinte: in una prima fase verranno consegnati tutti gli elaborati che permettono di concludere le attività per l'ottenimento delle autorizzazioni per la realizzazione dell'impianto e successivamente verranno consegnati tutti i documenti definitivi che costituiranno il fascicolo dell'opera.

Gli approfondimenti sulle attività svolte verranno riportati nei report tecnici di seguito indicati, che verranno allegati al consuntivo dell'anno 2021:

“Progettazione di massima dell'impianto sperimentale P2G/L”

“Progettazione di dettaglio dell'impianto sperimentale P2G/L”.

2.2 WP3 - LA 3.19 Power-to-Gas/Liquid: ottenimento delle autorizzazioni e adeguamento del sito e dei sistemi ausiliari per l'impianto pilota

Nella seconda annualità sono proseguite le attività propedeutiche all'installazione dell'impianto PG2/L e all'ottenimento delle autorizzazioni necessarie, quali: esame della normativa ambientale per avviare le procedure per l'ottenimento delle autorizzazioni, predisposizione del documento preliminare del piano operativo di sicurezza (POS), essenziale per l'avvio della gara unica per la progettazione e realizzazione dell'impianto, svolta nella linea di attività 3.18; definizione del sistema di alimentazione gas dell'impianto P2G/L e studio di nuove modifiche per l'adeguamento del sito e dei sistemi ausiliari, che si sono rese necessarie dopo la definizione della configurazione finale dell'impianto.

Sono state analizzate le possibili integrazioni dell'impianto con gli attuali sistemi ausiliari (aria compressa, linea acqua, struttura, torcia). Inoltre, sulla base della nuova configurazione dell'impianto e della sua integrazione con l'esistente, si sono rese necessarie delle verifiche sulle fondazioni per il posizionamento delle varie sezioni dell'impianto; è stato definito il layout del sistema di adduzione gas in ingresso all'impianto P2G/L ed è stato avviato tutto il processo per l'affidamento della fornitura. Sono proseguiti gli smontaggi e la messa in sicurezza dei componenti dell'impianto esistente, per permettere l'installazione del prototipo. Sono stati infine rivalutati alcuni degli interventi, inizialmente previsti nella LA 3.19, poiché inclusi nel contratto per la realizzazione dell'impianto, quali adeguamento del quadro di regolazione e controllo; realizzazione del software di gestione e realizzazione del sistema di analisi on-line, che hanno portato anche ad una diversa distribuzione dei costi.

Il mancato affidamento, entro il 2020, dell'ordine per la progettazione definitiva alla ditta che si è aggiudicata la gara, ha comportato degli slittamenti sulla linea di attività che verrà completata nel 2021.

Le principali attività svolte sono di seguito descritte.

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

Sono proseguite le attività di preparazione del sito, che hanno riguardato lo smontaggio di ulteriori sezioni e tubazioni, presenti nell'area della struttura su cui verrà installato l'impianto prototipale. In parallelo sono stati eseguiti i controlli sulla fondazione esistente e le verifiche sui sistemi ausiliari.

Disinstallazione e messa in sicurezza componenti/sezioni

Sono state smontate diverse linee che trasportavano gas compressi e syngas all'impianto pilota di gassificazione esistente, linee non necessarie al nuovo impianto: Linea O₂, linea CO₂/O₂, linea syngas, Linea N₂, Linea H₂, come di seguito mostrato nelle figure 3, 4 e 5.

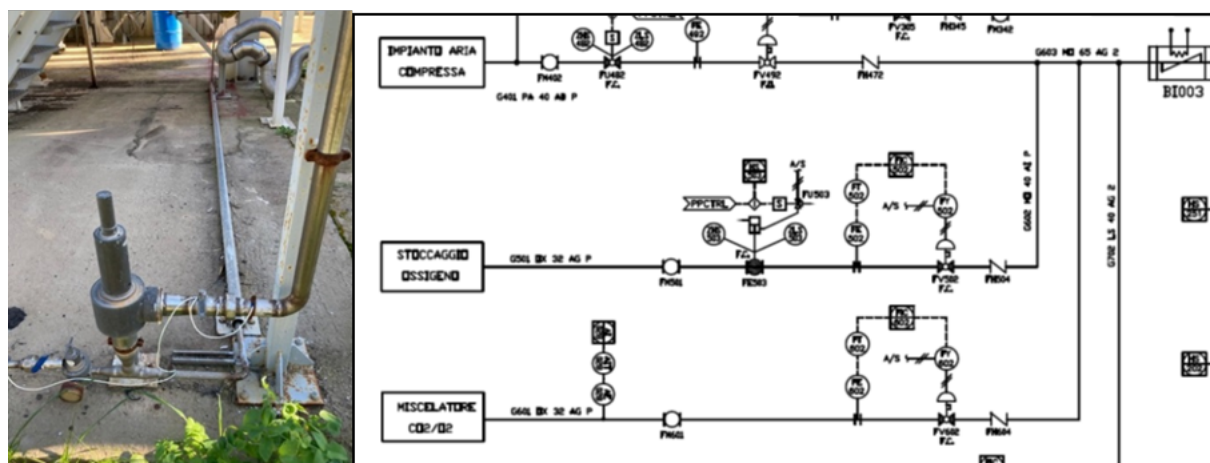


Figura 3. Tubazione della linea O₂ collegata al limite di batteria (a sinistra) e P&ID di riferimento (a destra).

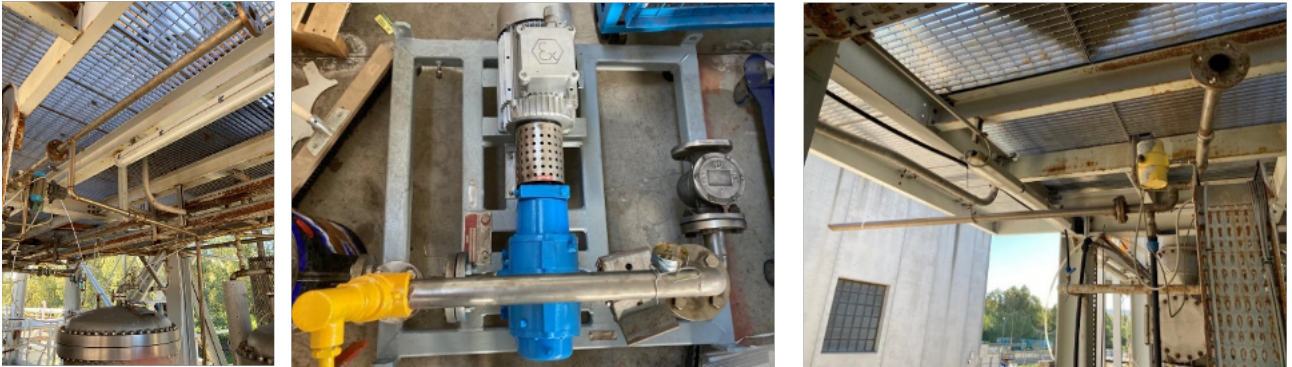


Figura 4. Linea syngas al riscaldatore BI002 (sezione iniziale, compressore a lobi CY001, sezione finale con vent e misuratore FT104)



Figura 5. Tubazione syngas a vent a valle della sezione di desolforazione a caldo

Sono state rimosse parti del sistema di desolforazione a freddo dell'impianto pilota esistente (figura 6).



Figura 6. Colonna in polipropilene.

L'attività ha riguardato anche la rimozione delle tubazioni di scarico e carico dei solventi dai reattori di separazione della CO₂ dell'impianto esistente, scollegamento dei rispettivi misuratori di livello, delle valvole di intercettazione automatiche sulla linea di carico del solvente, del rotametro (figura 7).



Figura 7. Reattori SAC e tubazioni di scarico in PE

Verifiche sulle fondazioni

Sono state eseguite delle verifiche sulle fondazioni su cui poggia l'attuale struttura. È stato controllato il reale posizionamento delle travi di fondazione e dei cordoli di rinforzo (Figura 8), rispetto a quanto indicato nella documentazione progettuale, al fine di poter sfruttare le attuali travi di fondazione per posizionare l'impianto P2G/L. Le verifiche sono state condotte attraverso l'analisi della documentazione progettuale esistente, studiando le pratiche presentate al Genio Civile relative alla struttura metallica dell'impianto e la variante alle fondazioni. Successivamente sono stati eseguiti i rilievi e le misurazioni in impianto al fine di constatare una buona corrispondenza tra la documentazione progettuale e l'*as-built*. Infine per rendere immediatamente individuabile il posizionamento delle travi di fondazione si è proceduto al loro tracciamento (figura 8).

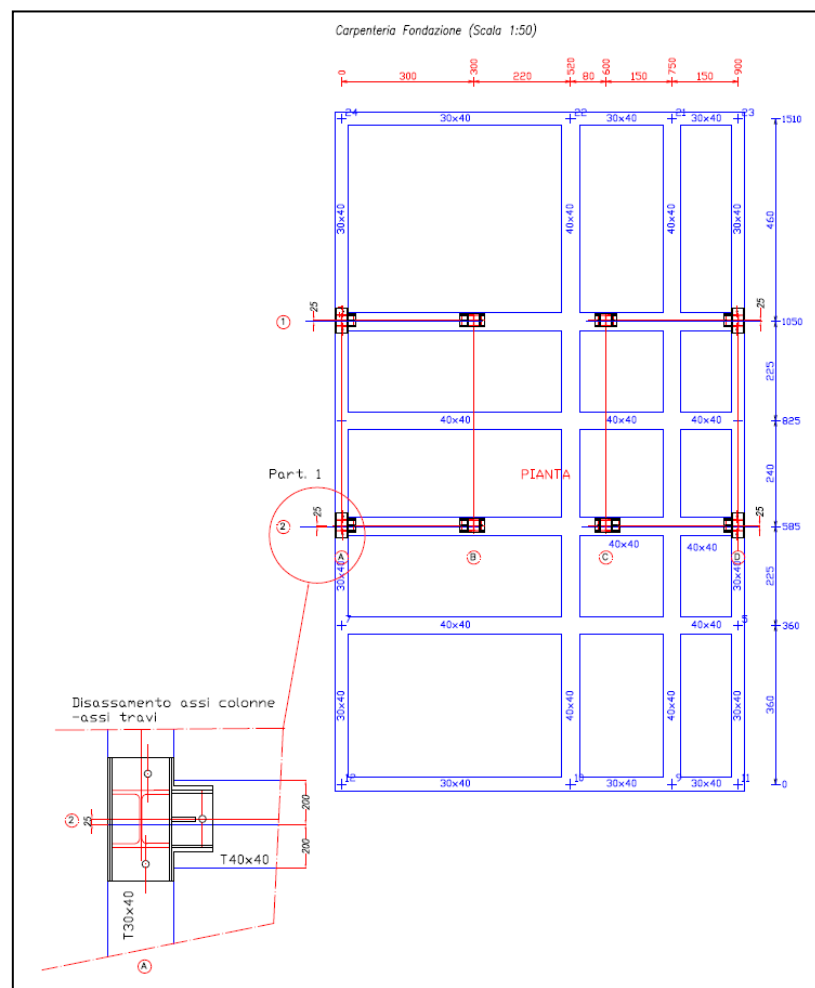


Figura 8. Travi di fondazione

In seguito alla definizione del progetto di massima dell'impianto P2G/L sono stati analizzati i sistemi ausiliari necessari per il funzionamento dell'impianto, le loro caratteristiche e le principali modifiche da apportare.

Linea di adduzione acqua

L'impianto P2G/L necessita di un flusso continuo di acqua per il raffreddamento di alcune sezioni dell'impianto. È richiesta una portata massima disponibile di 300 l/h ad una temperatura di mandata 5-15 °C a 2 barg. Nella piattaforma pilota Sotacarbo è presente una linea di adduzione acqua nelle vicinanze dell'area di installazione. Per rendere disponibile tale utenza all'impianto verrà allestita una rete di distribuzione, che dall'anello principale alimenta l'impianto P2G/L con un sistema di regolazione della portata. La sezione verrà completata con l'installazione di un chiller per la regolazione della temperatura e di un addolcitore. Lo schema di distribuzione dell'acqua è rappresentato in Figura 9.

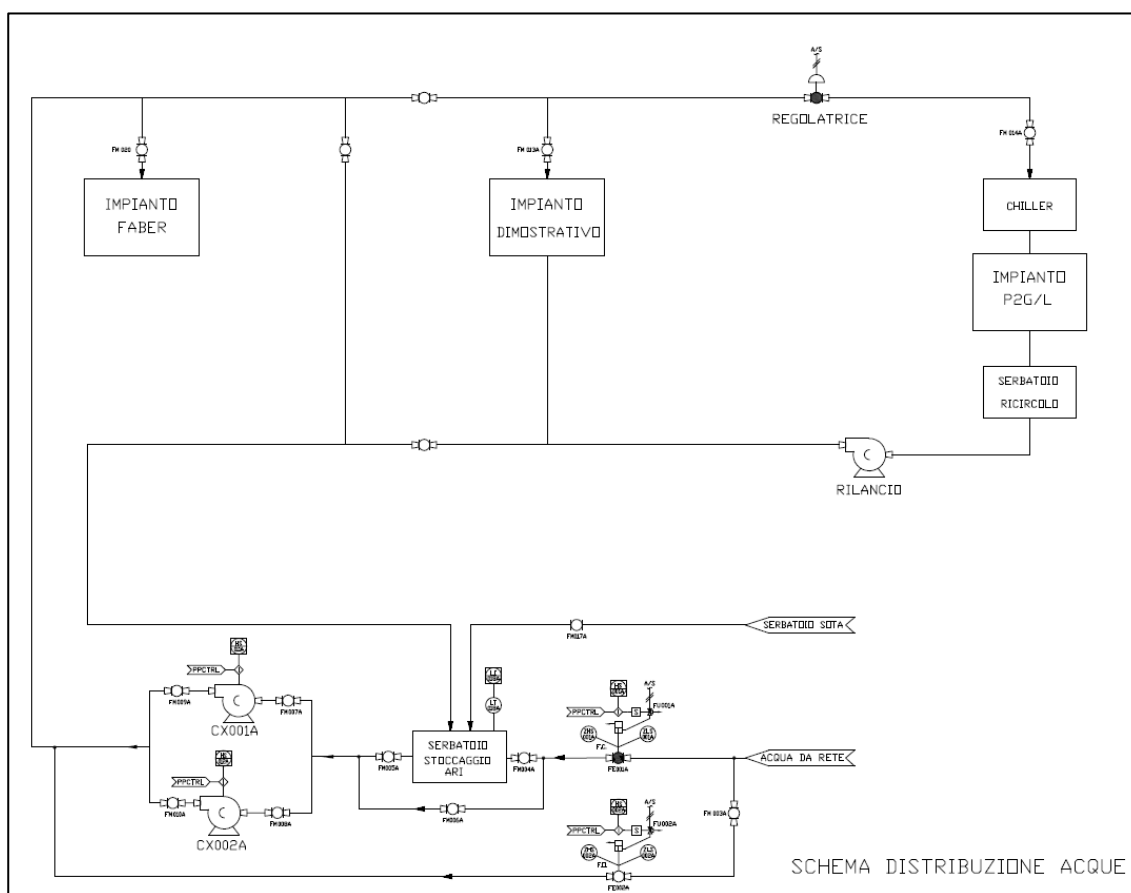


Figura 9. Circuito dell'acqua industriale (piattaforma Sotacarbo)

Aria compressa

L'aria compressa necessaria al funzionamento della strumentazione dell'impianto prototipale P2G/L verrà fornita da due compressori presenti nella piattaforma pilota, le cui caratteristiche sono compatibili con quanto richiesto dall'impianto. In particolare la pressione di lavoro dei compressori è pari a 10 bar. Questi sono dotati di regolatori di pressione che consentono una riduzione a 6,5 bar. I serbatoi polmone hanno una capacità di 3 m³ e garantiscono una portata d'aria anche in mancanza temporanea di alimentazione da parte del compressore. Il sistema è corredato di un essiccatore atto alla eliminazione di tutta l'umidità prodotta, che permette di ottenere aria compressa essiccata totalmente priva di condensa (in modo da garantire massima precisione sul controllo della strumentazione). Tale sezione è inoltre dotata di sistemi di distribuzione 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.

Impianto elettrico

Verrà predisposta una linea di alimentazione dedicata alla fornitura di energia elettrica all'impianto P2G/L in base alle specifiche richieste che verranno determinate dalla ditta costruttrice. L'impianto avrà necessità esclusivamente di una alimentazione 400 V trifase a 50 Hz con assorbimento da definire. Il quadro elettrico di controllo e di potenza dello stesso sarà posizionato in un'area consona alla sua alimentazione.

Torcia

Il nuovo 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. Saranno presenti delle valvole di sicurezza che in caso di eccessiva pressione invieranno il flusso di gas in atmosfera, attraverso delle linee apposite chiamate vent. Nel caso del flusso proveniente dalla linea dell'alta pressione l'effluente di scarico verrà

depressurizzato ed inviato alla torcia attraverso l'apposita valvola rompifiamma. Per tali motivazioni è necessaria una torcia come sistema ausiliare. Tale sistema è già presente nella piattaforma pilota Sotacarbo ed è ubicato in prossimità della struttura dove andrà posizionato l'impianto P2G/L.

Sistema alimentazione gas

L'impianto sperimentale sarà dotato di due reattori alimentati dal medesimo sistema di adduzione gas. La miscela di gas entrante in ciascun reattore dell'impianto sarà ottenuta tramite gas puri in pressione provenienti da un sistema di bombole. I pacchi bombola di anidride carbonica e di azoto verranno posizionati sulla platea a ridosso dell'impianto, su uno spazio di dimensioni 5 x 1,5 m. La platea sarà dotata di un sistema di protezione dei pacchi bombole dalle intemperie e dall'insolazione diretta. L'idrogeno verrà alloggiato in un apposito box certificato già esistente, di dimensioni interne di 4,3 x 3,4 m, che sarà equipaggiato con un sistema di rilevazione delle fughe di idrogeno con intervento automatico di chiusura dei pacchi stessi.

Il sistema di alimentazione sarà costituito da 3 gruppi di riduzione di pressione di primo stadio, collegati ciascuno a una coppia di pacchi bombole (H_2 , CO_2 e N_2). Per ogni gruppo di riduzione, è previsto un sistema di scambio semi-automatico dei pacchi bombole in modo da garantire la continuità del flusso di gas quando il primo pacco si esaurisce. I pacchi bombole e le linee saranno dotati di trasduttori di pressione per il monitoraggio da sala controllo delle pressioni. Da ciascun gruppo di riduzione, i gas verranno convogliati a dei punti di presa dell'impianto, a monte della sezione di miscelazione e pre-riscaldamento della miscela gassosa. Il sistema sarà completo di tutte le valvole, la strumentazione e le attrezzature necessarie per garantire la corretta operatività in sicurezza, in accordo con la normativa italiana. Nel corso dell'annualità sono state individuate le potenziali ditte che potrebbero fornire il sistema ed è stata ultimata la specifica tecnica da allegare alla procedura di affidamento della fornitura. I tempi per la fornitura e installazione del sistema di alimentazione gas sono di 60 giorni.

)

Descrizione dell'iter autorizzativo per la realizzazione e messa in esercizio dell'impianto P2G/L

Sono stati fatti ulteriori approfondimenti per l'ottenimento delle autorizzazioni necessarie per la realizzazione e messa in esercizio dell'impianto P2G/L sulla base di quanto emerso nella fase di progettazione. Gli approfondimenti hanno riguardato aspetti legati alla normativa ambientale, potenziali zone Atex e analisi delle sezioni dell'impianto soggette a normativa PED.

Normativa ambientale

È stato esaminato il quadro legislativo in materia di emissioni in atmosfera per verificare se sono necessarie particolari autorizzazioni prima dell'installazione dell'impianto prototipale. Vista la tipologia dell'impianto e delle relative emissioni, si è focalizzata l'attenzione sul D.Lgs. n. 152/06 "Norme in materia ambientale", che definisce "emissione in atmosfera" qualsiasi sostanza, solida, liquida o gassosa introdotta nell'atmosfera che può causare inquinamento atmosferico [...] (art. 268, comma 1, lettera (b)). La normativa è talmente vasta, che mette in evidenza il carattere articolato della disciplina delle emissioni in atmosfera, che ha richiesto un notevole approfondimento. Dall'analisi e studio effettuato è emerso che l'impianto P2G/L, non necessita di particolari autorizzazioni poiché ricade nella tipologia di cui all'art. 272 "impianti e attività in deroga", comma 1, meglio identificato al punto alla lettera jj) "Laboratori di analisi e ricerca, impianti pilota per prove, ricerche, sperimentazioni, individuazione di prototipi" di cui alla Parte I, all'Allegato IV della Parte Quinta. Per questa categoria di impianti che producono emissioni scarsamente rilevanti per l'inquinamento non è necessario, per la regione Sardegna, comunicare all'autorità competente la data di messa in esercizio dell'impianto o di avvio dell'attività. Nella Figura 10 è schematizzato il contenuto del parere di competenza da inviare agli enti competenti:

La domanda deve contenere la seguente descrizione:

- del ciclo produttivo
- degli impianti presenti
- delle materie prime e ausiliarie utilizzate
- delle emissioni prodotte e degli eventuali sistemi di contenimento/riduzione delle stesse

Figura 10. Schema parere di competenza

Definito il progetto di dettaglio dell'impianto P2G/L, verrà comunque richiesto un parere ad un tecnico specializzato, per confermare quanto emerso dall'analisi della normativa o per intraprendere un differente percorso.

Normativa PED

Le modifiche apportate per rendere disponibile l'area per l'installazione dell'impianto P2G/L, che tra l'altro è caratterizzato da una zona di processo che opererà a circa 30-60 bar, rendono necessaria una nuova classificazione PED, che riguarderà principalmente le zone evidenziate nella Figura 11:

- zona di stoccaggio dei combustibili (operante ad alta pressione, circa 200 bar);
- zona di processo (operante a circa 30-60 bar);
- zona di combustione (operante a bassa pressione).

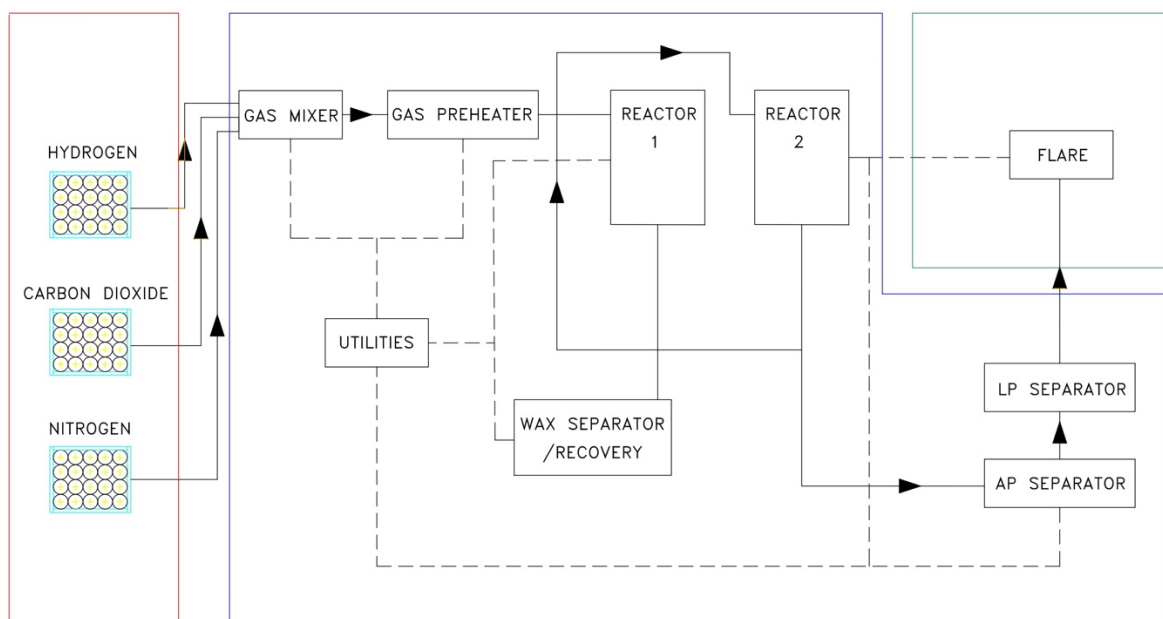


Figura 11. Diagramma di processo semplificato per PED dell'impianto P2G/L

I recipienti a pressione saranno progettati e fabbricati in conformità con CE PED 2014/68 / UE e, laddove richiesto, le tubazioni saranno progettate e fabbricate in conformità con lo standard ANSI B31.3. Questo si basa sulla determinazione degli spessori minimi da utilizzare affinché la struttura possa sopportare la pressione esterna, tenendo in considerazione la relazione tra pressione e temperatura che agiscono sul piping, nelle condizioni più severe che si dovessero verificare.

In questa fase non è possibile stimare con precisione la classificazione PED dell'impianto P2G/L poiché non si conoscono ancora i dettagli progettuali delle apparecchiature e dei sistemi a servizio del suddetto impianto.

Sarà inoltre necessario riclassificare le aree dell'impianto P2G/L. La classificazione delle aree pericolose viene effettuata seguendo le raccomandazioni suggerite dalle norme EN 1127-1, EN 60079-10-1 (gas-Ex) e EN 60079-10-2 (polveri-Ex), le quali prevedono la suddivisione delle aree pericolose in tre zone, in funzione della frequenza e del tempo di presenza della sostanza esplosiva. Essendo l'impianto installato nella piattaforma Sotacarbo, classificata come Zona 2, esso avrà una categoria di protezione di tipo 3G, pertanto l'impianto P2G/L sarà progettato per essere installato nell'area classificata ATEX Zona II 3 G T1.

L'attività sarà conclusa nel 2021, poiché strettamente legata alla progettazione definitiva dell'impianto che verrà effettuata dalla ditta Vinci Technologies, in collaborazione con i tecnici Sotacarbo.

Gli approfondimenti sulle attività svolte verranno riportati nei report tecnici di seguito indicati, allegati al consuntivo dell'anno 2021:

- "Adeguamento del sito e dei sistemi ausiliari per l'installazione dell'impianto P2G/L"
- "Descrizione dell'iter autorizzativo per la realizzazione e messa in esercizio dell'impianto P2G/L"

2.3 WP3 - LA 3.38 Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su P2G/L - Il Anno

L'attività di comunicazione e diffusione dei risultati, parte integrante del progetto, contribuisce all'individuazione di partner interessati ad avviare legami utili in fase di progettazione (collaborazioni, scambio dati e informazioni), ma anche a creare interesse e aspettative in relazione al progetto stesso.

La strategia adottata ha compreso non solo le attività divulgative dedicate in modo esclusivo alla ricerca in ambito "P2G/L", ma anche quelle ideate per promuovere questo progetto in collegamento con gli altri portati avanti dalla Società in modo coordinato. La scelta di comunicazione coordinata è la più idonea per massimizzare le risorse a disposizione per la diffusione delle attività di ricerca ed evidenziare la coerenza ed il collegamento tra le varie attività Sotacarbo.

Le attività relative alla seconda annualità sono state limitate dall'emergenza Covid, che ha costretto a una rimodulazione della programmazione originale, vista l'impossibilità di organizzare e prendere parte a eventi in presenza. Le attività che è stato possibile svolgere hanno compreso l'implementazione del network di contatti con testate nazionali e internazionali, volto a facilitare la pubblicazione di articoli e interventi della Società sui temi di maggior interesse, l'aggiornamento sul sito aziendale delle informazioni relative alle attività svolte in ambito Ricerca di Sistema Elettrico; la prosecuzione online del progetto ZoE (Zero Emissioni) per la divulgazione scientifica a favore di scuole, associazioni culturali e cittadinanza; la partecipazione alla manifestazione "La Notte dei ricercatori" con la realizzazione di webinar con gli studenti delle scuole superiori; la pubblicazione di articoli in lingua inglese sul magazine digitale "Only Natural Energy (ONE)", testata con taglio volutamente divulgativo sui temi dell'energia e dell'ambiente.

Per promuovere e dare maggiore visibilità alle attività di ricerca si sono sfruttati i canali istituzionali dell'Agenzia Internazionale per l'Energia (programmi Green House Gas e International Centre for Sustainable Carbon, quest'ultimo derivante dal prossimo cambio di statuto del Clean Coal Centre, come da lettera allegata), nonché la rete europea di laboratori di ricerca ECCSEL ERIC. Questo ha consentito di accrescere il valore internazionale della ricerca e di acquisire informazioni per ottimizzare ulteriormente l'impianto sperimentale P2G/L e il processo, a vantaggio del sistema elettrico italiano.

Nel periodo sono proseguite tutte le attività di coordinamento e della gestione tecnico scientifica del progetto.

Comunicazione e diffusione dei risultati

Pubblicazione articoli

Per offrire maggiore visibilità al vasto numero di attività nell'ambito del progetto, la Società ha previsto la diffusione sul sito aziendale di resoconti delle partecipazioni a workshop, conferenze e convegni e articoli pubblicati sui temi più affini alla linea di ricerca. Sono proseguite le attività di pubblicazioni nella testata digitale Only Natural Energy (ONE), che hanno registrato un aumento della produzione di articoli originali, continuando comunque a ospitare articoli di testate esterne nella rivista.

Progetto ZoE

Il Progetto Zoe è un'iniziativa rivolta agli studenti delle scuole elementari, medie e superiori nell'ambito del programma di attività "Sotacarbo per le scuole" che mira a diffondere consapevolezza sul cambiamento climatico e sull'importanza del ruolo di alcune tecnologie, in particolare quelle CCUS (cattura, confinamento geologico e utilizzo della CO₂) nella mitigazione del problema. Nel corso del 2020, sono stati programmati una serie di incontri con le classi delle scuole per divulgare le attività di ricerca del progetto Power to Gas/Liquid. La metodologia impiegata prevede laboratori e attività "hands on" in cui gli studenti vengono coinvolti creando, costruendo o "sperimentando" i principi e i concetti alla base delle attività di ricerca Sotacarbo.

Altri eventi divulgativi

Nel 2020 Sotacarbo ha partecipato, per il sesto anno consecutivo alla manifestazione "Notte Europea dei Ricercatori" (27 novembre) il cui tema scelto è **EARTH, EnHance Resilience Through Humanity**: la Terra

ancora al centro dell'attenzione di tutti, ricercatori e cittadini, per intraprendere scelte concrete, capaci di proteggere e salvaguardare il nostro pianeta e il benessere della società. L'emergenza sanitaria ha modificato la modalità di partecipazione all'evento: non si sono potute aprire le porte del Centro Ricerche Sotacarbo ai visitatori, ma questo non ha impedito di dar luogo ad un incontro virtuale, molto interessante e ricco di spunti di riflessione. Fruttoro e attori sono stati i ragazzi delle classi terze di alcune scuole secondarie di secondo livello della città di Carbonia, che hanno partecipato al webinar, dove sono stati toccati i temi legati alla lotta al cambiamento climatico, con particolare attenzione alle tecnologie di cattura e riutilizzo dell'anidride carbonica. È stato dato ampio risalto all'attività di ricerca sviluppata nei laboratori e impianti Sotacarbo, con riferimento allo sviluppo di catalizzatori per l'idrogenazione catalitica della CO₂.

Siti web e social network

Siti web aziendali e social network sono strumenti essenziali per il perseguimento di obiettivi generali di diffusione e disseminazione scientifica dei progetti aziendali e, in particolare, del progetto Ricerca di sistema Elettrico. Le pubblicazioni della testata digitale Only Natural Energy (ONE) hanno continuato, come detto, a registrare un costante aumento della produzione di articoli originali, con conseguente riduzione del numero di articoli esterni ospitati nella rivista. Non sono state realizzate le campagne pubblicitarie a pagamento per via dei ritardi determinati dalla situazione pandemica. Questo ha influito sui risultati in termini di reazioni ai post, visitatori unici sui siti e percentuale di accesso ai siti dai social network (rappresentata indicativamente dal parametro click through rate, CTR).

Sul numero di visualizzazioni, sessioni e utenti è stato comunque registrato un forte impatto da parte dei contenuti originali attinenti ai temi sviluppati nella Ricerca di Sistema Elettrico. Un dato estremamente importante è il peso elevato della copertura (non a pagamento) diretta e organica (ossia generata dai motori di ricerca) relativa ai contenuti di entrambi i siti (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

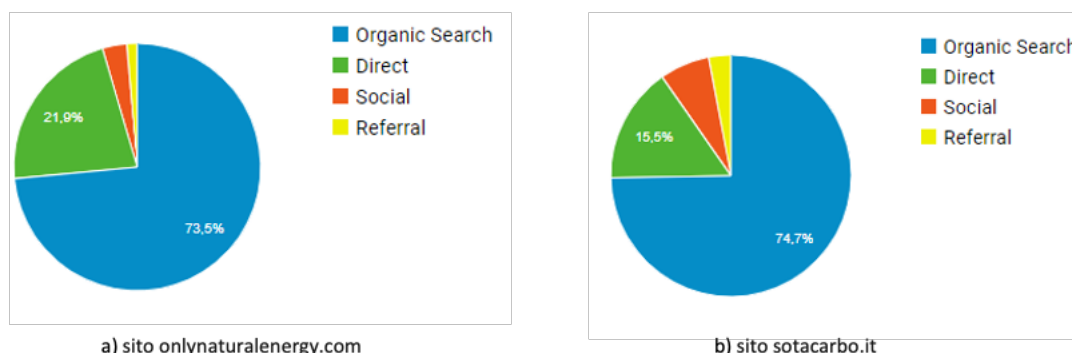


Figura 12. Canali principali di acquisizione utenti dei siti

Conclusioni

Le iniziative intraprese nel periodo in esame hanno consentito di consolidare una strategia già avviata, diversificando i destinatari dei messaggi aziendali e andando oltre l'utenza tradizionale della comunità scientifica. L'obiettivo della strategia comunicativa adottata è stato, e rimane, lo sfruttamento più idoneo delle risorse messe a disposizione per la promozione del progetto.

Si è quindi perseguito l'obiettivo di migliorare la percezione esterna dell'importanza e dell'utilità della Società. Tale strategia ha fatto sì che istituzioni, partner industriali e cittadini mostrassero interesse e un giudizio sostanzialmente positivo verso Sotacarbo e le attività svolte nel proprio Centro Ricerche anche in relazione al progetto.

Per un approfondimento maggiore dell'argomento si veda il report *“Comunicazione e diffusione dei risultati sulle attività Sotacarbo su P2G/L – Il anno”*

- Autori – Alice Masili
- **RdS/PTR2020/215**

Coordinamento Attività

Nell'ambito della LA sono state inserite tutte le attività di coordinamento e di gestione tecnico scientifica del progetto, strettamente correlate con le attività svolte nelle LA 3.18 e 3.19. Per meglio inquadrare il coordinamento si riporta l'organizzazione del personale all'interno del progetto, facendo riferimento alle persone impegnate nel coordinamento e nella comunicazione:

Descrizione funzione	Coordinamento / Suporto al coordinamento
<u>Responsabile dell'accordo/progetto</u> Coordinamento e supervisione generale del progetto, verifica e aggiornamento del budget, verifica del cronoprogramma, verifica dei rapporti tecnici, predisposizione del report tecnico – economico, partecipazione ad incontri tecnici e di coordinamento.	Marcella Fadda
<u>Supervisione tecnica</u> Supporto tecnico alla gestione del progetto, controllo dei rapporti tecnici, dei rapporti economici e verifica del perseguimento degli obiettivi della ricerca. Attività di promozione e divulgazione del progetto attraverso la partecipazione a workshop e meeting periodici.	Enrico Maggio
<u>Supervisione scientifica</u> Supporto alla supervisione dei rapporti tecnici e delle pubblicazioni scientifiche del progetto e verifica del perseguimento degli obiettivi della ricerca. Attività di promozione e divulgazione del progetto attraverso la partecipazione a workshop e meeting periodici.	Alberto Pettinau
<u>Supervisione alla attività di Comunicazione e diffusione</u> Supervisione attività di comunicazione e diffusione pubblicate nel sito aziendale, svolte in ambito Ricerca di Sistema Elettrico; verifica delle attività di comunicazione; gestione dei comunicati stampa e interviste; pubblicazione trimestrale del magazine digitale in lingua inglese "Only Natural Energy (ONE)".	Gianni Serra
Per ogni linea di attività è stato individuato un referente di linea per il supporto alla gestione scientifica dell'attività.	
LA 3.16 Power to gas/Liquid: approfondimenti preliminari su tecnologie e processi per la definizione delle specifiche di un impianto	Francesca Ferrara
LA 3.17 Power to to gas/Liquid: verifiche autorizzative e prime modifiche delle infrastrutture esistenti per il loro riutilizzo nell'impianto pilota	Gabriele Calì
LA 3.18 Power-to-Gas/Liquid: progettazione dell'impianto pilota	Francesca Ferrara
LA 3.19 ottenimento delle autorizzazioni e adeguamento del sito e dei sistemi ausiliari per l'impianto pilota	Gabriele Calì
LA 3.20 Power-to-Gas/Liquid: realizzazione dell'impianto pilota e sperimentazione	Gabriele Calì
LA 3.21 Power-to-Gas/Liquid: analisi tecnico-economica nel contesto della Sardegna	Francesca Ferrara
LA 3.37 – 3.38 – 3.39 Power-to-Gas/Liquid: Comunicazione diffusione dei risultati e coordinamento attività Sotacarbo su P2G/L – I-II-III Anno	Alice Masili (relativamente alla parte comunicazione)
<u>Gestione documentale e verifica budget progetto</u> Supporto al responsabile del progetto	Giovanni Perra

Pubblicazioni scientifiche e partecipazione a convegni

Nel corso del periodo dal 01.01.2020 al 30.04.2021 sono state presentate le seguenti memorie correlate con l'attività scientifica svolta nell'ambito del progetto:

International Journals

- Charles Ward, Harvey Goldstein, Rolf Maurer, David Thimsen, Brent J. Sheets, Randy Hobbs, Frances Isgrigg, Russel Steiger, Diane Revay Madden, Andrea Porcu, Alberto Pettinau. ***Making coal relevant for small scale applications: Modular gasification for T syngas/engine CHP applications in challenging environments***. Fuel 2020;267:117303.
- Gabriele Calì, Paolo Deiana, Claudia Bassano, Simone Meloni, Enrico Maggio, Michele Mascia, Alberto Pettinau. ***Syngas production, clean-up and wastewater management in a demo-scale fixed-bed updraft biomass gasification unit***. Energies 2020;13:2594.

Conference proceedings

- Alberto Pettinau, Mauro Mureddu, Sarah Lai, Francesca Ferrara. ***Renewable fuels production from fossil-derived CO₂: The Sotacarbo experimental results***. Proceedings of the 37th International Pittsburgh Coal Conference (Virtual), September 8-11, 2020.

Lectures

1. Alberto Pettinau, Mauro Mureddu. ***Carbon capture, transport and industrial utilization***. Invited lecture (20 hours), II level Master on carbon dioxide capture and storage, Sapienza University of Rome and University of Zagreb, Rome, Italy, February 10-14, 2020.
2. Alberto Pettinau, Mauro Mureddu. ***Carbon dioxide catalytic hydrogenation to renewable fuels: Technologies and perspectives***. Invited speech: CO₂MPRISE Project virtual meeting, October 27, 2020.

Partecipazione a convegni/workshop e incontri di associazioni

Nell'ambito del progetto la società ha partecipato ai seguenti convegni:

- **International Job Meeting Cagliari.**
Nel corso dell'evento, organizzato dall'Agenzia Sarda per Politiche Attive del Lavoro (Aspal), Sotacarbo ha presentato le attività divulgative svolte da Sotacarbo nell'ambito del progetto.
- **Annual International Pittsburgh Coal Conference (Pittsburgh, 8-11 settembre 2020)** organizzato dall'Università di Pittsburgh. Durante la conferenza si è dato risalto alle tecnologie di separazione e utilizzo della CO₂, in particolare alla conversione della stessa anidride carbonica in combustibili per applicazioni P2G/L.
- **Partecipazione al master di II livello su Geological Storage (Roma, 12-14 febbraio 2020).** Master organizzato dall'Università la Sapienza di Roma, dove si sono tenuti dei seminari sulle tecnologie di separazione e riutilizzo della CO₂ (con particolare riferimento agli approcci power to gas/liquids).
- **Partecipazione ai meeting periodici del SET Plan Implementation Working group sulle CCUS (30.04.2020 e 30.10.2020)**
- **Partecipazione all'incontro periodico del Board Energia (28.10.2020).**

3 Principali soggetti esterni coinvolti

WP3 - LA 3.18 Power-to-Gas/Liquid: Progettazione dell'impianto pilota.

Nell'ambito della linea di attività è stato emesso il contratto n. 10/21 a favore della ditta Vinci Technologies che riguarda l'affidamento della progettazione definitiva dell'impianto prototipale P2G/L. Il contratto riguarda anche la fornitura, installazione, collaudo e messa in esercizio dello stesso impianto che afferisce alla linea di attività LA3.20.

WP3 - LA 3.19 Power-to-Gas/Liquid: ottenimento delle autorizzazioni e adeguamento del sito e dei sistemi ausiliari per l'impianto pilota

Nell'ambito della linea di attività è stato emesso l'ordine n. 21/20 a favore del professionista Ing. Francesca Zaru per l'esecuzione del servizio di CSP (Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione) e CSE (Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione) per l'impianto prototipale P2G/L.

4 Elenco dei rapporti tecnici e dei prodotti realizzati

Si riporta di seguito l'elenco dei rapporti tecnici sviluppati da Sotacarbo:

WP3 - LA 3.38 Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su P2G/L - II Anno

- "Comunicazione e diffusione dei risultati sulle attività Sotacarbo su P2G/L – II anno"
 - Autore: A. Masili
 - ***RdS/PTR2020/215***
- Rapporto tecnico economico sulle attività SOTACARBO su P2G/L – II Anno
 - Autori: M. Fadda, E. Maggio
 - ***RdS/PTR2020/216***

Cronoprogramma attività

Descrizione attività	2019			2020			2021		
LA 3.16 Power-to-Gas/Liquid: Power-to-Gas/Liquid: approfondimenti preliminari su tecnologie e processi per la definizione delle specifiche di un impianto pilota									
LA 3.17 Power-to-Gas/Liquid: analisi, verifiche autorizzative e prime modifiche delle infrastrutture esistenti per il loro riutilizzo nell'impianto pilota									
LA 3.18. Power-to-Gas/Liquid: progettazione dell'impianto pilota									
LA 3.19. Power-to-Gas/Liquid: ottenimento delle autorizzazioni e adeguamento del sito e dei sistemi ausiliari per l'impianto pilota									
LA 3.20. Power-to-Gas/Liquid: realizzazione dell'impianto pilota e sperimentazione									
LA 3.21 Power-to-Gas/Liquid: analisi tecnico-economica nel contesto della Sardegna									
LA 3.37 Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su P2G/L - I Anno									
LA 3.38 Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su P2G/L - II Anno									
LA 3.39 Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su P2G/L - III Anno.									

5 Rendicontazione economica

COSTI SOSTENUTI NEL SECONDO ANNO DI RICERCA RELATIVI ALL'ATIVITA' CONCLUSA NEI TERMINI CONCESSI DALLA PROROGA

Per quanto concerne il costo del secondo anno del progetto, le spese registrate a consuntivo, per l'attività che si è conclusa nei termini concessi dalla proroga (LA 3.38) vengono riepilogate nella tabella che segue (tra parentesi, si confrontano i valori di preventivo).

Sigla	Denominazione Linee attività	Anno di Riferimento	Ore di personale SOTACARBO	Personale (A) – K€	Spese generali – K€	Strumenti e attrezzature (B) – K€	Costi di esercizio (C) – K€	Acquisizione di competenze (D) – K€	Collaborazioni di cobeneficiari (U) – K€	TOTALE
WP3	Tema 1.2 "Sistemi di accumulo, compresi elettrochimico e power to gas, e relative interfacce con le reti" – WP3 "Power to Gas"									
LA 3.38	Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su P2G/L -II Anno	2020	6098 (6098)	242,91 (240,65)	145,74 (144,39)	0 (0)	111,62 (110,85)	0 (0)		500,27 (495,89)
	TOTALE	2020	6098 (6098)	242,91 (240,65)	145,74 (144,39)	0 (0)	111,62 (110,85)	0 (0)		500,27 (495,89)

* in base al documento "Criteri di valutazione dei Piani triennali di realizzazione"

(A) include il costo del personale, sia dipendente che non dipendente

(B) include le attrezzature e le strumentazioni inventariabili, ad esclusivo uso del progetto e/o in quota di ammortamento

(C) include materiali e forniture, spese per informazione, pubblicità e diffusione

(D) include le attività con contenuto di ricerca commissionate a terzi, i.e. consulenze, acquisizioni di competenze tecniche, brevetti

(E) include le spese di trasporto, vitto e alloggio del personale in missione

(U) include le collaborazioni con istituzioni universitarie

AGGIORNAMENTO DELLE PREVISIONI DI PROGRAMMA E DI COSTO DEL PROGETTO

Si riportano di seguito gli scostamenti registrati durante lo svolgimento del progetto di ricerca rispetto alla variante approvata e suddivisi per voci di costo. In generale lo scostamento del costo del personale è dovuto all'aggiornamento di costi orari del personale all'anno 2020, differenti rispetto a quelli utilizzati nella fase di predisposizione della domanda progettuale, mentre per le altre voci di costo lo scostamento è dovuto agli arrotondamenti degli importi esposti nella variante.

- Ore di Personale:

Nelle tabelle che seguono si riportano gli scostamenti delle ore del personale impegnato nel progetto.

Sigla	DENOMINAZIONE OBIETTIVI	Ore di personale PREVENTIVO	Ore di personale CONSUNTIVO	Variazione	GIUSTIFICAZIONI
LA 3.38	Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su P2G/L - II Anno	6098	6098	0	Non si sono registrati scostamenti relativi alle ore del personale.

- Costi Personale (A):

Sigla	DENOMINAZIONE OBIETTIVI	Personale (A) PREVENTIVO €	Personale (A) CONSUNTIVO €	Variazione (€)	GIUSTIFICAZIONI
LA 3.38	Comunicazione, diffusione dei risultati e coordinamento: attività SOTACARBO su P2G/L - II Anno	€ 240.658,98	€ 242.906,52	+2.247,54	Lo scostamento pari a +0,93% è dovuto all'aggiornamento del costo orario del personale all'anno 2020.

- **Costi di esercizio (C):**

Nelle tabelle che seguono si riportano gli scostamenti registrati alla voce costi di esercizio (C).

Sigla	Descrizione Costi esercizio	Costo PREVENTIVO (€)	Costo CONSUNTIVO (€)	Variazione di costo	GIUSTIFICAZIONI
	Iscrizione Convegni/Workshop	400	416,31	+16,31	Lo scostamento è irrilevante.
	Materiale pubblicitario (locandine, gadget)	650	665,58	+65,58	Lo scostamento è irrilevante.
	Consumabili per laboratori di divulgazione scientifica	800	611,58	-188,42	Lo scostamento è dovuto al mancato invio di una parte dei consumabili previsti.
	Partecipazione a convegni/Conferenze	3.000	3.075,99	+75,99	Lo scostamento è irrilevante.
	Avvisi pubblici (pubblicazione bandi di gara, manifesti, inserzioni sui giornali) - nuova voce di costo	8.000	7.900	- 100	Lo scostamento è irrilevante.
	Membership GHG (Green House Gas) e CSC (Centre for Sustainable Carbon)	98.000	98.950,97	+950,97	Lo scostamento è irrilevante.
	TOTALE	110.850	111.620,43	+770,43	Lo scostamento è irrilevante.

- **Acquisizione di competenze (D):**

Nelle tabelle che seguono si riportano gli scostamenti registrati alla voce acquisizione di competenze (D).

Sigla	Descrizione Costi Contratti di consulenza	Costo PREVENTIVO (€)	Costo CONSUNTIVO (€)	Variazione di costo	GIUSTIFICAZIONI
LA 3.38	Collaborazioni per attività di comunicazione	1.000	0	-1.000	Lo scostamento è dovuto all'annullamento della consulenza prevista per l'evento di divulgazione "La notte dei ricercatori", riorganizzato da Sotacarbo con la predisposizione di webinar.
	TOTALE	1.000	0	-1.000	

6 Conclusioni

L'attività di ricerca svolta nella seconda annualità del progetto è stata fortemente influenzata dagli effetti della pandemia. Lo slittamento nell'erogazione del primo SAL della ricerca di sistema non ha permesso di affidare il contratto per la progettazione, fornitura, installazione, collaudo e messa in esercizio di un impianto prototipale P2G/L entro i termini concessi dalla proroga. Questo ha comportato uno slittamento della conclusione delle attività 3.18 "Progettazione dell'impianto pilota" e 3.19 "Ottenimento delle autorizzazioni e adeguamento del sito e dei sistemi ausiliari per l'impianto pilota". Nell'ambito della linea di attività 3.18 è stata eseguita la progettazione di massima dell'impianto, ed è stata quasi portata a termine la progettazione di dettaglio sviluppata da Sotacarbo. Si è arrivati a definire il contratto per l'affidamento della progettazione e fornitura dell'impianto P2G/L, la cui stipula è avvenuta ad aprile del 2021. Dopo la stipula del contratto sono previsti degli incontri tecnici con la ditta per l'approvazione dei documenti definitivi.

Nell'ambito della LA 3.19 sono proseguite le attività propedeutiche all'installazione dell'impianto P2G/L, che hanno riguardato lo smontaggio e la messa in sicurezza dei componenti dell'impianto esistente, rendendo disponibile un'area maggiore rispetto a quella individuata nella precedente annualità. Dopo aver definito la configurazione finale dell'impianto sono state analizzate le possibili integrazioni dell'impianto con gli attuali sistemi ausiliari (aria compressa, linea acqua, struttura, torcia), particolare attenzione è stata posta ai limiti di batteria e alle utenze necessarie per garantire la completa funzionalità dell'impianto. Si sono rese necessarie delle verifiche sulla struttura esistente e sulle fondazioni, partendo dall'analisi della relazione del calcolo strutturale depositata al genio civile. Eventuali altri interventi sulla struttura, verranno valutati dopo la definizione della lista dei carichi meccanici (pesi e momenti). Parallelamente è stato definito il layout e la specifica tecnica del sistema di adduzione gas in ingresso all'impianto P2G/L.

Ulteriori approfondimenti e verifiche si sono rese necessarie per l'ottenimento delle autorizzazioni per la realizzazione e messa in esercizio dell'impianto P2G/L sulla base di quanto emerso nella fase di progettazione. Queste hanno riguardato le potenziali zone Atex e l'analisi delle sezioni dell'impianto soggette a normativa PED. Rispetto a quanto svolto nella precedente annualità è stata esaminata la normativa ambientale sulle emissioni in atmosfera per stabilire in quale categoria l'impianto è inquadrato e individuare l'iter autorizzativo più idoneo. Si è infine affidato l'incarico per il coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione, inizialmente non previsto e reso necessario nella fase di avvio della gara.

7 Abbreviazioni ed acronimi

P2G/L – Power-to-Gas/Liquid

DME – Dimetiletere

P&ID: Process and Instrumentation Diagrams

ATEX – ATmosphères ed EXplosives

PED - Pressure Equipment Directive

ZoE - Zero Emissioni

ONE - Only Natural Energy

CCUS - Carbon Capture Utilization & Storage

EARTH - EnHance Resilience Through Humanity