



Ricerca di Sistema elettrico

# Progettazione e realizzazione modifiche e migliorie dell'impianto di gassificazione Dimostrativo Sotacarbo

G.Cali, F.Tedde, P.Miraglia, S.Meloni, E.Maggio,  
P.Deiana, M.Subrizi, C.Bassano

SOTACARBO



SUSTAINABLE ENERGY  
RESEARCH CENTRE

## PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE MODIFICHE E MIGLIORIE DELL'IMPIANTO DI GASSIFICAZIONE DIMOSTRATIVO SOTACARBO

G. Calì, F. Tedde, P. Miraglia, S. Meloni, E. Maggio (Sotacarbo)  
P. Deiana, M. Subrizi, C. Bassano (ENEA)

Settembre 2016

### Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano annuale di realizzazione 2015

Area: Generazione di energia elettrica con basse emissioni di carbonio

Progetto: Bioenergia

Obiettivo: Parte B - Progetto e realizzazione di modifiche migliorative dell'impianto Sotacarbo

Responsabile del Progetto: Vincenzo Gerardi, ENEA

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione "Sviluppo e caratterizzazione del processo di gassificazione di biomasse e/o miscele biomasse-carbone e di trattamento del syngas prodotto".

Responsabile scientifico ENEA: Paolo Deiana

Responsabile scientifico Sotacarbo: Enrico Maggio

*Un caloroso ringraziamento va a tutto il personale impegnato nella realizzazione dei test sperimentali, poiché senza di loro sarebbe stato impossibile realizzare il lavoro in oggetto. Nello specifico si vuole ringraziare il personale Sotacarbo A. Argiolas, C. Manca, D. Marotto, S. Muntoni, I. Puddu, A. Vacca.*

## Indice

SOMMARIO.....	4
1 INTRODUZIONE.....	5
1.1 IL REATTORE DI GASSIFICAZIONE .....	5
2 PROBLEMI IMPIANTISTICI RILEVATI E SOLUZIONI ADOTTATE .....	9
2.1 SISTEMA DI CARICAMENTO COMBUSTIBILE AL GASSIFICATORE .....	9
2.2 SISTEMA DI SCARICO CENERI DEL GASSIFICATORE.....	17
2.3 SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO DELLA CAMICIA DEL GASSIFICATORE.....	19
2.4 SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE DEL LETTO DEL GASSIFICATORE (STIRRER) .....	22
2.5 SISTEMA DI ACCENSIONE DEL GASSIFICATORE .....	23
2.6 SISTEMA DI ADDUZIONE ARIA PROCESSO.....	24
2.7 SCRUBBER E SISTEMI DI SCARICO E STOCCAGGIO REFLUI .....	25
2.7.1 <i>Ciclone</i> .....	26
2.7.2 <i>Venturi-scrubber</i> .....	27
2.7.3 <i>Scrubber</i> .....	27
2.8 SISTEMA TORCIA .....	28
2.9 LINEA SYNGAS DI COLLEGAMENTO TRA IMPIANTO DIMOSTRATIVO E PILOTA .....	30
2.10 MOTORE A COMBUSTIONE INTERNA.....	32
2.11 SISTEMA DI REGOLAZIONE A CONTROLLO .....	34
3 CONCLUSIONI.....	36
4 PRESENTAZIONE SOCIETÀ .....	37
ALL. I. PROGETTAZIONE DEL SISTEMA DI CLEAN-UP DEL SYNGAS DELL'IMPIANTO DIMOSTRATIVO SOTACARBO .....	38

## Sommario

Il presente documento è riferito alle attività indicate nell'allegato tecnico all'Accordo di collaborazione tra ENEA e Sotacarbo "Studi sull'utilizzo pulito di combustibili fossili, cattura e sequestro della CO<sub>2</sub>". In particolare, nell'ambito dell'obiettivo a.1 "Progetto e realizzazione delle modifiche migliorative dell'Impianto Dimostrativo SOTACARBO". L'attività riguarda le modifiche dell'Impianto "Dimostrativo" di gassificazione, già presente presso il Centro Ricerche Sotacarbo, per l'effettuazione di test di co-gassificazione di carbone e biomasse da filiera corta (come il cippato), con produzione di un syngas da impiegarsi per la generazione elettrica.

L'obiettivo consiste nel modificare l'attuale impianto dimostrativo (che comprende un gassificatore a letto fisso up-draft da 5 MWt), al fine di renderlo adatto al funzionamento in continuo per la produzione di energia elettrica da biomasse (cippato di legno) miscelate con carbone. In particolare, dovranno essere migliorati e ottimizzati: il sistema di caricamento automatico del combustibile, il sistema di scarico ceneri, il sistema di raffreddamento del gassificatore; inoltre dovrà essere progettato un nuovo sistema di clean-up del syngas che possa rendere le caratteristiche del syngas compatibili con i requisiti di un motore a combustione interna per la produzione di energia elettrica.

Pertanto, verranno studiati nel dettaglio gli interventi necessari per l'effettuazione delle prime campagne sperimentali sull'impianto dimostrativo di gassificazione.

## 1 Introduzione

Nell'ambito delle attività di ricerca per lo sviluppo di un processo di co-gassificazione di carbone e biomasse a emissioni estremamente ridotte di agenti inquinanti, Sotacarbo ha sviluppato una Piattaforma Sperimentale comprendente due impianti di gassificazione in letto fisso up-draft e una linea per la depurazione e lo sfruttamento energetico del syngas.



**Figura 1. La piattaforma pilota Sotacarbo**

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

Tale impianto è costituito da: una sezione di gassificazione; uno scrubber di primo lavaggio del syngas; una torcia. Nello specifico la sezione di gassificazione è costituita principalmente da un reattore a letto fisso up-draft di taglia 5 MWt con una camicia di raffreddamento in acciaio in sostituzione del materiale refrattario presente in molti gassificatori della medesima taglia. Il reattore di gassificazione utilizza aria e vapore come agenti gassificanti ed opera a pressione pressoché atmosferica ed è equipaggiato con una serie di apparecchiature ausiliarie a supporto della gassificazione, quali i sistemi per la produzione e l'immissione degli agenti gassificanti, il sistema di caricamento del combustibile, il sistema di regolazione e controllo dei parametri di processo, il sistema di raffreddamento del gassificatore, il sistema di scarico ceneri.

### 1.1 Il reattore di gassificazione

Il gassificatore dimostrativo della piattaforma Sotacarbo (Figura 1) è costituito da un reattore a letto fisso up-draft, progettato per operare con alimentazione ad aria e a pressione pressoché atmosferica. Il gassificatore ha un diametro interno di 1300 mm e un'altezza complessiva pari a 2800 mm, con un'altezza massima del letto di combustibile pari a circa 2400 mm. Il combustibile viene introdotto all'interno del gassificatore dall'alto, attraverso una tramoggia a cui segue un condotto con forma a Y con tre ghigliottine per la gestione del caricamento. Il combustibile viene caricato sulla tramoggia superiore tramite un sistema

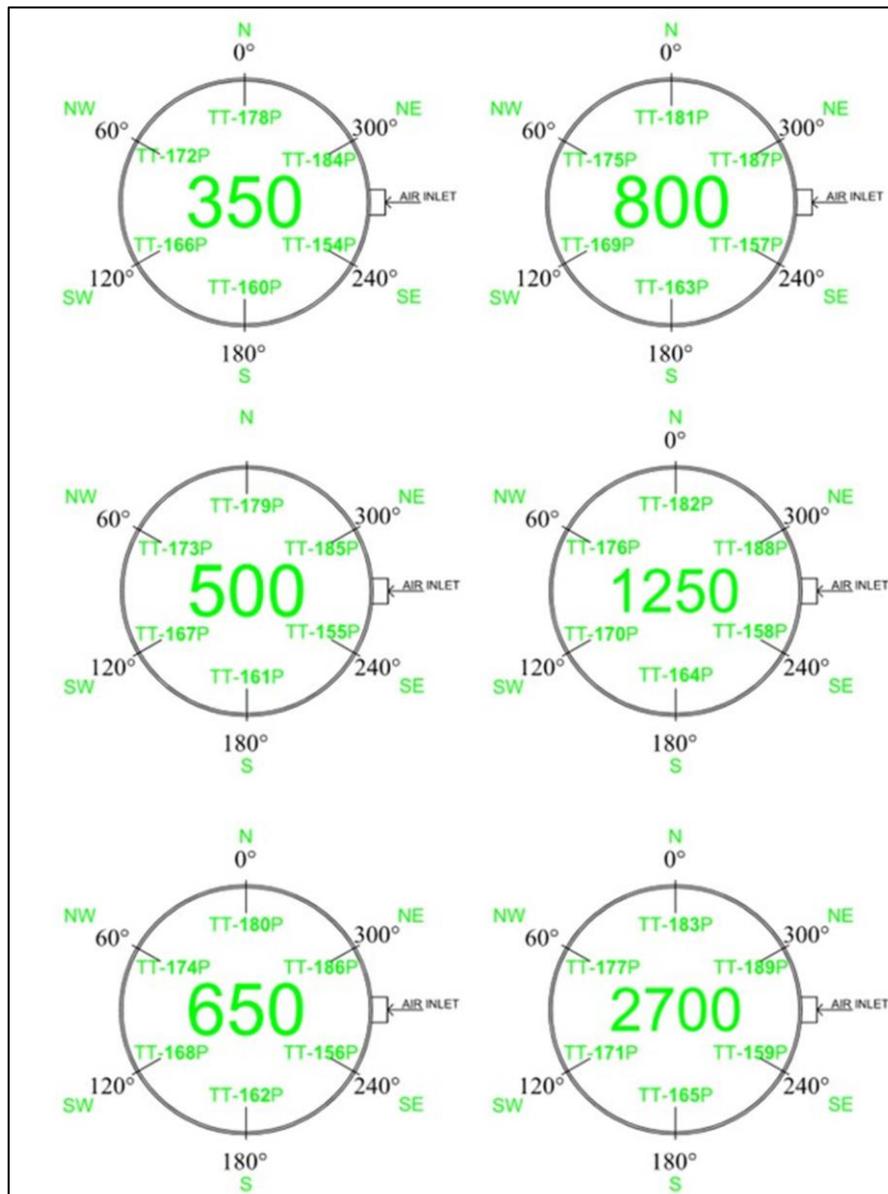
convogliatore Redler a moncatena raschiante, mentre gli agenti gassificanti (aria e vapore) vengono inviati al sistema di distribuzione posto nella parte bassa del reattore di gassificazione, quindi in controcorrente rispetto al combustibile. All'interno del gassificatore avvengono una serie di reazioni in funzione della temperatura raggiunta e della tipologia dei reagenti presenti nelle varie sezioni del letto di gassificazione (riscaldamento, essiccazione, pirolisi, gassificazione, combustione). Un agitatore (stirrer), dotato di sistema di raffreddamento con ricircolo d'acqua, provvede, se azionato e immerso nel letto solido, ad omogeneizzare il letto medesimo limitando la formazione di cammini preferenziali. Il raffreddamento del gassificatore è assicurato tramite un sistema a circuito chiuso ed a circolazione naturale che utilizza dell'acqua che viene fatta circolare all'interno della camicia del gassificatore stesso. Successivamente il vapore prodotto viene convogliato in un serbatoio orizzontale (steam drum) di volume pari a 0,2 m3, progettato per contenere una miscela bifasica di acqua e vapore, collegato con un condensatore ad aria a convezione forzata costituito da due ventole alimentate da 2 motori elettrici da 1,5 kW. Il profilo termico all'interno del gassificatore è determinato mediante 36 termocoppie posizionate sulle pareti del gassificatore su sei livelli differenti. Su ogni livello sono presenti sei termocoppie posizionate circolarmente con un angolo di 60° l'una dall'altra. Riportiamo di seguito un'immagine del gassificatore (Figura 2). In Tabella 1 e Figura 3 è visibile la disposizione delle termocoppie rispetto all'altezza del gassificatore.



Figura 2. La parte inferiore del gassificatore Dimostrativo.

Tabella 1. Posizionamento termocoppie alle diverse altezze del gassificatore

Altezza						
2700	TIT – 189P/PV	TIT – 183P/PV	TIT – 177P/PV	TIT – 171P/PV	TIT – 165P/PV	TIT – 159P/PV
1250	TIT – 188P/PV	TIT – 182P/PV	TIT – 176P/PV	TIT – 170P/PV	TIT – 164P/PV	TIT – 158P/PV
800	TIT – 187P/PV	TIT – 181P/PV	TIT – 175P/PV	TIT – 169P/PV	TIT – 163P/PV	TIT – 157P/PV
650	TIT – 186P/PV	TIT – 180P/PV	TIT – 174P/PV	TIT – 168P/PV	TIT – 162P/PV	TIT – 156P/PV
500	TIT – 185P/PV	TIT – 179P/PV	TIT – 173P/PV	TIT – 167P/PV	TIT – 161P/PV	TIT – 155P/PV
350	TIT – 184P/PV	TIT – 178P/PV	TIT – 172P/PV	TIT – 166P/PV	TIT – 160P/PV	TIT – 154P/PV
Fila	Nord Est	Nord	Nord Ovest	Sud Ovest	Sud	Sud Est
	6	1	2	3	4	5



**Figura 3. Disposizione delle termocoppie nel reattore.**

Il letto gassificazione è sostenuto da una griglia metallica che consente lo scarico delle ceneri attraverso un sistema composto da più piani concentrici (Figura 4). L'accensione avviene tramite sei irradiator ceramiche da 800 W disposti circolarmente ad una altezza di circa 450 mm dal fondo del reattore di gassificazione.

L'impianto dimostrativo è costituito inoltre da una sezione di lavaggio (scrubber) ed una torcia. L'assemblaggio dell'impianto è stato completato nel 2008 ma successivamente, durante il primo test funzionale, un problema al sistema di scaricamento ceneri ha compromesso il cinematisma della griglia. Nell'ambito di questo progetto si è proseguito il processo di ottimizzazione dell'impianto che ha comportato nuovi test di funzionamento nonché tutte le verifiche e le modifiche delle varie sezioni dell'impianto necessarie all'avviamento dello stesso.

Si riporta di seguito una descrizione approfondita delle sezioni dell'impianto, delle problematiche riscontrate, degli interventi eseguiti e delle modifiche apportate.



**Figura 4. La parte esterna della griglia del gassificatore Dimostrativo.**

## 2 Problemi impiantistici rilevati e soluzioni adottate

Il presente capitolo riporta le principali problematiche riscontrate sull'impianto dimostrativo e le soluzioni adottate per la loro risoluzione.

### 2.1 Sistema di caricamento combustibile al gassificatore

Il sistema di caricamento a catena Redler è stato installato per automatizzare e semplificare le operazioni di carico del materiale combustibile dell'impianto dimostrativo.

Tale sistema ha le caratteristiche di un convogliatore a catena raschiante generalmente utilizzato per il trasporto meccanico orizzontale o inclinato di prodotti solidi in polvere o granulari sfusi.

Esso è costituito da una serie di scomparti e da un sistema a catena snodata costituita da maglie stampate di tipo "K" in acciaio, con sistema di tensionamento a vite e molle a tazza. Lo scorrimento della catena provoca il passaggio del combustibile all'interno dei vari scomparti, permettendone il trasporto.

Alla base dell'impianto è stata installata una tramoggia della capacità di 4 m<sup>3</sup> in cui viene posto il materiale da caricare che, tramite il sistema trasportatore a catena della lunghezza di 19 m, viene trasferito nella tramoggia superiore, della capacità di 250 litri, situata in testa al gassificatore.

In Figura 5 è possibile vedere la disposizione del sistema di caricamento redler e del gassificatore.

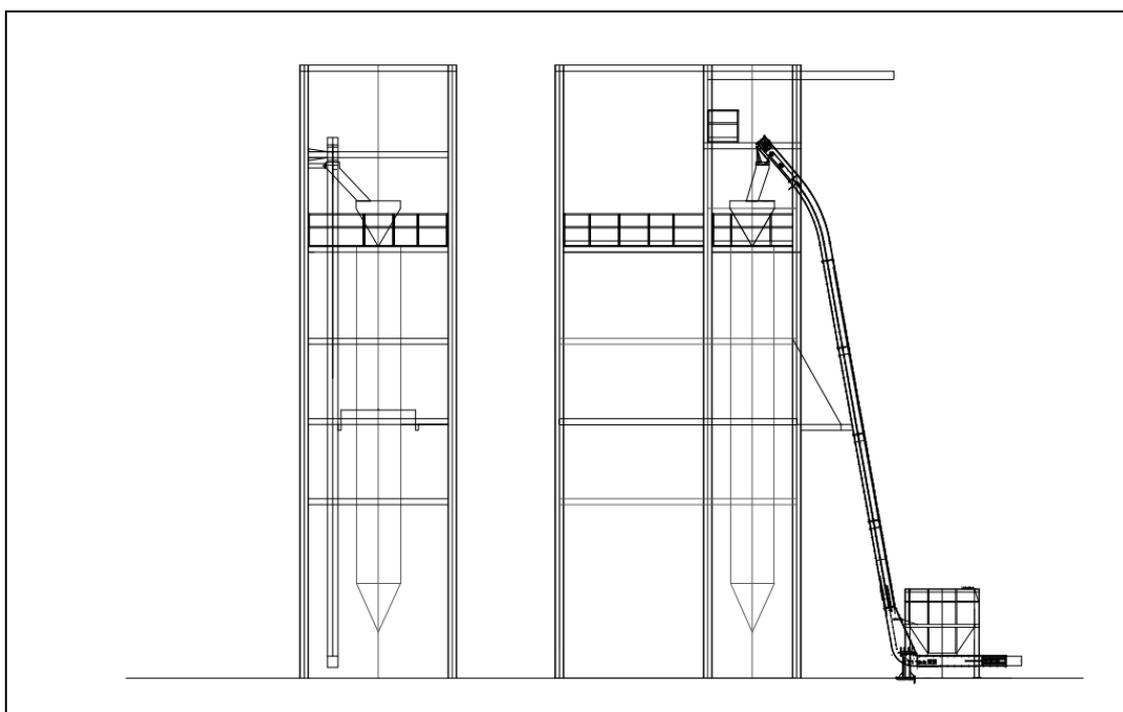
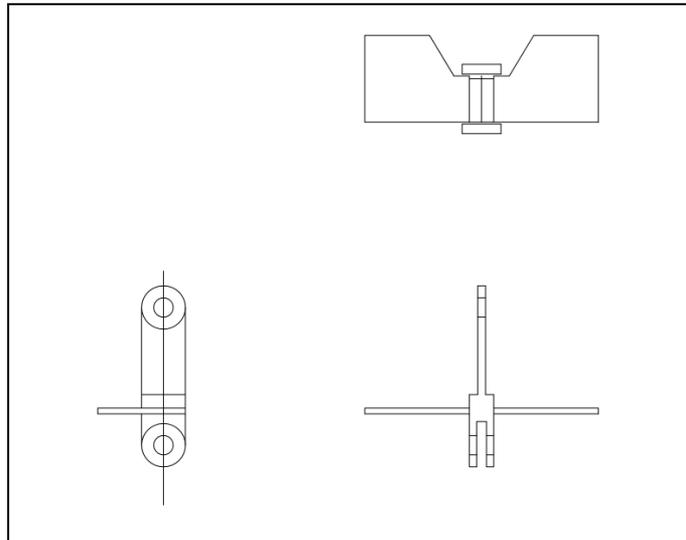


Figura 5. Sistema Redler

Il sistema di caricamento di combustibile è stato dimensionato con una catena di trasporto con passo 142 mm e con delle palette delle dimensioni di 238 x 90 x 8 mm, in tal modo tra i setti può essere contenuto un volume pari a 1,4 litri per ciascun lato; considerato un fattore di riempimento pari a  $k = 0,5$  si ottiene un volume di 10 L/m. In Figura 6 è rappresentato il disegno di una singola paletta della catena.



**Figura 6. Disegno paletta della catena Redler**

Considerando che la velocità massima del sistema di caricamento è pari a 0,2 m/s si può disporre di una portata massima pari a 10 m<sup>3</sup>/h. Il sistema di caricamento è gestito da un quadro di automazione che tramite un controllore a logica programmabile (PLC) Siemens S7 interno gestisce, con un tastierino esterno (Figura 7), i parametri impostabili dall'utente.



**Figura 7. Tastierino fronte quadro di controllo.**

Nel caso specifico possono essere immessi i dati relativi al peso del materiale da caricare nella tramoggia superiore e la velocità di scorrimento del trasportatore a catena. Questa seconda modalità è resa possibile grazie ad un inverter interno al quadro che parzializza la frequenza di rotazione del motore elettrico calettato sul pignone superiore. In Figura 8 è riportata la foto del quadro di comando.

A risoluzione delle problematiche relative agli ingorghi di materiale all'interno degli scomparti del sistema redler, nella parte sottostante alla tramoggia inferiore è stata installata una coclea rotante che ha la funzione di dosare il combustibile da trasferire al trasportatore a catena. L'inserzione della coclea è stata implementata nei comandi del quadro di controllo ed alimentata tramite un teleruttore aggiuntivo con un ritardo di circa 10 secondi rispetto alla partenza del sistema trasportatore a catena; in questo modo si permette alla catena di liberare lo spazio sottostante alla coclea stessa evitando problematiche di impaccamento del materiale residuo. Inoltre in caso di necessità la coclea (in modalità manuale) è inseribile o disinseribile tramite un commutatore indipendente posto a fronte quadro. Le caratteristiche della coclea sono le seguenti:

- Motore trifase della potenza di 1 HP con velocità di 1400 giri al minuto;
- Riduttore Bonfiglioli con rapporto di riduzione 1:102,3.

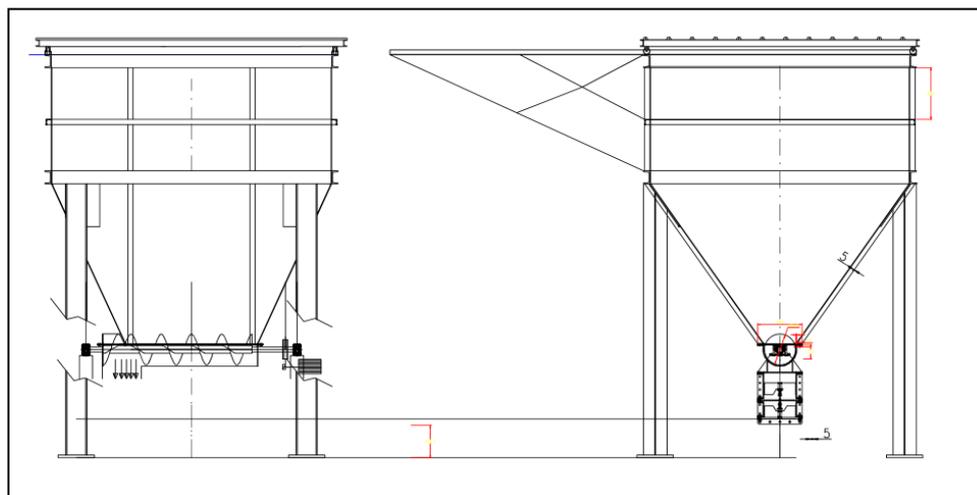


**Figura 8. Quadro di controllo Redler.**

Durante l'annualità corrente sono state effettuate anche le seguenti migliorie alla tramoggia inferiore:

- Introduzione di una copertura metallica scorrevole esterna a protezione del materiale contenuto nella tramoggia stessa da eventuali agenti atmosferici (pioggia);
- Introduzione di una griglia interna a maglie larghe per un migliore vaglio del materiale e di uno scuotitore per una migliore distribuzione del materiale all'interno della tramoggia.

In Figura 9 è possibile vedere il posizionamento della coclea alla base della tramoggia inferiore e la copertura scorrevole per la bocca di carico. In Figura 10 e Figura 11 sono invece visibili la griglia interna ed il sistema di scuotimento.



**Figura 9. Tramoggia inferiore di caricamento, con coclea e copertura scorrevole**



**Figura 10. Griglia interna per vagliatura del combustibile in tramoggia**



**Figura 11. Sistema scuotitore**

Il combustibile viene quindi trasferito alla tramoggia superiore dove viene riversato attraverso la bocca di scarico, dotata di convogliatore basculante. Il peso del carico sulla tramoggia superiore viene rilevato tramite l'uso di 4 celle di carico con portata 150 kg, interfacciate con il PLC interno (Siemens S7) che al raggiungimento del peso impostato provvede al blocco del trasportatore a catena. In Figura 12 e Figura 13 sono riportate le foto delle celle di carico ed il loro posizionamento alla tramoggia superiore.

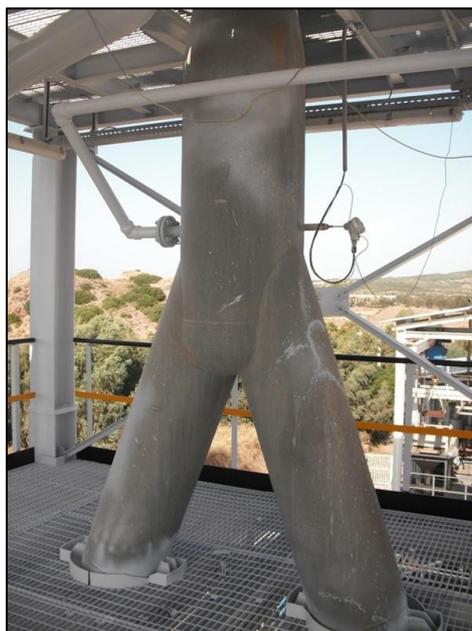


**Figura 12. Immagine della cella di carico.**



**Figura 13. Posizionamento della cella di carico nella tramoggia superiore del sistema di carico**

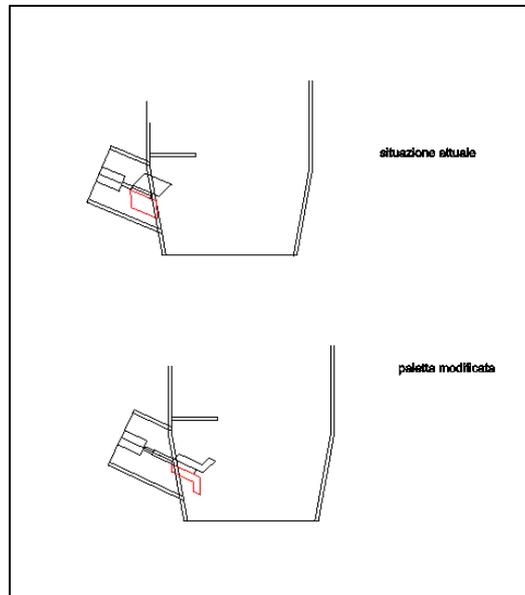
Il combustibile raggiunge il reattore di gassificazione passando attraverso tre valvole a ghigliottina posizionate lungo le condotte di adduzione. La prima ghigliottina permette il passaggio del combustibile in un condotto a forma di Y rovesciata caratterizzata da un volume di 1,1 m<sup>3</sup> (Figura 14). Infine, due valvole a ghigliottina installate sui bracci inferiori del condotto permettono il passaggio del combustibile al gassificatore.



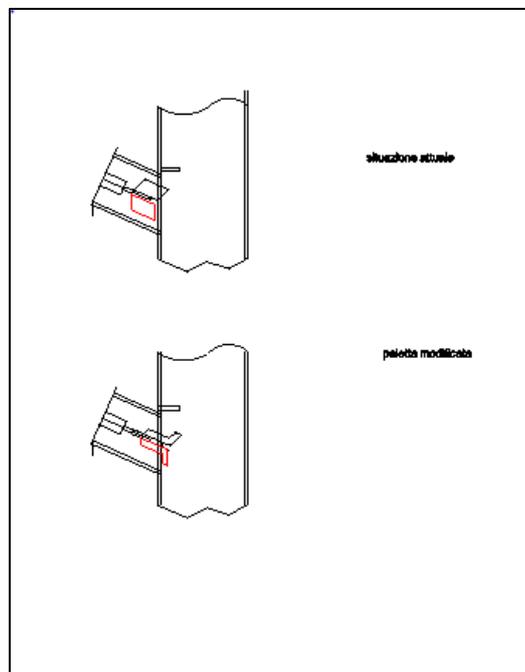
**Figura 14. Tubazioni del sistema a Y per il caricamento del combustibile nel gassificatore**

Per verificare lo stato di riempimento lungo i condotti di caricamento del combustibile sono presenti dei misuratori di livello a palette rotanti. In condizioni normali di funzionamento la presenza di materiale alla quota del misuratore blocca la rotazione della paletta ed in sala controllo viene attivata una spia che indica che il tubo di caricamento è pieno. Tali misuratori sono sei in totale di cui due nella parte alta (LS191P e LS192P) e quattro nella parte bassa (LS105P, LS106P, LS107P e LS108P).

Durante le attività sperimentali si era riscontrato il blocco di materiale residuo tra la paletta del misuratore e la parete del tubo impedendone la rotazione anche con tubo di caricamento vuoto. In questa condizione il misuratore forniva una informazione errata in sala controllo. Per ovviare a tale problema è stata effettuata la modifica della paletta del misuratore come illustrato in Figura 15 e Figura 16.



**Figura 15. Modifica dei misuratori di caricamento della parte alta (LS191P e LS192P)**



**Figura 16. Modifica dei misuratori di livello parte bassa (LS105P, LS106P, LS107P e LS108P)**

Queste modifiche hanno comportato l'allungamento del perno della paletta in modo che questa risultasse maggiormente lontana dalle pareti del tubo di caricamento e contemporaneamente si è provveduto a ridurre la superficie della paletta con un nuovo profilo ad L senza alterarne il raggio d'azione (disegnato in rosso nelle figure). Inoltre si è rispettata la zona di azione del tegolo posizionato sopra il misuratore in

modo da non comprometterne la funzione di protezione della paletta dalla caduta di materiale dall'alto. Al seguito di tale modifica non si sono più verificati funzionamenti anomali dei misuratori di livello.

Si è inoltre provveduto a realizzare due bocchelli di ispezione (Figura 17) sulle biforcazioni inferiori dei tubi di adduzione combustibile al reattore di gassificazione. Tali bocchelli, ciascuno dei quali è costituito da un tronchetto da 10" saldato sulla relativa tubazione, sono stati necessari per permettere interventi di manutenzione e l'ispezione delle tubazioni stesse.

Tali migliorie, unitamente alla realizzazione di un sistema rompiponte costituito da un cuneo rotante collegato ad una ruota di comando, rendono possibile la risoluzione di eventuali ingorghi di combustibile in corrispondenza delle biforcazioni.



**Figura 17. A - Bocchello di ispezione con sistema rompiponte, B – Sistema interno con paletta rompiponte**

La ricerca di una maggiore automatizzazione dell'impianto e di uno standard operativo che garantisca una maggiore sicurezza per gli operatori, ha portato alla decisione di installare un sistema video di monitoraggio della tramoggia inferiore e superiore tramite telecamere (Figura 18); tale sistema, attualmente in fase di implementazione, permetterà di supervisionare le operazioni di carico direttamente da sala controllo con un monitor dedicato.



**Figura 18. Videocamera sorveglianza tipo "Bullet"**

Di seguito sono riportate le caratteristiche dell'impianto di monitoraggio del sistema di caricamento:

- N.5 videocamere da esterno tipo "Bullet";
- Sistema IP con risoluzione 2,0 Mpixel;
- Sensibilità 0,1 lux;
- Zoom ottico 2,8 – 12 mm;
- Illuminatore infrarosso per visione notturna B/W con 36 led;
- NVR 8 ingressi possibilità di collegare telecamere con risoluzione sino a 5 megapixel (200fps);
- HDD da 1000 Gb;

- Uscita per monitor SVGA;
- Collegabile in rete;
- Registrazione tramite HDD interno;
- Alimentazione da linea dedicata.

Il sistema di caricamento è inoltre equipaggiato con un sistema di aspirazione (Figura 19) con filtro depolveratore a 4 cassette con elementi filtranti in Dantherm® (Figura 20). Grazie alle bocche di aspirazione montate sulla tramoggia per il combustibile, esso assicura una efficace rimozione delle polveri garantendo le condizioni di sicurezza durante le operazioni di caricamento.



**Figura 19. Sistema di depolverazione.**



**Figura 20. Dettaglio dei cassettei filtranti**

## 2.2 Sistema di scarico ceneri del gassificatore

Il sistema è composto da un cono di scarico ceneri dove è alloggiata un griglia mobile a piani concentrici, movimentata da un motore che ne consente la rotazione in entrambi i versi attraverso un albero di trasmissione. Lo scarico delle ceneri dal gassificatore è completato da due ghigliottine che aprendosi alternativamente permettono la fuoriuscita delle ceneri. I test e le analisi effettuate durante la corrente annualità hanno permesso di giungere a diverse conclusioni; in particolare:

- le modifiche precedentemente apportate al sistema sono state testate e valutate; tra queste, il nuovo posizionamento dell'albero ha permesso il funzionamento della griglia senza le problematiche che avevano causato la rottura dei giunti cardanici durante l'annualità precedente;
- si è riscontrato un anomalo funzionamento del sistema durante la fase di scarico del materiale esausto; l'analisi ha permesso di verificare l'avvenuto danneggiamento della ralla (la griglia si mostrava bloccata);
- le elevate temperature cui sono stati esposti i piatti di protezione della griglia, unitamente all'insufficiente gioco tra i piatti e al vincolo alla deformazione imposto dai collegamenti filettati degli stessi coi traversini di supporto, hanno portato indesiderati fenomeni di deformazione plastica dei piatti che ne hanno reso impossibile il riutilizzo. In Figura 21 è visibile la disposizione dei piatti;
- la ralla ha necessità di essere frequentemente ingrassata; i sistemi di ingrassaggio attualmente presenti ne permettano la lubrificazione senza dover ricorrere allo smontaggio dell'intero cono di scarico, ma il comportamento termico del gassificatore impone l'utilizzo di un grasso maggiormente resistente alle elevate temperature.



**Figura 21. Griglia di scarico ceneri**

Per garantire una maggiore affidabilità al sistema e ripristinare i componenti danneggiati si sono ritenuti necessari i seguenti interventi:

- smontaggio ed ingrassaggio della ralla danneggiata e acquisto di una ralla aggiuntiva di riserva;
- acquisto di grasso lubrificante semisintetico al bisolfuro di molibdeno, idrorepellente e resistente alle condizioni di esercizio considerate (punto di gocciolamento: 275 °C);
- modifica della tenuta di supporto dei cuscinetti del pignone e costruzione cappello di protezione tenute;
- sostituzione del pignone causa deformazione durante i test sperimentali;
- sabbiatura del cono di scarico ceneri e verniciatura con prodotti per alta temperatura;
- riprogettazione, costruzione e montaggio di nuovi dischi di protezione del sistema di movimentazione della griglia in AISI 310 (sp. 16), del raschiatore e della nuova serie di viti in AISI 321.

Il nuovo set di piatti per la griglia, costituito da n. 4 dischi caratterizzati da spessore di 16 mm, è stato interamente riprogettato e realizzato in acciaio AISI 310. Quest'acciaio austenitico, tipicamente utilizzato nelle camere di combustione, grazie al maggior contenuto in Cromo (25%) e Nichel (22%) rispetto all'AISI 304, permette il raggiungimento di temperature di esercizio maggiori (fino a 1120 °C in servizio continuo) di quanto consentito dai precedenti piatti. In particolare è stato riprogettato il sistema di collegamento e di

montaggio dei piatti del disco inferiore, con spianatura periferica e realizzazione di asole e scassi in modo da permetterne lo scorrimento. Il set di dischi è costituito da:

- n.1 disco inferiore, diviso in n.2 piatti, forato per il fissaggio sugli appositi supporti (sp.15 mm) e asolato per permettere lo scorrimento in condizioni di dilatazione termica (Figura 22);
- n.1 disco intermedio inferiore, diviso in n.2 piatti, forato per il fissaggio sugli appositi supporti e per il montaggio di apposito raschiatore;
- n.1 disco intermedio superiore, forato per il montaggio sugli appositi supporti e per il montaggio del distanziale sul disco intermedio inferiore;
- n.1 disco superiore, provvisto di n.3 supporti con filettatura interna M12 per il montaggio sul disco intermedio superiore.



**Figura 22. Particolare dei dischi di protezione del sistema di movimentazione griglia**

E' stato inoltre riprogettato il kit di fissaggio dei dischi al cono di scarico (Figura 23); le viti che lo compongono sono state appositamente realizzate in AISI 321, un acciaio austenitico caratterizzato dalla presenza di Titanio, che ne garantisce una maggiore resistenza meccanica a caldo. Il nuovo kit di fissaggio comprende le seguenti viti:

- n. 24 viti a testa esagonale M12x32 mm, gambo parzialmente filettato (15 mm), per il montaggio della piastra inferiore ai traversini di supporto;
- n. 16 viti a testa esagonale M12x 55mm, gambo parzialmente filettato (26 mm), per il montaggio della piastra intermedia inferiore ai traversini di supporto;
- n. 4 viti a testa esagonale M12x 55mm, gambo parzialmente filettato (26 mm), per il montaggio del raschiatore sulla piastra intermedia inferiore;
- n. 12 viti a testa esagonale M12x 55mm, gambo parzialmente filettato (26 mm), per il montaggio della piastra intermedia superiore ai traversini di supporto;
- n. 1 barra filettata M12x160 mm, per il montaggio del distanziale tra le piastre intermedie;
- n. 3 viti a testa esagonale M12x40 mm, gambo parzialmente filettato (27 mm), per il montaggio dei supporti della piastra superiore alla piastra intermedia superiore.



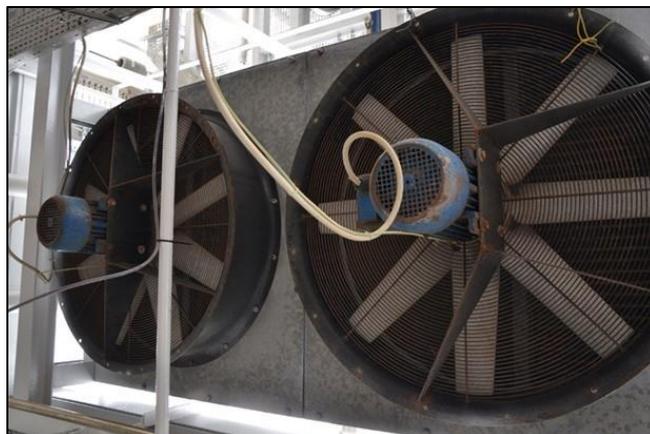


**Figura 24. Steam Drum**



**Figura 25. Indicatore magnetico di livello**

Il corpo cilindrico è in collegamento con un condensatore ad aria a convezione forzata (Figura 26) che possiede due ventole con motori da 1,5 kW.



**Figura 26. Condensatore**

Il sistema di raffreddamento ha la capacità di dissipare al massimo 500 kWt con una portata massima di 800 kg/h di vapore.

Il flusso di condensa proveniente dagli aerotermi e in ingresso allo steam drum è misurato attraverso un misuratore di portata posizionato sulla linea di uscita del condensatore ad aria forzata. Lo strumento (Figura 27), un misuratore di portata elettronico Barksdale mod.UQS7-10, è costituito da un corpo di alluminio con protezione IP65 contenente un sensore di flusso ad ultrasuoni specifico per la misurazione di portate di acqua e di emulsioni acquose nei sistemi di raffreddamento ad elevata potenzialità. Lo strumento è caratterizzato da un campo di misura compreso tra 0,4 e 10 L/min e tra i 0,0024 e 0,6 m<sup>3</sup>/h con un'accuratezza del +/- 2,5%, può lavorare in condizioni di temperatura comprese tra i -30°C e gli 80°C, per una pressione massima di 25 bar. Il misuratore è installato sotto battente per garantire la costante presenza di fluido necessaria per il corretto funzionamento della tecnologia ad ultrasuoni.



**Figura 27. Misuratore di portata condensa ad ultrasuoni**

Il vapore condensato, dopo aver attraversato il misuratore di condensa, viene convogliato direttamente nella camicia di raffreddamento senza passare dallo steam drum.

## 2.4 Sistema di movimentazione del letto del gassificatore (STIRRER)

Il sistema di movimentazione del letto del gassificatore (STIRRER) è costituito principalmente da:

- un albero verticale, cavo per assicurare la circolazione interna di acqua necessaria al raffreddamento;
- un'asta montata perpendicolarmente all'albero alla sua estremità inferiore e dotata di "pettini" per effettuare il mescolamento del letto;
- un pistone oleodinamico dotato di centralina che consente la traslazione verticale dell'albero;
- un motore per la rotazione del sistema, dotato di una cella di carico per la misurazione della resistenza alla rotazione;
- un sistema di circolazione dell'acqua di raffreddamento.

Di seguito si riporta la Figura 28 in cui è possibile notare i motori di rotazione e traslazione.

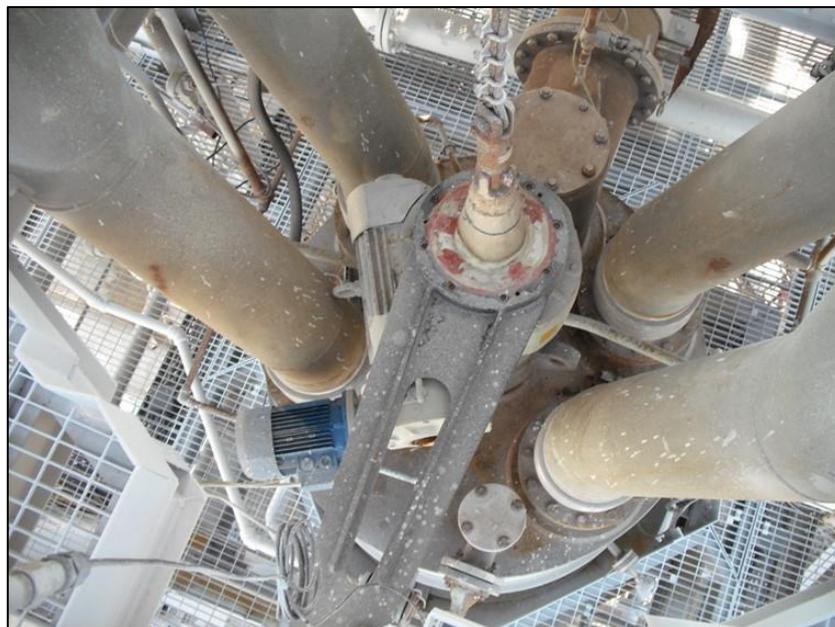


Figura 28. Motori di rotazione e traslazione dello stirrer.

Il particolare montaggio di albero verticale e asta inferiore conferisce allo stirrer la tipica forma di una T rovesciata; la sua traslazione verticale varia da quota 1400 mm del reattore di gassificazione fino a quota 2400 mm ed è permessa dall'azionamento di un attuttore idraulico comandato da una centralina oleodinamica.

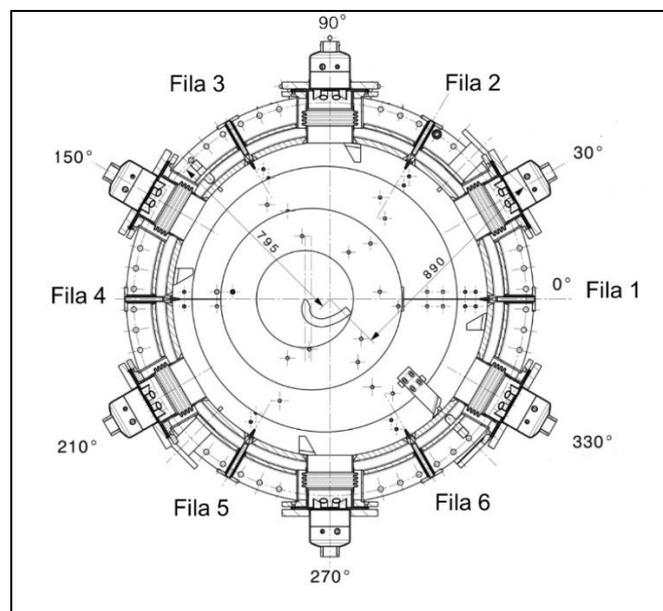
Lo spostamento viene rilevato da un misuratore con un campo scala 0-1000 mm che invia il segnale alla sala controllo dove viene registrata la misura. Dal sistema di regolazione e controllo è possibile inviare il comando di salita o di discesa attraverso l'immissione diretta del valore numerico. Alle estremità del pistone sono posizionati i finecorsa. Il motore installato in testa allo stirrer permette la rotazione in entrambi i sensi e quindi il mescolamento del letto di gassificazione, favorendone l'omogeneizzazione; inoltre la presenza della cella di carico garantisce la protezione del sistema in caso di sovraccarichi.

## 2.5 Sistema di accensione del gassificatore

Il sistema di accensione del gassificatore è costituito da sei irradiator ceramiche ad infrarossi della potenza monofase di 800 W ciascuna, marca Elstein modello HTS, con dimensioni 125 mm X 125 mm dotate di termocoppia interna di tipo K (0-1000 °C). Gli irradiator sono inseriti in un alloggiamento metallico e disposti circolarmente con angoli di 60° tra loro e posizionati a quota 500 mm. Si riporta di seguito l'immagine di un irradiatore ceramico (Figura 29) e della sezione del gassificatore dove sono posizionati gli irradiator (Figura 30).



**Figura 29. Irradiatore**



**Figura 30. Sezione del reattore e posizionamento degli irradiator**

Gli irradiator sono alimentati da tre SCR monofase della potenza di 2 kW con controllo della potenza da sistema di regolazione e controllo in relazione al set point di temperatura impostata.

## 2.6 Sistema di adduzione aria processo

La soffiante (Figura 32), di tipo centrifugo a più giranti coassiali, agisce prelevando energia da un motore elettrico accoppiato a mezzo di trasmissione a cinghia e creando una variazione di pressione tra la bocca aspirante e la bocca premente. Il dato relativo alla portata massima di 1100 m<sup>3</sup>/h è ottenuto in corrispondenza di una velocità di rotazione della girante pari a 5300 RPM, per una prevalenza di 42,50 kPa (Figura 31).

La regolazione del flusso d'aria al gassificatore e alle lampade con funzionamento in mandata è realizzato attraverso una variazione della pressione a valle della soffiante ottenuto parzializzando la portata del fluido alla mandata della macchina, nel caso specifico attraverso le valvole on/off e regolatrici poste sulla linea.

La modulazione del flusso d'aria al gassificatore in corrispondenza delle basse portate, in particolare sotto i 400 kg/h, è ottenuta attraverso la regolazione dell'apertura di un vent a valle della soffiante (Figura 33); esso garantisce un efficace abbattimento del rapporto di compressione a cavallo della soffiante e permette il controllo della portata dell'aria processo fino a valori inferiori ai 30 kg/h, riducendo il rischio di raggungimento delle condizioni di pompaggio.

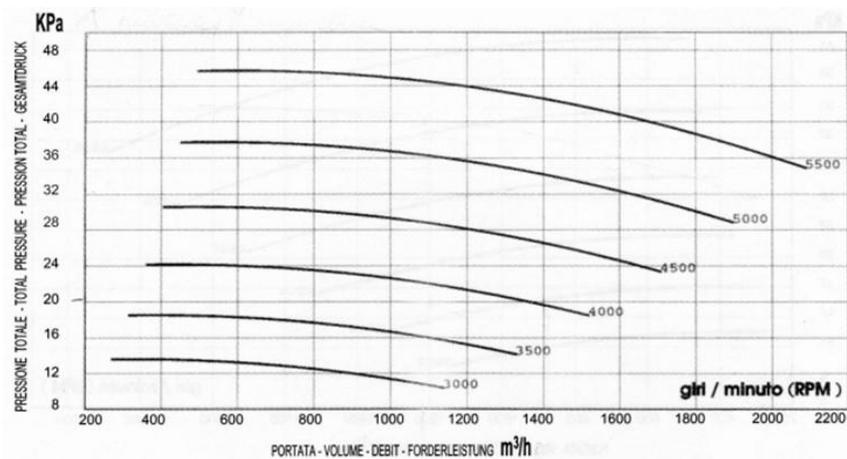


Figura 31. Curva caratteristica della soffiante



Figura 32. Soffiante



Figura 33. Valvola di riciclo aria (in basso) e vent

## 2.7 Scrubber e sistemi di scarico e stoccaggio reflui

Lo scrubber ha lo scopo di effettuare un lavaggio ad acqua del syngas tramite un flusso equicorrente immesso mediante tre ugelli conici. Gli ugelli, di tipo cono pieno e posizionati su tre rampe sovrapposte, garantiscono un adeguato lavaggio della corrente gassosa. Lo scrubber svolge anche la funzione di guardia idraulica anti ritorno di fiamma; essa è assicurata dalla parte del corpo cilindrico della torre di lavaggio che è immersa per 200 mm al di sotto del pelo libero dell'acqua. Una volta subito il lavaggio, il syngas in uscita attraversa un demister costituito da 8 dischi forati sovrapposti al fine di eliminare l'acqua eventualmente trascinata. Il TAR separato dal syngas confluisce nella parte conica inferiore dello scrubber; da qui mediante una pompa monovite viene rimosso. Il volume di acqua contenuto nello scrubber è di 6 m<sup>3</sup>; tale invaso, unito a quello del contenitore di accumulo, consente di avere un discreto volano termico e di mantenere efficiente il potere lavante dell'acqua, evitando fenomeni repentini di saturazione sia in rapporto all'acidità cloridrica sia alla concentrazione salina.

La vasca di accumulo ha un volume di 6 m<sup>3</sup> ed è collegata allo scrubber mediante una tubazione, ed è internamente divisa da due setti che fungono da barriere per il trattenimento dell'eventuale frazione saturante o di quella sedimentabile. La vasca di accumulo ha nella parte bassa una valvola per lo scarico dei sedimenti, inoltre è dotata di una presa di reintegro dell'acqua evaporata durante il lavaggio del syngas e dell'acqua scaricata come refluo. L'acqua proveniente dalla vasca di accumulo viene rilanciata alla colonna di lavaggio tramite un sistema di pompe e di filtri. Si riportano di seguito due immagini dello scrubber (Figura 34) e della vasca di accumulo insieme al sistema di ricircolo e lavaggio acqua (Figura 35).

Lo scarico dello scrubber è garantito da una pompa monovite posta al fondo del serbatoio di lavaggio che invia i reflui ad un pozzetto da cui, tramite una pompa di rilancio, vengono inviati ad una vasca di raccolta temporanea per l'alimentazione del sistema di trattamento.

La pompa di rilancio è posizionata, grazie ad un apposito supporto, ad un livello superiore rispetto a quello occupato dai depositi catramosi; unitamente a questo, una rete di protezione per il filtraggio del refluo a monte dell'aspirazione riduce lo sporco e la probabilità di guasto della pompa. Una pompa dosatrice

ed un circuito per l'invio di soda alla pompa monovite garantiscono il mantenimento dello stato fluido dei residui di TAR all'interno del componente.



Figura 34. Scrubber



Figura 35. Vasca di accumulo e sistema di ricircolo acqua di lavaggio

La misurazione del livello del fluido contenuto nei due serbatoi è affidato ad un sistema di trasmettitori elettronici di pressione differenziale che, attraverso la differenza tra la pressione misurata sul fondo del serbatoio e quella misurata sulla parte di serbatoio non bagnata dal liquido, fornisce l'indicazione desiderata con buona affidabilità nelle condizioni di lavoro previste (Campo di misura  $\pm 32$  kPa; Pressione massima di lavoro ammissibile: 14 MPa g).

Durante la corrente annualità, in previsione dell'utilizzo dell'impianto in abbinamento ad un motore a combustione interna per la generazione elettrica, è stato progettato un più efficiente sistema di clean-up del syngas. Questo è costituito da uno skid su cui si ritrovano le diverse sezioni di trattamento.

### 2.7.1 Ciclone

Il syngas in uscita dal reattore di gassificazione entra nel ciclone dove, grazie alla velocità impressa al gas, avviene un primo abbattimento delle particelle solide ad alta temperatura. Questo abbattimento consente la rimozione delle particelle più grossolane e l'omogeneizzazione della distribuzione dei diametri di particelle a valle dell'apparecchiatura. Il particolato così separato dalla corrente gassosa è raccolto all'interno del contenitore posto al di sotto del ciclone, dimensionato opportunamente per garantire il funzionamento in continuo dell'impianto.

### 2.7.2 Venturi-scrubber

La corrente gassosa in uscita dal ciclone entra nel venturi-scrubber dove si verifica un'intima miscelazione tra gas caldo e acqua di ricircolo grazie al passaggio attraverso la gola dell'apparecchiatura. Questo dispositivo consente tre effetti contemporanei:

- il raffreddamento del gas fino alla temperatura di condizionamento finale;
- l'abbattimento delle particelle solide per effetto della spinta delle goccioline d'acqua spruzzate all'interno del venturi-scrubber;
- la condensazione dei composti organici al fondo dell'apparecchiatura, con l'abbattimento del contenuto di TAR.

Il dispositivo è installato al di sopra di una vasca di separazione, all'interno della quale avviene la stratificazione della fase più pesante dei TAR, la sedimentazione parziale del particolato abbattuto nel venturi-scrubber e la conseguente chiarificazione dell'acqua di ricircolo al sistema di abbattimento.

Una pompa monovite installata al di sotto della vasca di separazione permette invece lo scarico del TAR depositato sul fondo. L'acqua così ripulita viene prelevata dalla pompa di ricircolo e ulteriori sedimenti vengono separati tramite un filtro autopulente.

L'acqua filtrata attraversa infine uno scambiatore ad aria forzata con ausilio di una ventola, dove dissipa nell'ambiente il calore in eccesso, prima di essere inviata nuovamente al venturi scrubber.

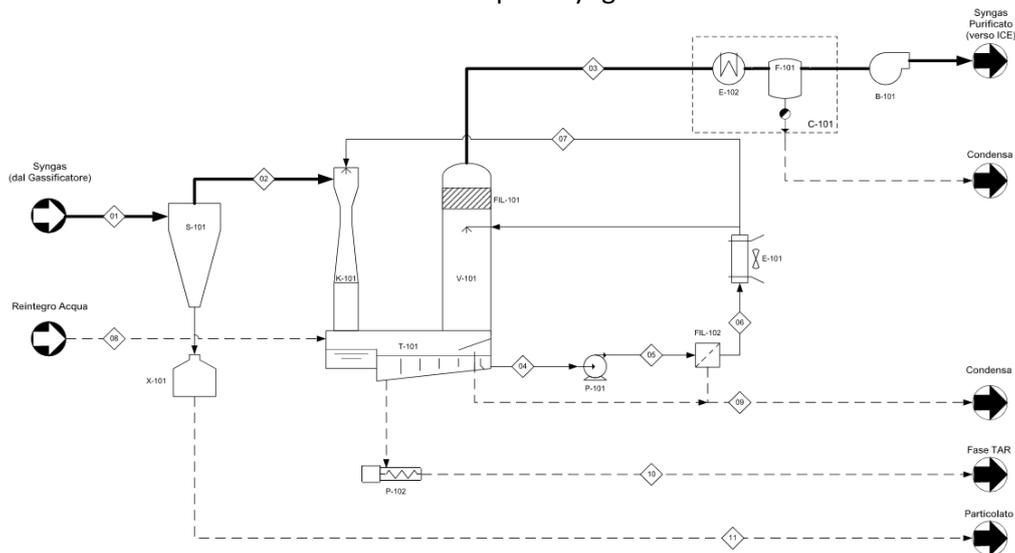
Al fine di valorizzare e recuperare dal punto di vista energetico il tar è stato progettato un sistema di raccolta (al di fuori della vasca di raccolta dello scrubber) che consenta di mantenere lo stesso in fase liquida (anche se con un elevato grado di viscosità) tramite riscaldamento con vapore e successivamente inviare il tar stesso al gassificatore per una sua valorizzazione energetica.

### 2.7.3 Scrubber

Il gas attraversa il pelo libero della vasca ad una velocità tale da evitare il trascinarsi delle goccioline d'acqua ed entra nella sezione successiva, rappresentata da uno scrubber. Qui una piccola portata d'acqua viene spruzzata per completare l'operazione di abbattimento delle particelle più piccole. Successivamente il gas passa attraverso un demister, che grazie alla sua struttura di piccoli canali promuove la coalescenza dell'umidità ancora presente nel gas, permettendo di restituire il syngas purificato alla soffiante in condizioni sature.

Il sistema di trattamento si completa con un chiller che, attraverso la sottrazione di calore al flusso gassoso, permette di separare l'acqua in eccesso e con una soffiante, la cui funzione è quella di consentire il superamento delle perdite di carico dell'impianto e quindi l'invio del syngas purificato al MCI.

Nella Figura 36 è schematizzato il sistema di clean-up del syngas.



**Figura 36. Sistema di clean-up del syngas**

## 2.8 Sistema torcia

La torcia ha il compito di bruciare il syngas prodotto dal gassificatore. Essa è composta da:

- sistema di adduzione GPL;
- sistema di accensione con fiamma pilota;
- camera di combustione;
- camino di evacuazione fumi;
- ventilatore aria comburente.

La torcia (Figura 38) funziona in maniera completamente automatica ed è gestita tramite un PLC indipendente dal sistema di regolazione e controllo. L'accensione e lo spegnimento sono invece comandati da sala controllo dall'operatore che ha comunque possibilità di monitorare il funzionamento della torcia; questo può avvenire grazie all'acquisizione dei dati che avviene dal PLC del quadro torcia al sistema di regolazione e controllo. Un display di interfacciamento al sistema PLC consente l'impostazione del valore di temperatura di funzionamento e la modifica degli altri parametri operativi e di processo.

Le caratteristiche del syngas prodotto comportano un notevole sporco della valvola rompifiamma a monte della torcia con conseguente intasamento; per ridurre il numero di interventi di pulizia della valvola, in corrispondenza di questa la tubazione è provvista di alcuni bocchelli di spurgo (Figura 37), collegati con la vasca di raccolta temporanea tramite tubazione in polietilene.

Le operazioni di pulizia della rompifiamma comportano lo smontaggio della stessa ed il suo lavaggio completo. Durante l'intervento per motivazioni di sicurezza dei manutentori, il flusso di syngas viene inviato in atmosfera attraverso il vent e la torcia viene spenta. Per quanto temporanei e non frequenti, la necessità di eliminare il funzionamento dell'impianto in tali condizioni, ha imposto l'acquisto di una nuova valvola rompifiamma, che permetterà di eliminare la problematica.

Nell'ottica dell'allungamento dei tempi di funzionamento dell'impianto e riduzione dei tempi di inattività, si è inoltre proceduto all'acquisto di una nuova valvola regolatrice del flusso di GPL alla torcia, da utilizzarsi come ricambio.

Alcune anomalie riscontrate durante i test sperimentali e di funzionamento hanno fatto venire alla luce diverse problematiche relative al sistema automatico di regolazione dell'aria processo. A valle del ventilatore dell'aria comburente si trova infatti una serranda di parzializzazione dell'aria, comandata da un attuatore pneumatico. Le difficoltà di regolazione riscontrate sono state ricondotte all'angolo di funzionamento dell'attuatore che, non lavorando nella direzione ideale, andava a forzare il sistema di ingranaggi della serranda. La sostituzione di quest'ultima, il riposizionamento del pistone e la sostituzione del gruppo di comando pneumatico dell'attuatore, hanno permesso la risoluzione delle anomalie riscontrate ed il corretto funzionamento del sistema di regolazione.



**Figura 37. Bocchelli di spurgo della valvola rompifiamma**



**Figura 38. Torcia**

## 2.9 Linea syngas di collegamento tra impianto dimostrativo e pilota

L'esigenza di sperimentare il processo di generazione elettrica ed i processi di trattamento del syngas presenti nell'impianto Pilota con un impianto che, come quello Dimostrativo, garantisca una maggiore stabilità al processo di gassificazione e dunque una maggiore stabilità della composizione del syngas, ha portato allo studio di una soluzione di integrazione fra i due impianti della piattaforma Pilota.

E' stata quindi progettata e realizzata una linea di collegamento tra i due impianti (Figura 39) che permette di prelevare il syngas prodotto dal reattore dimostrativo, in una sezione a valle dello scrubber (Figura 40), e di reimmetterlo a valle dello skid (Figura 41) dell'impianto pilota.



Figura 39. Linea di collegamento syngas tra gli impianti Dimostrativo e Pilota

La linea, fatta correre parallelamente alle linee di inertizzazione e di depolverazione grazie ad una modifica dei supporti preesistenti, e per la cui realizzazione è stata utilizzata una tubazione in AISI 304 da 4", ha richiesto inoltre la realizzazione di un innesto per l'inertizzazione della condotta (Figura 42) con azoto. Sia la sezione di prelievo che quella di immissione del syngas sono equipaggiate con trasmettitori di pressione Bourdon Haenni ED701 con campo di misura compreso tra 0 e 600 mbar.



Figura 40. Punto di prelievo del syngas a valle dello scrubber dell'impianto Dimostrativo



**Figura 41. Punto di immissione del syngas a valle dello skid dell'Impianto Pilota**



**Figura 42. Punto di immissione dell'azoto per l'inertizzazione della linea.**

## 2.10 Motore a combustione interna

Le attività di sperimentazione riguardanti l'utilizzo del syngas per la produzione di energia elettrica attraverso un motore a combustione interna, hanno comportato il ripristino del gruppo elettrogeno Tessari (Figura 43), della potenza nominale di 24 kW elettrici, installato presso l'impianto di gassificazione pilota della piattaforma Sotacarbo.

Il motore può essere alimentato, oltre che con il syngas prodotto dal processo di gassificazione e preventivamente depurato, anche con miscele dello stesso syngas con l'idrogeno prodotto nella linea di trattamento a caldo dell'impianto pilota o proveniente da stoccaggio in bombole mediante una linea dedicata.



Figura 43. Gruppo elettrogeno Tessari da 24 kW elettrici

Il motore a combustione interna è collegato a un elettrogeneratore e l'energia elettrica prodotta viene successivamente dissipata con un sistema di lampade a resistenza. Al fine di consentire il funzionamento del motore per periodi di tempo significativi anche quando la produzione di syngas non è sufficiente (come accade con alcuni combustibili e sotto alcune particolari condizioni operative), è stato introdotto un polmone costituito da un serbatoio a due camere del volume complessivo di 11,3 m<sup>3</sup>.

Le operazioni di verifica effettuate dai tecnici allo scopo di preparare il gruppo elettrogeno alle sperimentazioni sull'impianto dimostrativo, hanno consentito di constatare come due steli delle valvole risultassero piegati a seguito di grippaggio delle valvole. Le analisi effettuate hanno permesso di giungere a diverse conclusioni:

- si sono verificate condizioni di scarsa lubrificazione nei precedenti utilizzi del motore, in particolare durante le fasi di avviamento, quando il film di lubrificante residuo sui componenti, dopo i lunghi periodi di fermo, non risultava più sufficiente al corretto funzionamento;
- il flusso di syngas in alimentazione al motore non aveva caratteristiche di purezza sufficienti ad incontrare i requisiti di funzionamento del motore stesso; pertanto le particelle trascinate col flusso di gas sono andate ad aderire sui componenti meccanici riducendo le già esigue tolleranze (il motore del gruppo elettrogeno nasce con alimentazione a gasolio, pertanto è stato adattato per l'alimentazione a GPL).

Il motore ha quindi richiesto delle lavorazioni finalizzate a ripristinare le sue funzioni e ad impedire il ripetersi delle condizioni che hanno portato al suo danneggiamento; tra queste:

- Sostituzione n.6 valvole di aspirazione e n.6 valvole di scarico, con modifica steli e precamera;

- Ripristino sedi valvole;
- Sostituzione n.2 aste punterie;
- Rettifica testata.

In particolare si è provveduto ad effettuare un'accurata lavorazione sulla finitura superficiale delle valvole al fine da ridurre le possibilità di adesione delle particelle trascinate col flusso di syngas.

I requisiti del motore richiedono caratteristiche di purezza del syngas superiori a quelle garantite dal sistema di lavaggio (scrubber) attualmente installato sull'impianto dimostrativo. Questo ha imposto la progettazione del nuovo sistema di clean-up, precedentemente descritto. In attesa della realizzazione dello stesso, al fine di migliorare la qualità del syngas in alimentazione al motore, riducendone il contenuto di inquinanti, si è quindi deciso di implementare un ulteriore sistema di filtrazione a monte del gruppo elettrogeno (Figura 44). Questo è basato su 3 filtri di carta cilindrici di derivazione automobilistica ad elevato potere filtrante, contenuti in una camera di calma cilindrica in acciaio (L=800 mm, D=500 mm) collegata al motore attraverso una tubazione in AISI 304 da 3", dotata di un trasmettitore di pressione Bourdon Haenni ED701 (campo di misura: 0-600 mbar).



**Figura 44. Filtro per motore a combustione interna**

## 2.11 Sistema di regolazione a controllo

Il sistema di regolazione e controllo è costituito dal quadro di controllo cui arrivano tutti i segnali dall'impianto e da una postazione di controllo dalla quale, tramite un software appropriato, vengono inviati i comandi all'impianto ed acquisiti e registrati tutti i segnali da questo provenienti.

In seguito a un guasto verificatosi sulla macchina a servizio dell'impianto Pilota per la rottura della scheda madre, si è resa necessaria la sostituzione e la riprogrammazione della macchina da parte dei tecnici della ditta Eurotherm, fornitrice del sistema; si è pertanto deciso di acquistare una nuova macchina di backup.

Tale macchina consente, nel caso di guasto a una delle due presenti, di poter proseguire l'attività sperimentale senza alcun tipo di interruzione.

Nello specifico la macchina acquistata consta di un pc desktop completo di monitor dedicato sul quale sono installati entrambi i progetti Dimostrativo e Pilota su macchina virtuale Windows Xp; la soluzione con la macchina virtuale consente di poter avere entrambi i progetti su un'unica macchina facendo risparmiare così sull'acquisto di due macchine dedicate.

La scelta di adottare tale soluzione è consentita dal fatto che la macchina in oggetto dovrà lavorare solo in caso di guasto di una delle due macchine attualmente a disposizione e per il tempo necessario alla riparazione della stessa. Si riportano di seguito le caratteristiche della macchina in oggetto.

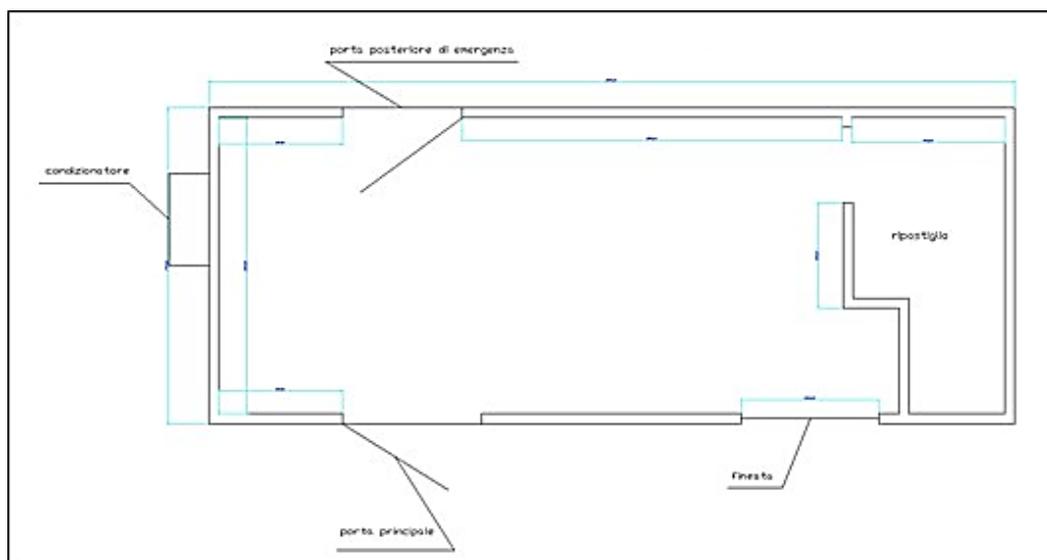
*Hardware stazione operatore* composta da Pc desktop Precision tower serie 3000 avente le seguenti caratteristiche:

- Processore: Processore Intel® Xeon® E3-1220 v5 (quad-core, 3 GHz, 3,5 GHz Turbo, 8 MB);
- Sistema operativo: Windows 7 Professional (64 bit) italiano;
- Scheda grafica: NVIDIA® NVS315, 1 GB, DMS59, doppio adattatore DVI-DMS;
- E-Star®: Energy Star;
- Opzioni del Telaio: Chassis Dell Precision Tower 3620 da 290 W con efficienza fino all'85%;
- Cavo: Cavo di alimentazione italiano;
- Memoria: DDR4 non ECC, 8 GB (1x8 GB), 2.133 MHz;
- Controller disco: Controller Intel SATA integrato;
- Configurazione RAID per dischi rigidi interni: SATA C1 da 3,5", 1 disco rigido;
- Disco rigido: Disco rigido SATA da 3,5", 1 TB, 7.200 rpm;
- Configurazione RAID oltre 2 TB: Volume di avvio o storage inferiore a 2 TB;
- Unità ottica: Unità DVD+/-RW half height 16x;
- Schede di rete: Scheda di interfaccia di rete aggiuntiva (PCIe-Intel) 1 Gbit;
- Opzioni di ripristino del sistema operativo: Windows 7 Professional (64 bit) MUI DVD di risorse;
- Ripristino immagine: Dell Backup and Recovery Basic 1.6;
- Monitor 24".

La necessità di razionalizzare l'utilizzo delle risorse umane disponibili per le attività sperimentali, garantendo allo stesso tempo le indispensabili condizioni di sicurezza, ha portato alla decisione di riposizionare la sala controllo spostandola dalla sua precedente ubicazione all'interno dell'edificio che ospita l'officina di servizio alla piattaforma pilota Sotacarbo. Si è quindi scelto di allestire la nuova sala controllo all'interno di un box prefabbricato (Figura 45) di dimensioni 6000 mm x 2500 mm, collocato a bordo impianto. In Figura 46 è riportata la pianta del box.



**Figura 45. Box Sala Controllo**



**Figura 46. Pianta del box prefabbricato**

### 3 Conclusioni

Durante l'annualità in corso il principale obiettivo è stato quello di ottimizzare la sezione di gassificazione e rendere automatiche diverse operazioni in precedenza gestite manualmente, inoltre, in previsione dell'utilizzo di un sistema di produzione di energia elettrica MCI (motore a combustione interna) è stato effettuato lo studio e la progettazione di un sistema innovativo di clean-up del syngas con recupero termico del tar; riassumiamo di seguito le principali modifiche effettuate:

- Automazione e ottimizzazione del sistema di caricamento combustibile includendo una misura molto del combustibile da caricare
- Piping di collegamento degli impianti Dimostrativo e Pilota
- Predisposizione di un filtro per invio del syngas a MCI (motore a combustione interna) dell'impianto Dimostrativo (a causa della scarsa efficienza dello scrubber nella pulizia del syngas)
- Progettazione di un nuovo sistema di pulizia del syngas che permetta il recupero termico del tar tramite il suo invio al gassificatore
- Ottimizzazione del funzionamento della torcia
- Ottimizzazione e modifica del sistema di scarico ceneri

In generale è possibile concludere che le modifiche progettate e realizzate dal gruppo di lavoro Sotacarbo/ENEA hanno permesso di ottimizzare e automatizzare il funzionamento del reattore di gassificazione e di migliorare il processo di gassificazione e di progettare nuovo sistema di clean-up del syngas.

In futuro sarà dunque necessario: continuare il lavoro di ottimizzazione del processo di gassificazione e di modifica dell'impianto, realizzare e settare il nuovo sistema di clean-up, al fine di ottenere un syngas con le caratteristiche utili ad essere inviato ad un sistema di produzione di energia elettrica: MCI (motore a combustione interna), realizzare e studiare il recupero termico del tar prodotto tramite il suo invio al gassificatore.

## 4 Presentazione società

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

Le attività della Sotacarbo riguardano soprattutto:

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

## All. I. Progettazione del sistema di clean-up del syngas dell'impianto Dimostrativo Sotacarbo

- Fascicolo tecnico (TS0301.REV00)
- Layout preliminare (LAY0312.REV00)
- Equipment list (EQL0310.REV00)
- Equipment data sheet (PDS0208.REV01;)
- Bilanci di massa e di energia (M&EB0302.REV01)
- I/O summary (IOS0309.REV01)
- Narrativa di controllo e specifiche generali (CSS0309.REV00)
- Progettazione di dettaglio e disegni costruttivi (MDS0304.REV01; FED0311\_CICLONE\_S-101\_REV01
- Diagramma Unifilare (ECD0318.REV00)
- Diagramma di flusso del processo (PFD0303.REV00-00)
- Diagramma P&I (P&ID0308.REV01)

<b>Project</b> STC.02.16	<b>Document no.</b> STC.02.16.TS0301.REV00	<b>Level</b>	2
--------------------------	--	--------------	---

<b>Client</b> Sotacarbo S.p.a	<b>Document type</b> Class B	<b>Attachments</b>	0
-------------------------------	------------------------------	--------------------	---

<b>Title</b>	<p><b>Sistema di clean-up del syngas prodotto dall'impianto di gassificazione dimostrativo Sotacarbo</b></p> <p><b>Syngas da Biomassa con utilizzo in ICE (motore)</b></p> <p><b>Fascicolo Tecnico ("TS")</b></p>
--------------	---

Note:

Documento emesso in conformità all'Ordine Ord.89-16 HYSYTECH del 06/06/2016 (in seguito, "**Ordine**"), emesso in conformità alla Ns. Offerta No. STC.OF.02.16.REV00 (in seguito, "**Offerta**").

Fatti salvi i termini definiti all'interno del presente documento, ove specificati tra virgolette e caratteri in grassetto, i termini contraddistinti con lettere iniziali maiuscole hanno solo ed esclusivamente il significato definito nel Contratto.

<b>Date</b>	<b>Prepared by</b>	Signature	<b>Checked by</b>	Signature	<b>Approved by</b>	Signature
09/09/2016	G. Piras		G. Ielpo		L. Marchisio	

<b>Project</b> STC.02.16	<b>Document no.</b> STC.02.16.TS0301.REV00	<b>Level</b>	2
--------------------------	--	--------------	---

## Indice

<i>Indice</i> .....	2
<i>1 Descrizione del processo</i> .....	3
<i>2 Descrizione dell'impianto</i> .....	5
2.1 Descrizione delle apparecchiature principali .....	5
2.1.1 Unità 01 - Rimozione Particolato.....	5
2.1.2 Unità 02 - Lavaggio.....	5
2.1.3 Unità 03 - Raffreddamento .....	6
2.2 Descrizione delle Apparecchiature Ausiliarie. ....	6
<i>3 Capacità della fornitura</i> .....	8
<i>4 Definizione dei Limiti di Batteria</i> .....	9
4.1 Definizione dei Collegamenti .....	9
<i>5 Specifiche dei Flussi In Ingresso</i> .....	10
<i>6 Specifiche dei Flussi in Uscita</i> .....	11
<i>7 Specifiche dei Servizi</i> .....	12
<i>8 Normativa applicabile</i> .....	15

<b>Project</b> STC.02.16	<b>Document no.</b> STC.02.16.TS0301.REV00	<b>Level</b>	2
--------------------------	--	--------------	---

## 1 Descrizione del processo

Lo scopo del Processo è la pulizia del syngas, prodotto dall'impianto di gassificazione dimostrativo del Cliente (Impianto esistente), in modo da raggiungere le specifiche richieste per l'impiego del gas in un motore a combustione interna.

L'Impianto è rappresentato dal Diagramma a blocchi ("**BFD**", doc. STC.02.16.BFD0204.REV00). Le interazioni tra le diverse Unità sono rappresentate all'interno dello stesso diagramma.

L'Impianto opera in base al processo così come in seguito descritto:

Il Syngas in uscita dal reattore di gassificazione Up-Draft (Impianto esistente) entra nel ciclone S-101 dove, grazie all'effetto centrifugo impresso al gas, avviene un primo abbattimento delle particelle solide ad alta temperatura. Questo abbattimento consente di trattenere le particelle più grossolane e di omogeneizzare la distribuzione dei diametri delle particelle fini a valle dell'apparecchiatura.

Il particolato che viene separato dalla corrente gassosa è raccolto all'interno del contenitore X-101, posto al di sotto del ciclone S-101, dimensionato opportunamente per garantire il funzionamento in continuo dell'impianto.

La corrente gassosa in uscita dal ciclone S-101 entra nel Venturi Scrubber K-201 dove, grazie al passaggio attraverso la gola dell'apparecchiatura, si ha un'intima miscelazione tra il gas caldo e l'acqua di lavaggio e raffreddamento.

In questa apparecchiatura si hanno tre effetti in parallelo:

- i) il gas viene raffreddato alla temperatura di condizionamento finale;
- ii) le particelle solide vengono abbattute per effetto della spinta delle goccioline d'acqua spruzzate all'interno del Venturi Scrubber;
- iii) i composti organici vengono condensati al fondo dell'apparecchiatura, abbattendo il contenuto del TAR fino al loro dew-point in corrispondenza con l'effettiva temperatura di funzionamento.

Il Venturi Scrubber è installato al di sopra di una vasca di separazione, T-201. Il liquido attraversa lentamente la vasca nella quale, grazie ad opportune lavorazioni interne, si ottiene la stratificazione della fase TAR, la sedimentazione parziale del particolato abbattuto e la conseguente chiarificazione dell'acqua.

L'acqua accumulata viene prelevata dalla pompa P-201 e viene ricircolata, dopo raffreddamento attraverso l'aeroraffreddatore E-201, al sistema di abbattimento in un circuito chiuso. Ulteriori sedimenti vengono separati tramite filtri fini a cartuccia FIL-202.

L'accumulo della fase leggera del TAR nella vasca di separazione T-201 è evitato azionando la pompa volumetrica P-202. La fase TAR in uscita dalla vasca contiene circa il 50% in peso di acqua, che viene recuperata mediante evaporazione, all'interno del serbatoio T-202, ed una fase di condensazione e raccolta, all'interno del serbatoio T-203.

<b>Project</b> STC.02.16	<b>Document no.</b> STC.02.16.TS0301.REV00	<b>Level</b>	2
--------------------------	--	--------------	---

Quando il livello nel serbatoio T-203 raggiunge una soglia definita, entra in funzione la pompa P-203 che preleva l'acqua recuperata e la rimanda alla vasca di separazione T-201 in un circuito chiuso.

Il TAR residuo, impoverito d'acqua, viene scaricato dal serbatoio T-202 mediante la medesima pompa peristaltica P-202.

Il gas lavato attraversa il volume libero della vasca ad una velocità tale da evitare il trascinamento delle goccioline d'acqua ed entra nello Scrubber V-201, dove una piccola portata d'acqua viene spruzzata per completare l'operazione di abbattimento delle particelle più piccole, il gas passa quindi attraverso un demister, FIL-201, che grazie alla sua struttura di piccoli canali promuove la coalescenza dell'umidità ancora presente nel gas, permettendo di restituire il Syngas Purificato alla soffiante in condizioni sature.

Il Syngas viene aspirato lungo tutto l'impianto tramite la soffiante B-301, che consente di vincere le perdite di carico, ed è quindi inviato verso il motore a combustione interna (escluso dalla Fornitura). Prima della soffiante è installato il Chiller C-301 che permette di sottoraffreddare il gas eliminando l'umidità in eccesso prima di alimentarlo al MCI.

<b>Project</b> STC.02.16	<b>Document no.</b> STC.02.16.TS0301.REV00	<b>Level</b>	2
--------------------------	--	--------------	---

## 2 Descrizione dell'impianto

L'Impianto è suddiviso in unità funzionali (in seguito "U" o "Unità"), in particolare:

- **Unità 01** - Rimozione Particolato
- **Unità 02** - Lavaggio
- **Unità 03** - Raffreddamento

### 2.1 Descrizione delle apparecchiature principali

L'Impianto e le sue Apparecchiature Principali sono rappresentate nel Process Flow Diagram ("PFD" doc. STC.02.16.PFD0303.REV00).

#### 2.1.1 Unità 01 - Rimozione Particolato

I componenti principali dell'unità 01 sono:

**Ciclone S-101** Separatore inerziale per il particolato con taglia  $\geq 100$   $\mu\text{m}$ , diametro medio delle particelle abbattute 60  $\mu\text{m}$ . Scarico manuale con predisposizione per l'automatizzazione.

**Contentore Particolato X-101** Contentore per lo stoccaggio del particolato, scarico manuale.

Impianto elettrico, valvole e sistema di controllo per la gestione del ciclone.

#### 2.1.2 Unità 02 - Lavaggio

I componenti principale dell'unità 02 sono:

**Venturi Scrubber K-201** Scrubber che raffredda il gas, condensa i composti organici (TAR) ed abbatte le particelle solide fini.

**Vasca di Separazione T-201** Vasca di stratificazione del TAR dove avviene la sedimentazione del particolato abbattuto e la chiarificazione dell'acqua di ricircolo.

**Scrubber V-201** Torre di lavaggio che completa l'abbattimento delle particelle fini e raffredda ulteriormente il syngas.

**Demister FIL-201** Impedisce il trascinarsi delle goccioline d'acqua da parte del syngas.

<b>Project</b> STC.02.16	<b>Document no.</b> STC.02.16.TS0301.REV00	<b>Level</b>	2
--------------------------	--	--------------	---

**Pompa Ricircolo P-201**

Pompa che preleva l'acqua chiarificata dalla vasca di separazione e fornisce l'acqua di lavaggio in pressione al sistema di sprinkler del K-201 e del V-201.

**Filtro a cartuccia FIL-202 A/B/C**

Filtri in parallelo per trattenere il particolato presente nell'acqua chiarificata.

**Raffreddatore ad aria E-201**

Raffredda l'acqua di ricircolo proveniente dalla vasca di separazione.

**Pompa TAR P-202**

Pompa volumetrica utilizzata per la gestione del TAR.

**Evaporatore T-202**

Serbatoio con scambiatore interno che permette di evaporare l'acqua presente nel TAR, concentrandolo.

**Condensatore E-203**

Condensa il vapore acqueo recuperato dalla fase TAR.

**Serbatoio Condense T-203**

Serbatoio polmone che accumula la condensa recuperata dal TAR.

**Pompa Rilancio Acqua P-203**

Pompa per il reintegro della vasca T-201 con la condensa recuperata dal TAR.

Impianto elettrico, valvole e sistema di controllo per la gestione dell'unità di lavaggio.

### 2.1.3 Unità 03 - Raffreddamento

I componenti principali dell'unità 03 sono:

**Essiccatore Chiller C-301**

Sottoraffredda il syngas e condensa l'umidità e le tracce residue di TAR.

**Soffiante B-301**

Soffiante centrifuga che permette di vincere le perdite di carico dell'impianto e mantiene la pressione di alimentazione al motore ICE.

**Filtro Particolato FIL-301**

Filtro fine per abbattere il particolato fine residuo (taglia media 3µm). Da valutare se incluso nella fornitura del motore ICE.

Impianto elettrico, valvole e sistema di controllo per la gestione dell'unità di raffreddamento.

## 2.2 Descrizione delle Apparecchiature Ausiliarie.

Fanno parte delle Apparecchiature Ausiliarie, tutte quelle necessarie al funzionamento dell'Impianto. Le più importanti sono:

<b>Project</b> STC.02.16	<b>Document no.</b> STC.02.16.TS0301.REV00	<b>Level</b>	2
--------------------------	--	--------------	---

- (i) **“Quadro Controllo”** inteso come, collettivamente:
- Il quadro elettrico principale (all’interno dei Limiti di Fornitura);
  - Il quadro di controllo, comprensivo del hardware di controllo (PLC), gestione e monitoraggio dell’Impianto. Il Quadro Controllo consente il monitoraggio remoto tramite password di accesso.
  - Software installato e funzionante sul PLC di cui sopra;
  - Il Quadro Controllo è realizzato per essere collocato in zona sicura (Zona non classificata ai sensi della normativa ATEX), protetto dalla pioggia, dalla polvere, dalla luce diretta del sole. La Committente è responsabile della predisposizione, messa in funzione e manutenzione di adeguati sistemi per la manutenzione delle condizioni di umidità e temperatura prescritte per il corretto funzionamento del Quadro Controllo.
- (ii) **“Impianti Meccanici”** ivi comprese le tubazioni e valvole di intercettazione manuale all’interno dei Limiti di Fornitura;
- (iii) **“Impianti Elettrici”** ivi compresi i cablaggi delle linee elettriche e di controllo all’interno dei Limiti di Fornitura;

Le Apparecchiature, secondo le necessità del Cliente, potranno essere installate su telai in acciaio o strutture skid (in seguito “Skid”). Lo Skid è realizzato in acciaio al carbonio, trattata con processo di verniciatura adeguato alla zona d’installazione, secondo le dimensioni ed il layout che saranno prodotti nella Progettazione di Base, ed esclude qualunque tipo di copertura non esplicitamente necessaria per il funzionamento delle Apparecchiature a giudizio dell’Impresa.

Ai fini della messa a terra di protezione, tutte le parti metalliche (Apparecchiature, condotti, canaline, junction box, etc.) sono collegate ad un unico punto del relativo Skid, impiegando dove necessario cavo di sezione adeguata in accordo alle norme vigenti. Tutti gli elementi metallici imbullonati sono collegati dove necessario al punto di messa a terra dello Skid. La messa a terra dello Skid è responsabilità della Committente.

I componenti e le linee saranno coibentate o protetti, ove necessario, in modo da evitare punti caldi, possibile fonte di pericolo per il personale adibito all’operazione dell’Impianto;

Tutti i materiali a contatto con il fluido saranno in materiali compatibili con le condizioni di lavoro, secondo quanto definito dalla Progettazione di Dettaglio.

L’Impianto è equipaggiato con tutti i dispositivi necessari a garantirne il funzionamento e la sicurezza, conformemente alla Normative Applicabili.

<b>Project</b> STC.02.16	<b>Document no.</b> STC.02.16.TS0301.REV00	<b>Level</b>	2
--------------------------	--	--------------	---

### 3 Capacità della fornitura

La capacità dell’Impianto è riferita alla portata di alimentazione definita come: 1.000 kg/h di Syngas contenente 60.000 mg/Nm<sup>3</sup> di TAR e 3.000 mg/Nm<sup>3</sup> di particolato (di seguito **“Capacità”**).

In aggiunta alle definizioni e condizioni contenute nel documento Fascicolo Tecnico “TS” della Fornitura e successive revisioni, la Capacità è soggetta a:

- i) l’erogazione da parte del Cliente dei Flussi In Ingresso all’interno di quanto specificato nel paragrafo 5 del presente documento;
- ii) l’erogazione da parte del Cliente dei Servizi, all’interno di quanto specificato nel paragrafo 7 del presente documento, in osservanza di tutti gli obblighi e responsabilità lì definiti;
- iii) la disponibilità del Cliente a gestire i Flussi In Uscita all’interno di quanto specificato nel paragrafo 6 del presente documento;
- iv) la corretta operazione dell’Impianto da parte del Cliente;
- v) la corretta manutenzione dell’Impianto da parte del Cliente, eseguita a regola d’arte e agli intervalli specificati.

<b>Project</b> STC.02.16	<b>Document no.</b> STC.02.16.TS0301.REV00	<b>Level</b>	2
--------------------------	--	--------------	---

## 4 Definizione dei Limiti di Batteria

I Limiti di Fornitura sono da intendersi così come rappresentati dal Diagramma a blocchi ("**BFD**", doc. STC.02.16.BFD0204.REV00).

Ogni Collegamento ai limiti di batteria è composto di due terminali adatti all'adeguato allacciamento (ad esempio, flange, raccordi, morsetti, ecc). Uno dei terminali si trova all'interno dei limiti di batteria della Fornitura ("**Lato Fornitore**"), l'altro si trova al di fuori dei limiti di batteria della Fornitura ("**Lato Cliente**").

Tutti i terminali di Collegamento, sia Lato Cliente sia Lato Fornitore, dovranno essere realizzati secondo la specifica del Fornitore (ad es. materiale, tipo di connettore, dimensione, standard di riferimento, ecc).

### 4.1 Definizione dei Collegamenti

In seguito sono specificate le interfacce di collegamento alla Fornitura (insieme "**Collegamenti**", e ciascuna "**Collegamento**").

L'impianto possiede, ai sensi di quanto previsto nell'Allegato Limiti di Fornitura, i seguenti tipi di Collegamenti:

- "**Collegamenti di Processo**" suddivisi in:
  - "**Flussi in Ingresso**" così come rappresentati nell'Allegato Limiti di Fornitura e ulteriormente definiti qui inseguito;
  - "**Flussi in Uscita**" così come rappresentati nell'Allegato Limiti di Fornitura e ulteriormente definiti qui inseguito;
- "**Collegamenti di Servizio**" così come in seguito definiti.

<b>Project</b> STC.02.16	<b>Document no.</b> STC.02.16.TS0301.REV00	<b>Level</b> 2
--------------------------	--	----------------

## 5 Specifiche dei Flussi In Ingresso

Di seguito vengono elencate le specifiche dei flussi in ingresso (pressione, temperatura e portata) delle Materie Prime alimentate all’Impianto.

Nota Generale: i valori indicati come Max, Nor o Min non rappresentano nell’insieme una condizione di funzionamento della Fornitura. Specificano unicamente valori di progetto.

### “Syngas”

Gas da trattare al fine di ridurre il contenuto di TAR e particolato per renderlo idoneo all’impiego in motori ICE.

Portata (Max/ Nor/ Min):	- / 862,5 / -	Nm <sup>3</sup> /h
Temperatura (Max/ Nor/ Min):	- / 300 / -	°C
Pressione (Max/ Nor/ Min):	- / 0,03 / -	barg

Composizione tipica, espressa in %w:

<b>CO</b>	22
<b>CH<sub>4</sub></b>	1
<b>H<sub>2</sub>O</b>	6
<b>CO<sub>2</sub></b>	16
<b>H<sub>2</sub></b>	1
<b>N<sub>2</sub></b>	54
<b>O<sub>2</sub></b>	-
<b>C<sub>2</sub>H<sub>4</sub></b>	-
<b>TAR</b> [mg/Nm <sup>3</sup> ]	60.000
<b>Particolato</b> [mg/Nm <sup>3</sup> ]	3.000

### “Reintegro Acqua” \*

Acqua impiegata nella fase di lavaggio del Syngas

Portata (Max/ Nor/ Min):	- / 244 / -	kg/h
Temperatura (Max/ Nor/ Min):	- / 25 / -	°C
Pressione (Max/ Nor/ Min):	- / 2 / -	barg

\*Nota 1: La portata del reintegro di acqua varia a seconda di quanta acqua viene recuperata all’interno del processo.

<b>Project</b> STC.02.16	<b>Document no.</b> STC.02.16.TS0301.REV00	<b>Level</b> 2
--------------------------	--	----------------

## 6 Specifiche dei Flussi in Uscita

Di seguito vengono elencate le specifiche dei flussi in uscita (pressione, temperatura e portata) dall'Impianto.

Nota Generale: i valori indicati come Max, Nor o Min non rappresentano nell'insieme una condizione di funzionamento della Fornitura. Specificano unicamente valori di progetto.

### "Acqua da smaltire"

Portata (Max/ Nor/ Min): - / 288 / - kg/h  
Temperatura (Max/ Nor/ Min): - / 55 / - °C  
Pressione (Max/ Nor/ Min): Condizioni atmosferiche

### "TAR"

Portata (Max/ Nor/ Min): - / 56,4 / - kg/h  
Temperatura (Max/ Nor/ Min): - / 100 / - °C  
Pressione (Max/ Nor/ Min): - / 1,5 / - barg

### "Syngas Purificato" \*

Portata (Max/ Nor/ Min): - / 800 / - Nm<sup>3</sup>/h  
Temperatura (Max/ Nor/ Min): - / 25 / - °C  
Pressione (Max/ Nor/ Min): - / 0,1 / - barg

\*Nota 1: le condizioni dei Flussi In Uscita (flusso, composizione, temperatura, ecc.) possono variare secondo le condizioni del Syngas in ingresso.

<b>Project</b> STC.02.16	<b>Document no.</b> STC.02.16.TS0301.REV00	<b>Level</b>	2
--------------------------	--	--------------	---

## 7 Specifiche dei Servizi

In seguito sono indicate le specifiche dei servizi industriali, da collegare, attivare ed erogare ai limiti di batteria della Fornitura, necessari per il suo funzionamento, collaudo e Installazione (in seguito **"Servizi"**).

Fatta salva ogni diversa disposizione nella Documentazione Contrattuale, tutti i costi associati alle erogazioni dei Servizi, inclusi ma non limitati all'attivazione, consumo e manutenzione dei Servizi, siano questi fissi o variabili, concessi o forniti dalla Committente o da terzi, sono in ogni momento a totale carico della Committente.

Fatta salva ogni diversa disposizione nella Documentazione Contrattuale, è obbligo e responsabilità della Committente rendere i Servizi disponibili all'Impresa e garantire la loro erogazione ininterrotta, entro i livelli di specifica indicati in questa sezione e salvo interruzioni di breve durata. Eventuali inadempimenti o ritardi da quanto descritto al presente paragrafo esonerano l'Impresa da eventuali ritardi nella stessa misura dei ritardi qui incorsi e accumulati.

Fatta salva ogni diversa disposizione nella Documentazione Contrattuale, nella misura massima consentita dalla legge applicabile, l'Impresa non sarà responsabile a titolo di indennizzo e restano esclusi da qualunque garanzia esplicita o implicita (ivi compresa la Garanzia), qualsiasi perdita di profitto, perdita di produzione, perdita di utilizzo, perdita di contratti, perdita di affari, perdita di reddito, perdita di Capacità, perdita di Prestazione, perdita di dati, danni diretti o indiretti, speciali o consequenziali o perdite derivanti dalla mancata erogazione, erogazione parziale o fuori specifica, interruzione parziale, momentanea o totale dei Servizi.

### **"Alimentazione Elettrica"**

Il diagramma unifilare semplificato dell'Impianto è rappresentato dal Electrical Single-line Diagram ("**ECD**", doc. STC.02.16.ECD0318.REV00).

- Linea 1: 400 V AC (3ph + N + Gr) 50 Hz
- Potenza massima installata stimata pari a 21,9 kW;

NB. Il Fornitore può decidere l'impiego di altri tipi di tensione elettrica, anche alternata o continua, all'interno dei Limiti di Batteria, a seconda delle richieste di funzionamento dei componenti inclusi nella Fornitura e in osservanza delle normative applicabili. In questo caso, le opportune trasformazioni e/o rettifiche sono realizzate all'interno del Quadro Controllo.

### **"Azoto"**

- Formula chimica: N<sub>2</sub>
- Caratteristiche: gas compresso inodore e incolore, inerte, non infiammabile, non tossico.
- Pressione di alimentazione: 8 barg (Max)
- Specifica minima: Grado Tecnico 2.5

<b>Project</b>	STC.02.16	<b>Document no.</b>	STC.02.16.TS0301.REV00	<b>Level</b>	2
----------------	-----------	---------------------	------------------------	--------------	---

- Punto di fusione: -210 °C
- Punto di ebollizione: -196 °C
- Temperatura critica: -147 °C
- Densità relativa gas (aria=1): 0,97
- Solubilità in acqua: 20 mg/l
- Massima concentrazione residua di Ossigeno: 2% in volume.

### “Aria Strumenti”

- Pressione di alimentazione: 6 barg (Min)
- Filtrata e senza olio (Contenuto d’olio max 0,003 ppm; Polveri max 0,01 µm)
- Deumidificata con punto di rugiada: -20 °C (Max)

### “Vapore”

Potenza termica proveniente dall’esterno dell’Impianto utilizzata.

Utility a disposizione: Vapore d’acqua surriscaldato.

Portata totale (Max / Nor / Min)**:	- / 161,5 / -	kg/h
Temperatura (Max /Nor /Min)**:	- / 133 / -	°C
Pressione (Max / Nor / Min)**:	- / 2 / -	bar g

*\*\* valori operativi, verifiche e bilanci di materia ed energia si trovano all’interno dei valori qui indicati.*

### “Acqua di Raffreddamento”

#### Disponibile a:

Temperatura (Max /Nor /Min):	30 / 20 / 10	°C
Pressione (Max / Nor / Min):	4,0 / 2,5 / 2,0	bar g
Portata (Max / Nor / Min):	- / 7,3 / -	m <sup>3</sup> /h

#### Condizioni tipiche:

pH	6,5 - 8,5
Conduttività (20°C)	< 2.500 µS/cm
Nitrati:	<50 mg/l
Nitriti:	<0,5 mg/l
Cloruri:	<250 mg/l
Fluoruri:	<1,5 mg/l
Ferro:	<200 mg/l
Solfati:	<200 mg/l
Carica batterica totale a 22°C:	< 100 UFC/ml
Altro: trattamento con inibitori per la corrosione e biocidi (dove richiesto).	

<b>Project</b> STC.02.16	<b>Document no.</b> STC.02.16.TS0301.REV00	<b>Level</b>	2
--------------------------	--	--------------	---

### **“Trasmissione dati” – UT05 - TLC**

Morsettiera per cavo multifilo per segnali del tipo RS232 o cavo Ethernet.

**“Internet”** installazione di almeno una linea di traffico dati su internet, abilitata per connessione di almeno 200 kbps in upload (preferibilmente 384 kbps o superiore) e di almeno 6 Mbps in download. La linea deve essere resa disponibile compresa di apparecchio modem/router idoneo e perfettamente funzionante, predisposto per almeno 4 (quattro) collegamenti con connettori di tipo RJ45.

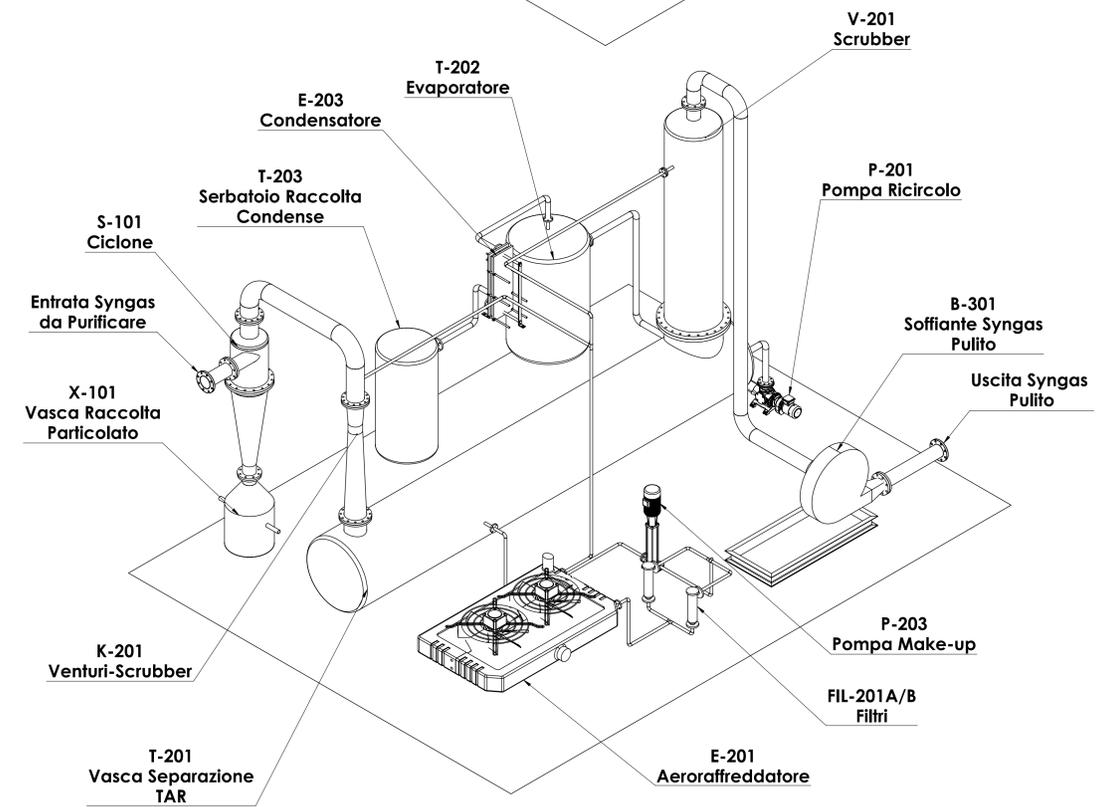
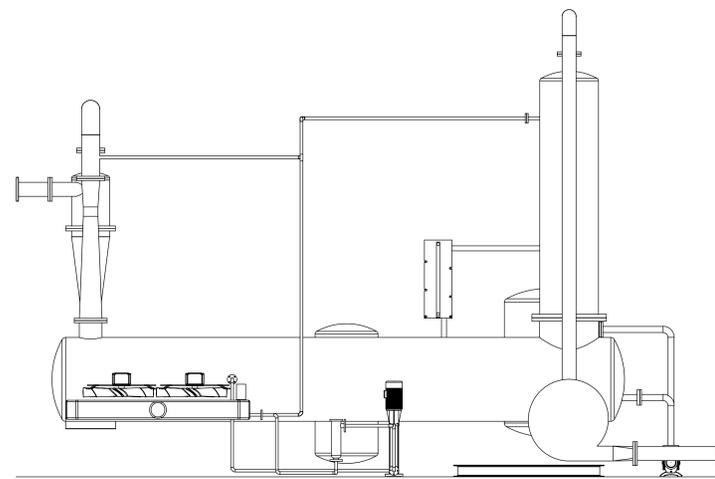
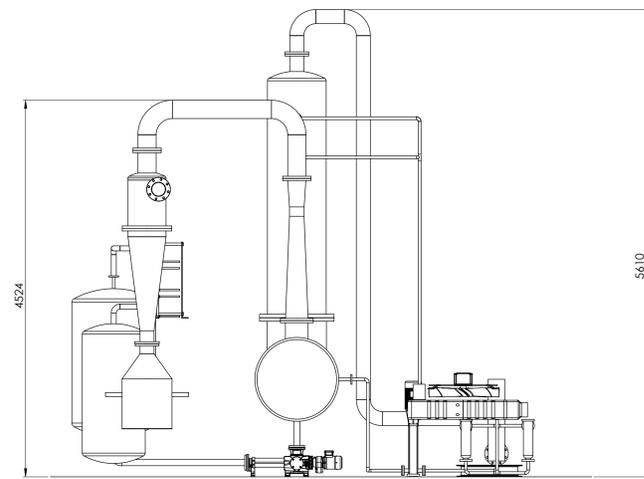
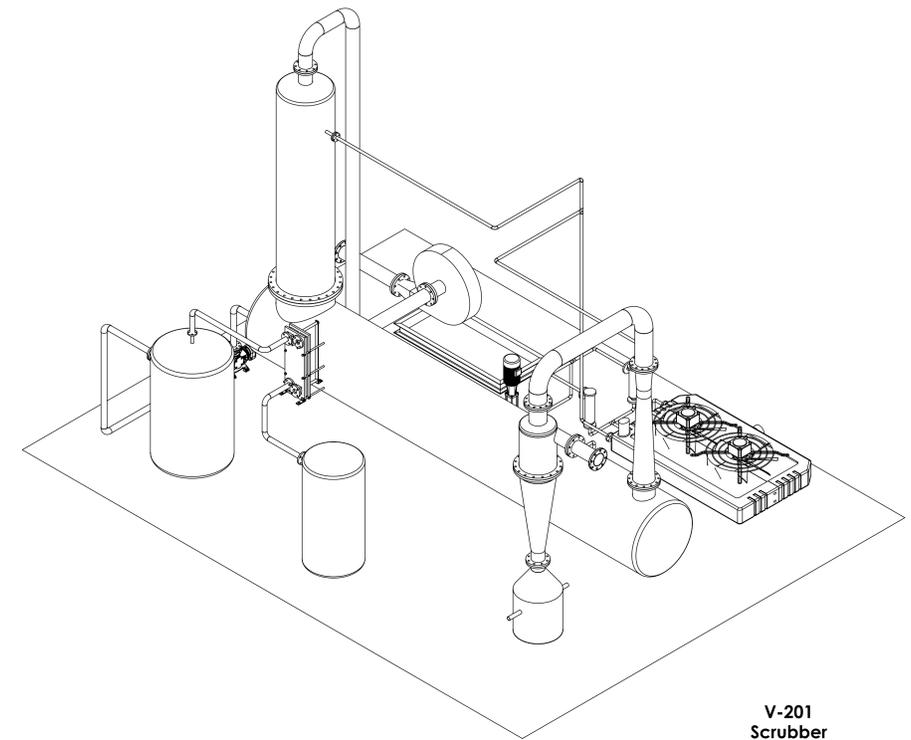
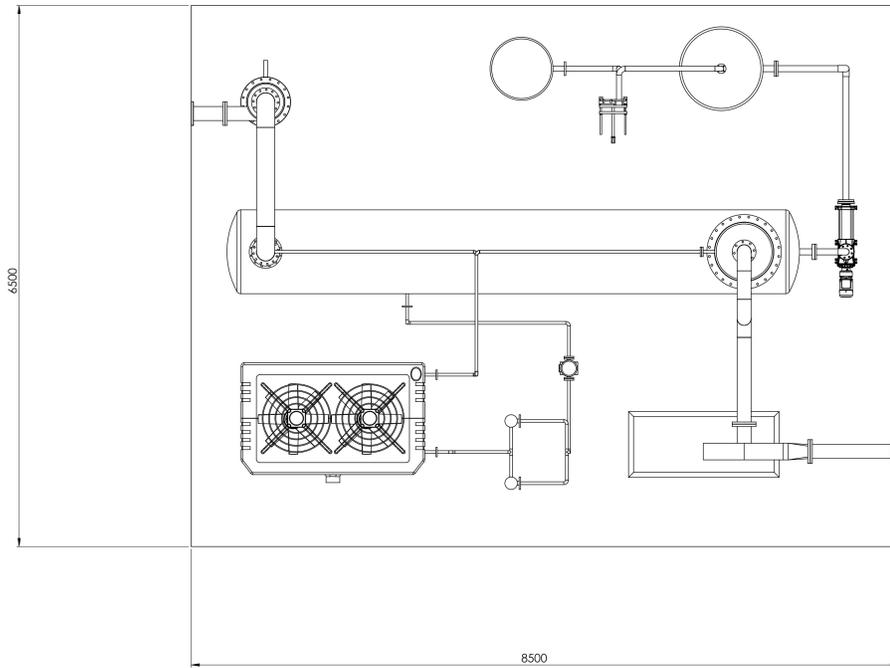
<b>Project</b> STC.02.16	<b>Document no.</b> STC.02.16.TS0301.REV00	<b>Level</b>	2
--------------------------	--	--------------	---

## 8 Normativa applicabile

Le principali normative applicabili individuate sono:

- (a) Direttiva 2014/34/UE (ATEX 94)
- (b) Direttiva 1999/92/EC (ATEX 137)
- (c) Direttiva 2014/68/UE (PED)
- (d) Direttiva Macchine 2006/42/CE
- (e) Direttiva Bassa Tensione 2006/95/CE
- (f) Direttiva Compatibilità Elettromagnetica 2004/108/EC
- (g) Equipaggiamento elettrico delle macchine CEI EN 60204 -1
- (h) Apparecchiature di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) CEI EN 60439-1

REVISIONI			
REV.	DESCRIZIONE	DATA	APPROVATO
0	EMISSIONE LAYOUT PRELIMINARE	13/09/2016	



**PRELIMINARY LAYOUT:**  
 Il presente documento ha la funzione di fornire gli ingombri di massima delle apparecchiature principali presenti nell'impianto e di fornire una stima sulla superficie occupata.

		<b>HYSYTECH S.r.l.</b>	
PROG. STC.02.16.LAY0312.REV00		DATA: 13/09/2016	
DEL. MICHEL	DIS. DAN	APP. C. FERRI	SCALE: 1:50
SOTACARBO S.p.a.		PROG. STC.02.16	

Project STC.02.16

Date 08/09/2016

Title Equipment List

Tag ID	Unit	Q.ty	Description	Service	Characteristic Size	Material	Weight	Insulation	Utilities				Notes
									Heat.	Cool.	Nitrogen	Elect.	
S-101	U-01	1	Ciclone	Abbattimento del particolato di grandi dimensioni	Taglio @ 60 µm	SS 316*	TBD	PP	-	-	-	-	
X-101	U-01	1	Contenitore del particolato	Raccogliore del particolato dal ciclone	Capacità 180 l	SS 316*	TBD	PP	-	-	Y	-	Azoto usato per l'inertizzazione
K-201	U-02	1	Venturi Scrubber	Abbattimento temperatura, TAR e particolato	D. medio particolato 40-60µm abbattuto	SS 304	TBD	PP	-	-	-	-	La coibentazione evita lo stratificarsi del TAR
T-201	U-02	1	Vasca di Separazione	Sedimentazione particolato e separazione acqua-TAR		SS 304	TBD	P	-	-	-	-	
V-201	U-02	1	Scrubber	Abbattimento particolato fine	Tempo di permanenza 3 s	SS 304	TBD	N	-	-	-	-	
FIL-201	U-02	1	Demister	Dispositivo anti-trascinamento	Knitted mesh 10"	SS 304	TBD	N	-	-	-	-	
FIL-202A/B	U-02	2**	Filtro	Filtro a cartuccia per proteggere gli ugelli	20 µm	SS	TBD	N	-	-	-	-	
P-201	U-02	1	Pompa ricircolo	Pompa di alimentazione degli ugelli	9 m3/h @ 8 barg	SS	TBD	N	-	-	-	Y	
E-201	U-02	1	Raffreddatore	Aero-raffreddamento acqua pulita	116 kW ΔT 10°C	SS	TBD	N	-	-	-	Y	
P-202	U-02	1	Pompa TAR	Carico Fase TAR/Scarico TAR	0,2 m3/h	SS	TBD	N	-	-	-	Y	La pompa viene usata sia per inviare la fase TAR all'evaporatore (T-202) e sia per scaricare il TAR
T-202	U-02	1	Evaporatore	Recupero dell'acqua presente nella faseTAR	Duty 101,4 kW	SS	TBD	P	160 kg/h Steam min	-	-	-	
E-203	U-02	1	Condensatore	Recupero dell'acqua presente nella faseTAR	Duty 87,28 kW	SS	TBD	N	-	7,3 m3/h Cooling Water	-	-	Scambiatore a piastre
T-203	U-02	1	Serbatoio condense	Raccogliore di condensa proveniente dalla fase TAR	Capacità 1 m3	SS	TBD	PP	-	-	-	-	
P-203	U-02	1	Pompa rilancio acqua	Pompa di rilancio acqua di make-up	0,14 m3/h	SS	TBD	N	-	-	-	Y	
C-301	U-03	1	Chiller Dryer	Raffredda e condensa l'acqua residua	16 kW	SS	TBD	N	-	-	-	Y	
B-301	U-03	1	Soffiante	Mantiene la pressione della rampa motore	905 m3/h @ 0,1 barg	SS	TBD	N	-	-	-	Y	Con inverter
FIL-301	U-03	1	Filtro	Filtro a cartuccia	Size @ 3 µm	SS	TBD	N	-	-	-	-	Da valutare se incluso nel motore ICE

Notes:

Insulation: P = Process  
 PP = Personal Protection  
 N = None  
 Material of Constructi Process/Utility or Structure  
 CS = Carbon Steel  
 SS = StaillessSteel  
 BR = Brass  
 PL = Plastic

Overall Estimated Weight [kg]

\* In alternativa può essere impiegato anche l' AISI 304 (L' AISI 304 presenta una performance minor per le temperature e i fluidi considerati)

\*\* E' presente la predisposizione per un terzo filtro



**HySyTech S.r.l.**  
 Sede legale: Strada del Drosso, 33/18 - 10135 Torino  
 Tel +39 011 3970273 Fax +39 011 3913541  
 P.IVA e C.F. 08682860013  
[hysytech@hysytech.com](mailto:hysytech@hysytech.com)

## EQUIPMENT DATA SHEET

Project: **STC.02.16**

Page: 1/17

ID Equipment: X-101

Quantity: 1

Service: Raccogliore particolato del ciclone

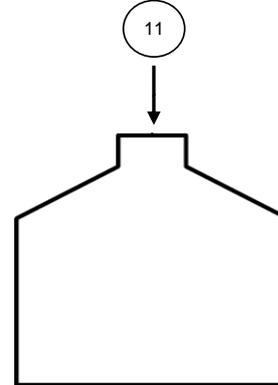
Unit: 01

M&EB: STC.02.16.M&EB0206.REV00

Description: Contenitore Particolato

### PERFORMANCE OF ONE UNIT:

Stream		<b>11</b>	
Fluid Name		Particolato	
Fluid Type		Infiammabile	
Phase		Solido	
Gas Flow (NOR)	[Nm <sup>3</sup> /h]	n/s	
Solid Fow (NOR)	[kg/h]	1,73	
Pressure (NOR)	[barg]	0,00	
Temperature (NOR)	[°C]	40	
Bulk Density (NOR)	[kg/m <sup>3</sup> ]	600,00	
Viscosity (NOR) (GAS/LIQ)	[Cp]	n/s	
Molecular Weight (NOR)	[kg/kmol]	n/s	



EMPTYING TIME	60	h (at normal outlet flow)
STORAGE CAPACITY	173	liter
LETHAL CONTENTS	NA	

### DIMENSIONS:

Min Height	881	mm
Width	NA	mm
Lenght	NA	mm
O.D.	500	mm

### CERTIFICATION:

PED:  ATEX:

### DESIGN:

Design Temperature	[°C]	400
Design Internal Pressure	[barg]	0,49
Design External Pressure	[barg]	0
Wall Thickness	[mm]	3
Orientation		Vertical
Wind Design Basis		NA
Earthquake Design Basis		NA
Thermal Service (Cool/Heat)		NA
Insulation **	[mm]	50
External Ladder		NA
Internal Ladder		NA
Man Hole		NA
Max. Liquid Level	[mm]	NA
Level Control Range	[%]	NA

### CONNECTIONS:

ID	PN	Service	Flow
11	10	INLET	Particolato

### MATERIALS:

	Weight [kg]
Body:	AISI 316
Heads:	AISI 316
Internal Supports:	NA
Baffles:	NA
Flanges:	AISI 316
Gasket:	MICA
Structure:	NS

Safety Valve:

Relief Pressure [barg]:

OVERALL Filled: 0

NA: Not Apply

NS: Not Specified

TBD: To Be Defined

### NOTES:

\* MECHANICAL DESIGN CONDITIONS:  
 CORROSION ALLOWANCE [mm]:

FROM MANUFACTURER

0,05	STAINLESS STEEL
0,5	CARBON STEEL

\*\* INSULATION:

P = Process

PP = Personal Protection

N = None

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED
0	12/09/2016	1ST ISSUE	G.Piras	L. Marchisio	

**HySyTech S.r.l.**Sede legale: Strada del Drosso, 33/18 - 10135 Torino  
Tel +39 011 3970273 Fax +39 011 3913541  
P.IVA e C.F. 08682860013  
[hysytech@hysytech.com](mailto:hysytech@hysytech.com)**PROCESS EQUIPMENT  
DATA SHEET**Project: **STC.02.16**Page: **2/17**

ID Equipment: K-201

Quantity: 1

Service: Abbattimento temperatura, TAR e particolato

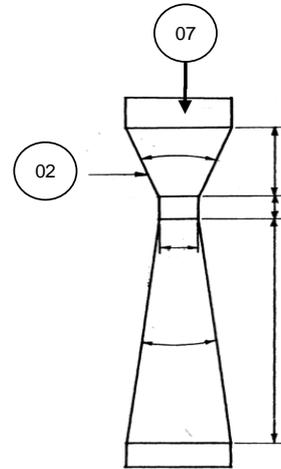
Unit: 01

M&amp;E: STC.02.16.M&amp;EB0206.REV00

Description: Venturi

**PERFORMANCE OF ONE UNIT:**

		07	02
Stream			
Fluid Name		Acqua di lavaggio	Prodotto Gassoso+
Fluid Type		Corrsive to Metals	Flammable Gases
Phase		Liquid	Vapor
Flow (NOR)	[kg/h]	2927	1000
Molecular Weight (NOR)		18,0	26,0
		PROCESS	SERVICE
Pressure (NOR)	[barg]	7,800	0,020
Temperature (NOR)	[°C]	45	300
Density (NOR)	[kg/m3]	963	0,56
Specific Gravity	[-]	-	-
Viscosity (NOR)	[Cp]	0,611	0,027
Specific Heat (NOR)	[kJ/kgK]	4,32	1,25
Thermal Cond. (NOR)	[W/(m°C)]	0,63	0,05

**DIMENSIONS:**

Height	NA	[mm]
Throat	130	[mm]
Max. Length	1700	[mm]
Max. O.D.	300	[mm]

**CERTIFICATION:**PED: ATEX: **DESIGN:**

Pump Type		Venturi
Impeller Type		NA
Seal Type		NA
Insulation **	[mm]	100
Design Pressure *	[barg]	0,49
Design Temperature	[°C]	400
Driver Type		NA
Power Supply	[kW]	NA
Speed	[rpm]	NA

**CONNECTIONS:**

ID	PN	Service	Flow
07	10	INLET	Acqua di lavaggio
02	10	INLET	Prodotto Gassoso+

**MATERIALS:**

	Weight [kg]
Body:	AISI 316
Heads:	AISI 316
Impeller:	NA
Flanges:	AISI 316
Gasket:	MICA
Structure:	CS
Driver:	NA

Safety Valve: 

Relief Pressure [barg]: NA

OVERALL:

0

NA: Not Apply

NS: Not Specified

TBD: To Be Defined

**NOTES:**

- \* MECHANICAL DESIGN CONDITIONS: FROM MANUFACTURER  
CORROSION ALLOWANCE [mm]: 0,05 STAINLESS STEEL  
0,5 CARBON STEEL
- + La stream "Prodotto Gassoso" contiene 60.000 mg/Nm3 di TAR e 990 mg/Nm3 di particolato
- \*\* INSULATION: P = Process PP = Personal Protection N = None

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED
0	12/09/2016	1ST ISSUE	M. Onnis	L. Marchisio	

**HySyTech S.r.l.**Sede legale: Strada del Drosso, 33/18 - 10135 Torino  
Tel +39 011 3970273 Fax +39 011 3913541  
P.IVA e C.F. 08682860013  
[hysytech@hysytech.com](mailto:hysytech@hysytech.com)**EQUIPMENT DATA SHEET**Project: **STC.02.16**Page: **3/17**

ID Equipment: T-201

Quantity: 1

Service: Sedimentazione particolato e separazione acqua-TAR

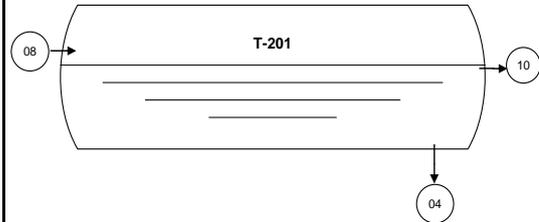
Unit: 01

M&amp;E: STC.02.16.M&amp;EB0206.REV00

Description: Vasca di separazione

**PERFORMANCE OF ONE UNIT:**

Stream		08	04	10
		Reintegro Acqua	Ricircolo Acqua	Fase TAR
Fluid Name		Neutral	Corrosive to Metals	Corrosive to Metals
Fluid Type		Liquid	Liquid	Liquid
Phase		Liquid	Liquid	Liquid
Gas Flow (NOR)	[Nm <sup>3</sup> /h]	-	-	-
Liquid Flow (NOR)	[kg/h]	382	7318	101
Pressure (NOR)	[barg]	2,00	0,016	0,011
Temperature (NOR)	[°C]	25	55	55
Density (NOR) (kg/m <sup>3</sup> )	[kg/m <sup>3</sup> ]	970	965	n/s
Viscosity (NOR)	[cP]	0,611	0,611	n/s
Molecular Weight (NOR)	[kg/kmol]	18	18	[1]
		[2]	[2]	[2]



PRESSURE DROP (ALLOW.) 1 mbar  
 STORAGE CAPACITY 5080 liter  
 HOLD-UP 30 min (at normal outlet flow)

**DIMENSIONS:**

Height	NA	mm
Width	NA	mm
Max. Length	6500	mm
Max. O.D.	1000	mm

**CERTIFICATION:**PED:  ATEX: **DESIGN:**

Design Temperature	[°C]	80
Design Internal Pressure	[barg]	0,49
Design External Pressure	[barg]	0
Wall Thickness	[mm]	4
Orientation		Horizontal
Wind Design Basis		NA
Earthquake Design Basis		NA
Thermal Service (Cool/Heat)		NA
Insulation **		P
External Ladder		TBD
Internal Ladder		TBD
Man Hole		N° 1 DN 600
Max. Liquid Level	[mm]	TBD
Level Control Range	[%]	TBD

**CONNECTIONS:**

ID	PN	Service	Flow
08	10	INLET	Reintegro Acqua
04	10	OUTLET	Ricircolo Acqua
10	10	OUTLET	Fase TAR

**MATERIALS:**

	Weight [kg]
Body:	AISI316
Heads:	TBD
Internal Supports:	AISI316
Baffles:	AISI316
Flanges:	AISI316
Gasket:	PTFE
Structure:	CS
OVERALL:	0

Safety Valve:  Relief Pressure [barg]:

NA: Not Apply NS: Not Specified TBD: To Be Defined

**NOTES:**

\* MECHANICAL DESIGN CONDITIONS: FROM MANUFACTURER  
 CORROSION ALLOWANCE [mm]: 0,05 STAINLESS STEEL  
 0,5 CARBON STEEL

[1] La composizione in peso della Stream 10 è 50% TAR e 50% acqua.

[2] Portata media non continua

\*\* INSULATION: P = Process PP = Personal Protection N = None

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED
0	12/09/2016	1ST ISSUE	M. Onnis	L. Marchisio	

**HySyTech S.r.l.**

Sede legale: Strada del Drosso, 33/18 - 10135 Torino  
 Tel +39 011 3970273 Fax +39 011 3913541  
 P.IVA e C.F. 08682860013  
[hysytech@hysytech.com](mailto:hysytech@hysytech.com)

**PROCESS EQUIPMENT  
DATA SHEET**Project: **STC.02.16**Page: **4/17**

ID Equipment: P-201

Quantity: 1

Service: Alimentazione Venturi-Scrubber

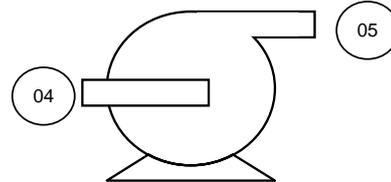
Unit: 01

M&amp;E: STC.02.16.M&amp;EB0206.REV00

Description: Pompa ricircolo

**PERFORMANCE OF ONE UNIT:**

		04	05
Stream		Ricircolo Acqua	Acqua in Pressione
Fluid Name			
Fluid Type		Corrsive to Metals	Corrsive to Metals
Phase		Liquid	Liquid
Flow (NOR)	[kg/h]	7318	7318
Molecular Weight (NOR)		18,0	18,0
		INLET	OUTLET
Pressure (NOR)	[barg]	0,016	8,0
Temperature (NOR)	[°C]	55	55
Density (NOR)	[kg/m3]	965	965
Specific Gravity	[-]	-	-
Viscosity (NOR)	[cP]	0,611	0,611
Specific Heat (NOR)	[kJ/kgK]	4,32	4,32
Thermal Cond. (NOR)	[W/(m°C)]	0,63	0,63



PRESSURE RATIO	8,9	
EFFICIENCY	75	%
WORK MIN	2,20	kW
HEAD	79,8	m

**DIMENSIONS:**

Height	TBD	[mm]
Width	TBD	[mm]
Max. Length	TBD	[mm]
Max. O.D.	TBD	[mm]

**CERTIFICATION:**PED:  ATEX: **DESIGN:**

Pump Type	Centrifuga
Impeller Type	NS
Seal Type	NS
Insulation **	N
Design Pressure *	[barg] 10
Design Temperature	[°C] 120
Driver Type	-
Power Supply	[kW] -
Speed	[rpm] 2900

**CONNECTIONS:**

ID	PN	Service	Flow
04	10	INLET	Ricircolo Acqua
05	10	OUTLET	Acqua in Pressione

**MATERIALS:**

	Weight [kg]
Dipraghm:	NA
Casing:	NS
Impeller:	AISI 316
Flanges:	AISI 304
Gasket:	EPDM
Structure:	GJS
Driver:	NS

Safety Valve:  Relief Pressure [barg]: NA

OVERALL: 0

NA: Not Apply NS: Not Specified TBD: To Be Defined

**NOTES:**

\* MECHANICAL DESIGN CONDITIONS: FROM MANUFACTURER  
 CORROSION ALLOWANCE [mm]: FROM MANUFACTURER

\*\* INSULATION: P = Process PP = Personal Protection N = None

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED
0	12/09/2016	1ST ISSUE	G. Piras	L. Marchisio	



**HySyTech S.r.l.**

Sede legale: Strada del Drosso, 33/18 - 10135 Torino  
 Tel +39 011 3970273 Fax +39 011 3913541  
 P.IVA e C.F. 08682860013  
[hvsytech@hvsytech.com](mailto:hvsytech@hvsytech.com)

**PROCESS EQUIPMENT  
DATA SHEET**

Project: **STC.02.16**

Page: 5/17

ID Equipment: FIL-202

Quantity: 2

Service: Filtro su ricircolo dell'acqua

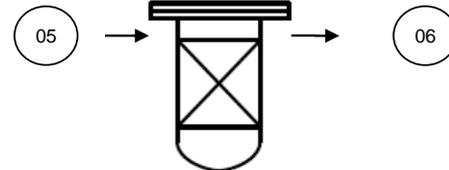
Unit: 01

M&EB: STC.02.16.M&EB0206.REV00

Description: Filtro

**PERFORMANCE OF ONE UNIT:**

Stream	05	06
Fluid Name	Acqua in Pressione	Acqua Filtrata
Fluid Type	Corrsive to Metals	Corrsive to Metals
Phase	Liquid	Liquid
Flow (NOR) [kg/h]	7318	7318
Molecular Weight (NOR)	18,0	18,0
	<b>INLET</b>	<b>PERMEATE</b>
Pressure (NOR) [barg]	8,000	7,800
Temperature (NOR) [°C]	55	55
Density (NOR) [kg/m3]	965	965
Specific Gravity [-]	-	-
Viscosity (NOR) [cP]	0,611	0,611
Specific Heat (NOR) [kJ/kgK]	4,32	4,32
Thermal Cond. (NOR) [W/(m°C)]	0,63	0,63
$\Delta P$ (CALC./ALLOW.)	200	[mbar]
Reteneate Flow (MAX/NOR/MIN)	NS	[kg/h]
Reteneate Particle size	30	[micron]
Auxiliary Fluid	NA	
Aux. Flow	NA	[kg/h]
Aux. Pressure	NA	[bar]



**DIMENSIONS:**

Height	TBD	[mm]
Width	TBD	[mm]
Max. Length	TBD	[mm]
Max. O.D.	TBD	[mm]

**CERTIFICATION:**

PED:  ATEX:

**DESIGN:**

Filter Type	FILTER CARTRIDGE	
Filter Element	TBD	
Design Pressure *	[barg]	10
Design Temperature	[°C]	80
Insulation **		NA
Filter consumption:		
Power Supply	[kW]	NS
Auxiliary circuit supply	[kW]	NS
Total installed power	[kW]	NS

**CONNECTIONS:**

ID	PN	Service	Flow
05	10	INLET	Acqua in Pressione
06	10	OUTLET	Acqua Filtrata

**MATERIALS:**

	Weight [kg]
Filter element:	TBD
Internal Supports:	NA
Body:	AISI 304
Tubes:	NA
Flanges:	AISI 304
Gasket:	EPDM
Structure:	NS

Safety Valve:

Relief Pressure [barg]: NA

OVERALL:

0

NA: Not Apply      NS: Not Specified      TBD: To Be Defined

**NOTES:**

\* MECHANICAL DESIGN CONDITIONS: FROM MANUFACTURER  
 CORROSION ALLOWANCE [mm]: FROM MANUFACTURER

\*\* INSULATION:      P = Process      PP = Personal Protection      N = None

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED
0	12/09/2016	1ST ISSUE	G. Piras	L. Marchisio	



**HySyTech S.r.l.**  
Sede legale: Strada del Drosso, 33/18 - 10135 Torino  
Tel +39 011 3970273 Fax +39 011 3913541  
P.IVA e C.F. 08682860013  
hvsytech@hvsytech.com

## PROCESS EQUIPMENT DATA SHEET

Project: **STC.02.16**  
Page: 6/17

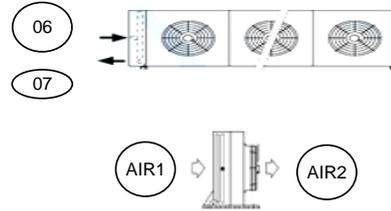
ID Equipment: E-201  
Unit: 01

Quantity: 1  
M&E: STC.02.16.M&EB0206.REV00

Service: Aero-raffreddamento acqua pulita  
Description: Raffreddatore

### PERFORMANCE OF ONE UNIT:

Fluid Allocation	TUBE / HOT SIDE		SHELL / COLD SIDE	
	06	07	AIR1	AIR2
Stream	Acqua Filtrata	Acqua di lavaggio	Aria ingresso E-101	Aria uscita E-101
Fluid Name	Corrosive to Metals	Corrosive to Metals	Neutral	Neutral
Fluid Type	Liquid	Liquid	Vapor	Vapor
Phase	Liquid	Liquid	Vapor	Vapor
Flow (NOR)	[kg/h] 7318,0	7318,0	41126,9	41126,9
Flow (MAX/MIN)	[kg/h] 0,0 / 0,0	0,0 / 0,0	0,0 / 0,0	0,0 / 0,0
Temperature (NOR)	[°C] 55	45	20	30
Temperature (MAX/MIN)	[°C] 0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0
Pressure (NOR)	[barg] 7,800	7,800	0,000	0,000
Pressure (MAX/MIN)	[barg] - / -	- / -	- / -	- / -
Density (NOR) (GAS/LIQ)	[kg/m <sup>3</sup> ] 965,00	965,00	1,20	1,20
Molecular Weight (NOR)	[kg/kmol] 18,0		29,0	
Viscosity @ T <sub>mean</sub>	[Pa*s] 6,11E-04		1,80E-05	
Specific Heat @ T <sub>mean</sub>	[kJ/kgK] 4,32		1,01	
Thermal Cond. @ T <sub>mean</sub>	[W/(mK)] 0,63		0,03	
ΔP (CALC./ALLOW.)	[mbar] TBD		TBD	
Fouling Resistance (MIN)	[m <sup>2</sup> C/W] 0,0010		0,0001	
HEAT EXCHANGED		89	kW	
LMTD (Corrected)		25,03	°C	
OVERALL HEAT TRANSFER EXCHANGE SURFACE REQUIRED		375,00	W/m <sup>2</sup> °C	
OVERSIZING (AREA ACTUAL/REQUIRED)		9,44	m <sup>2</sup>	
		NS	-	



### DIMENSIONS:

Height [mm]:	TBD	Fin Outer D. [mm]:	NS
Width [mm]:	TBD	Fin Thick. [mm]:	NS
Bundle Length [mm]:	TBD	N° of Fins (per m):	NS
Max. O.D. [mm]:	NA		

### CERTIFICATION:

PED:  ATEX:

### DESIGN:

	TUBE	SHELL	
Design Pressure * [barg]	10	10	
Design Temperature [°C]	80	80	
Number of Passes per shell	NA	NA	
Outer Diameter [mm]	NS	NS	
Wall Thickness (MIN) [mm]	NS	NS	
Insulation **	NA	NA	
Power Supply [kW]		TBD	
Flow Direction:	NS	Driver Type:	NS
Inlet Head Type:	NS	Power Supply [kW]:	NS
Outlet Head Type:	NS	Blade Diameter [mm]:	NS
N° of Tubes/Plate:	NS	Arrangement:	NS
Baffles dist. [mm]:	NS	N° of Bays (PAR/SER):	NS
Max Liquid Level [mm]:	NS	N° of Bundles (PAR/SER):	NS
Control Range [mm]:	NS	N° of Tubes per Bundle:	NS
Liquid Hold-Up [s]:	NS	Tube Rows:	NS
Safety Valve: <input type="checkbox"/>		Relief Pressure [barg]:	

### CONNECTIONS:

ID	PN	Service	Flow
06	10	INLET	Acqua Filtrata
07	10	OUTLET	Acqua Filtrata
AIR1	-	INLET	Aria ingresso E-101
AIR2	-	OUTLET	Aria ingresso E-101

### MATERIALS:

Shell:	NA	Weight [kg]
Heads:	NA	
Tubes:	NA	
Baffles:	NA	
Flanges:	AISI 304	
Gasket:	EPDM	
Fins:	NA	
Fan blade:	NA	
Plate:	NA	

OVERALL: 0

NA: Not Apply NS: Not Specified TBD: To Be Defined

### NOTES:

\* MECHANICAL DESIGN CONDITIONS:

CORROSION ALLOWANCE [mm]:

1) TUBE: DESIGN PRESSURE / SHELL: DESIGN PRESSURE

2) TUBE: FULL VACUUM / SHELL: DESIGN PRESSURE

0,05 STAINLESS STEEL

0,5 CARBON STEEL

\*\* INSULATION:

P = Process

PP = Personal Protection

N = None

REV.

DATE

DESCRIPTION

PREPARED

CHECKED

APPROVED

0

12/09/2016

1ST ISSUE

G. Piras

L. Marchisio



**HySyTech S.r.l.**  
 Sede legale: Strada del Drosso, 33/18 - 10135 Torino  
 Tel +39 011 3970273 Fax +39 011 3913541  
 P.IVA e C.F. 08682860013  
[hvsytech@hvsytech.com](mailto:hvsytech@hvsytech.com)

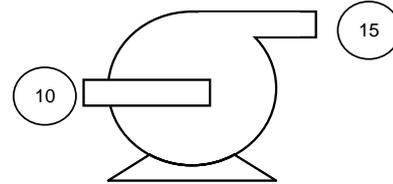
**PROCESS EQUIPMENT  
 DATA SHEET**

Project: **STC.02.16**  
 Page: **7/17**

ID Equipment: P-202      Quantity: 1      Service: Scarico fase TAR  
 Unit: 02      M&EB: STC.02.16.M&EB0206.REV00      Description: Pompa TAR

**PERFORMANCE OF ONE UNIT:**

Stream		10	15
Fluid Name		Fase TAR	TAR
Fluid Type		Corrosive to Metals	Corrosive to Metals
Phase		Liquid	Liquid
Flow (NOR/ MAX)	[m3/h]	3 / 6	3 / 6
Molecular Weight (NOR)		[1]	[1]
		INLET	OUTLET
Pressure (NOR)	[barg]	0,1	0,5
Temperature (MAX/ NOR)**	[°C]	100 / 55	100 / 55
Density (NOR)	[kg/m3]	[1]	[1]
Specific Gravity	[-]	-	-
Viscosity (NOR)	[cP]	[1]	[1]
Specific Heat (NOR)	[kJ/kgK]	[1]	[1]
Thermal Cond. (NOR)	[W/(m°C)]	[1]	[1]



PRESSURE RATIO      1,4  
 EFFICIENCY      TBD      %  
 WORK MIN      2,20      kW  
 HEAD      4,0      m

**DIMENSIONS:**

Height      TBD      [mm]  
 Width      TBD      [mm]  
 Max. Length      TBD      [mm]  
 Max. O.D.      TBD      [mm]

**CERTIFICATION:**

PED:       ATEX:

**DESIGN:**

Pump Type      Peristaltica / Monovite  
 Impeller Type      TBD  
 Seal Type      NS  
 Insulation \*\*\*      P  
 Design Pressure \*      [barg]      10  
 Design Temperature      [°C]      120  
 Driver Type      -  
 Power Supply      [kW]      -  
 Speed      [rpm]      TBD

**CONNECTIONS:**

ID	PN	Service	Flow
10	10	INLET	Fase TAR
15	10	OUTLET	TAR

**MATERIALS:**

Weight [kg]  
 Diaphragm:      NA  
 Casing:      NS  
 Impeller:      AISI 304  
 Flanges:      AISI 304  
 Gasket:      PTFE  
 Structure:      GJS  
 Driver:      NS

Safety Valve:       Relief Pressure [barg]: NA

OVERALL:      0

NA: Not Apply      NS: Not Specified      TBD: To Be Defined

**NOTES:**

\* MECHANICAL DESIGN CONDITIONS: FROM MANUFACTURER  
 CORROSION ALLOWANCE [mm]: FROM MANUFACTURER  
 [1] Il flusso ha una composizione che varia tra 50% e il 90% di TAR (il resto è acqua)  
 \*\* MIN/ NOR è riferito al flusso

\*\*\* INSULATION:      P = Process      PP = Personal Protection      N = None

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED
0	12/09/2016	1ST ISSUE	G. Piras	L. Marchisio	



**HySyTech S.r.l.**  
 Sede legale: Strada del Drosso, 33/18 - 10135 Torino  
 Tel +39 011 3970273 Fax +39 011 3913541  
 P.IVA e C.F. 08682860013  
[hysytech@hysytech.com](mailto:hysytech@hysytech.com)

## EQUIPMENT DATA SHEET

Project: **STC.02.16**  
 Page: 8 | 17

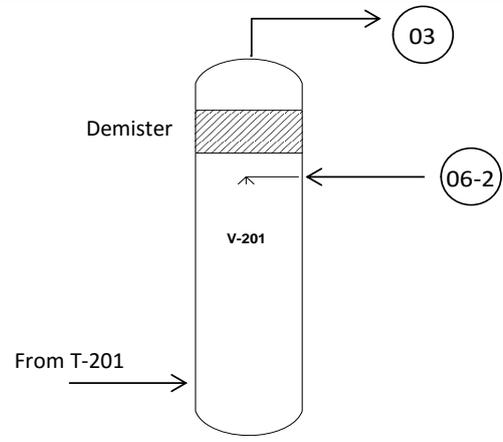
ID Equipment: V-201  
 Unit: 02

Quantity: 1

Service: Lavaggio syngas con acqua  
 Description: Scrubber

### PERFORMANCE OF ONE UNIT:

Stream		03	06-2
Fluid Name		Syngas Purificato	Acqua Raffreddata
Fluid Type		Inflammabile	Corrosiva
Phase		Vapore	Liquida
Gas Flow (NOR)	[Nm <sup>3</sup> /h]	902,5	n/a
Liquid Fow (NOR)	[kg/h]	-	4391
Pressure (NOR)	[barg]	0,006	7,8
Temperature (NOR)	[°C]	50	45
Density (NOR)	[kg/m <sup>3</sup> ]	0,93	991
Viscosity (MAX)	[Cp]	0,017	0,74
Molecular Weight (NOR)	[kg/kmol]	25,6	18
Specific Heat (NOR)	[kJ/kgK]	1,25	4,18
Thermal Cond. (NOR)	[W/(m <sup>2</sup> C)]	0,05	0,62



THERMAL SERVICE (heating) - kW

### DIMENSIONS:

Height	2900	mm
Width	-	mm
Max. Length	-	mm
Max. O.D.	700	mm

### CERTIFICATION:

PED:  ATEX:

### DESIGN:

Design Temperature	[°C]	80
Design Pressure	[barg]	0,49
Body Arrangement		Vertical
Body Wall thickness (min)	[mm]	3
Thermal Service		Camicia o tracciatura elettrica
Insulation **	[mm]	-
Max. Liquid Level	[mm]	-
Level Control Range	[%]	-
Liquid Hold-Up	[h]	-

### CONNECTIONS:

ID	PN	DN	Service
03	10	150	INLET
06-2	10	50	OUTLET

### MATERIALS:

	Weight [kg]
Body:	SS316
Heads:	SS316
Internal Supports:	NA
Baffles:	NA
Flanges:	SS316
Gasket:	Teflon
Structure:	CS

### OVERALL:

Safety Valve:  Relief Pressure [barg]:

NA: Not Apply    NS: Not Specified    TBD: To Be Defined

### NOTES:

\* MECHANICAL DESIGN CONDITIONS: FROM MANUFACTURER

CORROSION ALLOWANCE [mm]:  
 0,05 STAINLESS STEEL  
 0,5 CARBON STEEL

\*\* INSULATION:    P = Process    PP = Personal Protection    N = None

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED
0	12/09/2016	1ST ISSUE	M.Onnis	L. Marchisio	



**HySyTech S.r.l.**  
 Sede legale: Strada del Drosso, 33/18 - 10135 Torino  
 Tel +39 011 3970273 Fax +39 011 3913541  
 P.IVA e C.F. 08682860013  
[hysytech@hysytech.com](mailto:hysytech@hysytech.com)

## EQUIPMENT DATA SHEET

Project: **STC.02.16**  
 Page: 9 | 17

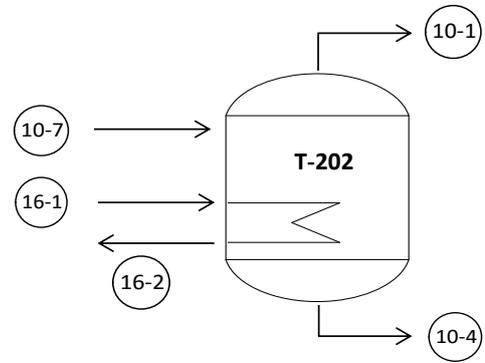
ID Equipment: T-202  
 Unit: 02

Quantity: 1

Service: Separazione acqua e TAR per evaporazione  
 Description: Evaporatore

### PERFORMANCE OF ONE UNIT:

Stream		10-7	10-1	16-1	16-2
Fluid Name		TAR	Vapore	Vapore	Condensa
Fluid Type		Corrosivo	Neutro	Neutro	Neutro
Phase		Liquida	Vapore	Vapore	Liquido
Gas Flow (NOR)	[Nm <sup>3</sup> /h]	n/a	171,9	n/a	
Liquid Fow (NOR)	[kg/h]	138,3	n/a	n/a	160
Pressure (NOR)	[barg]	0,1	0,5	2,0	2,0
Temperature (NOR)	[°C]	55	100	133	132
Density (NOR)	[kg/m <sup>3</sup> ]	965	0,59	1,58	933
Viscosity (MAX)	[Cp]	105,0	0,018	0,014	0,2
Molecular Weight (NOR)	[kg/kmol]	n/a	18	18	18
Specific Heat (NOR)	[kJ/kgK]	3,72	1,61	1,23	4,27
Thermal Cond. (NOR)	[W/(m <sup>2</sup> °C)]	n/a	0,025	0,028	0,69



THERMAL SERVICE (heating with steam) 102 kW  
 EXCHANGE AREA 21 m<sup>2</sup>

#### DIMENSIONS:

Height 1530 mm  
 Width - mm  
 Max. Length - mm  
 Max. O.D. 1000 mm

#### CERTIFICATION:

PED:  ATEX:

### DESIGN:

Design Temperature	[°C]	150
Design Pressure	[barg]	0,49
Body Arrangement		Vertical
Body Wall thickness (min)	[mm]	3
Thermal Service		Serpentino interno sommerso
Insulation **	[mm]	50 P
Max. Liquid Level	[mm]	1060
Level Control Range	[%]	-
Liquid Hold-Up	[h]	5

### CONNECTIONS:

ID	PN	DN	Service
10-7	10	50	INLET TAR
10-1	10	25	OUTLET VAPORE
16-1	10	40	INLET VAPORE
16-2	10	40	OUTLET CONDENSA
10-4	10	50	OUTLET RICICLO* OUTLET TAR*

\*dipende dalla fase batch

#### MATERIALS:

	Weight [kg]
Body:	SS316
Heads:	SS316
Internal Supports:	NA
Baffles:	NA
Flanges:	SS316
Gasket:	Teflon
Structure:	CS

OVERALL:

Safety Valve:  Relief Pressure [barg]:  
 NA: Not Apply NS: Not Specified TBD: To Be Defined

#### NOTES:

\* MECHANICAL DESIGN CONDITIONS: FROM MANUFACTURER

CORROSION ALLOWANCE [mm]: 0,05 STAINLESS STEEL  
 0,5 CARBON STEEL

\*\* INSULATION: P = Process PP = Personal Protection N = None

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED
0	12/09/2016	1ST ISSUE	M.Onnis	L. Marchisio	



**HySyTech S.r.l.**  
 Sede legale: Strada del Drosso, 33/18 - 10135 Torino  
 Tel +39 011 3970273 Fax +39 011 3913541  
 P.IVA e C.F. 08682860013  
[hysytech@hysytech.com](mailto:hysytech@hysytech.com)

## EQUIPMENT DATA SHEET

Project: **STC.02.16**  
 Page: 10 | 17

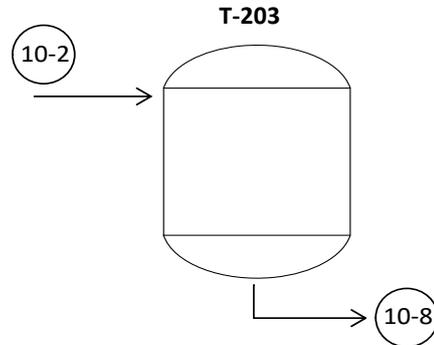
ID Equipment: T-203  
 Unit: 02

Quantity: 1

Service: Serbatoio di raccolta Condense  
 Description: Serbatoio Polmone

### PERFORMANCE OF ONE UNIT:

Stream		10-2	10-8
Fluid Name		Condensa	Acqua di Make-up
Fluid Type		Neutro	Neutro
Phase		Liquida	Liquida
Gas Flow (NOR)	[Nm <sup>3</sup> /h]	n/a	n/a
Liquid Fow (NOR)	[kg/h]	138,3	138,3
Pressure (NOR)	[barg]	0,0	0,0
Temperature (NOR)	[°C]	35	35
Density (NOR)	[kg/m <sup>3</sup> ]	991	991
Viscosity (MAX)	[Cp]	0,74	0,74
Molecular Weight (NOR)	[kg/kmol]	18	18
Specific Heat (NOR)	[kJ/kgK]	4,18	4,18
Thermal Cond. (NOR)	[W/(m <sup>2</sup> C)]	0,62	0,62



THERMAL SERVICE (heating) - kW

#### DIMENSIONS:

Height	2335	mm
Width	-	mm
Max. Length	-	mm
Max. O.D.	750	mm

#### CERTIFICATION:

PED:  ATEX:

#### DESIGN:

Design Temperature	[°C]	60
Design Pressure	[barg]	0,49
Body Arrangement		Vertical
Body Wall thickness (min)	[mm]	3
Thermal Service		Camicia o tracciatura elettrica
Insulation **	[mm]	- P
Max. Liquid Level	[mm]	1710
Level Control Range	[%]	-
Liquid Hold-Up	[h]	6

#### CONNECTIONS:

ID	PN	DN	Service
10-2	10	25	INLET
10-8	10	25	OUTLET

#### MATERIALS:

	Weight [kg]
Body:	SS304
Heads:	SS304
Internal Supports:	NA
Baffles:	NA
Flanges:	SS304
Gasket:	Teflon
Structure:	CS

Safety Valve:  Relief Pressure [barg]:

NA: Not Apply    NS: Not Specified    TBD: To Be Defined

#### NOTES:

\* MECHANICAL DESIGN CONDITIONS: FROM MANUFACTURER

CORROSION ALLOWANCE [mm]:  
 0,05 STAINLESS STEEL  
 0,5 CARBON STEEL

\*\* INSULATION:    P = Process    PP = Personal Protection    N = None

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED
0	12/09/2016	1ST ISSUE	M.Onnis	L. Marchisio	



**HySyTech S.r.l.**  
 Sede legale: Strada del Drosso, 33/18 - 10135 Torino  
 Tel +39 011 3970273 Fax +39 011 3913541  
 P.IVA e C.F. 08682860013  
[hysytech@hysytech.com](mailto:hysytech@hysytech.com)

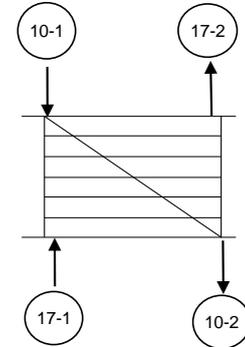
**PROCESS EQUIPMENT DATA SHEET**

Project: **STC.02.16**  
 Page: 11 / 17

ID Equipment: E-203 Quantity: 1 Service: Condensatore acqua di make-up  
 Unit: 02 M&E: STC.02.16.M&EB0206.REV00 Description: Condensatore

**PERFORMANCE OF ONE UNIT:**

Fluid Allocation	HOT SIDE		COLD SIDE	
	10-1	10-2	17-1	17-2
Stream	Water Vapor	Condensate	Cooling water Inlet	Cooling water Outlet
Fluid Name	Corrosive to Metals	Corrosive to Metals	Corrosive to Metals	Corrosive to Metals
Fluid Type	Vapor	Liquid	Liquid	Liquid
Phase				
Flow (NOR) [kg/h]	138	138	8405	8405
Flow (MAX/MIN) [kg/h]	- / -	- / -	- / -	- / -
Temperature (NOR) [°C]	100	35	27	37
Temperature (MAX/MIN) [°C]	- / -	- / -	- / -	- / -
Pressure (NOR) [barg]	0,1	0,0	4,0	3,8
Pressure (MAX/MIN) [barg]	- / -	- / -	- / -	- / -
Density (NOR) (GAS/LIQ) [kg/m <sup>3</sup> ]	0,85	965	993	993
Molecular Weight (NOR) [kg/kmol]	18,0	18,0	18,0	18,0
Viscosity @ T <sub>mean</sub> [Pa*s]	1,00E-05	6,11E-04	6,11E-04	6,11E-04
Specific Heat @ T <sub>mean</sub> [kJ/kgK]	1,37	4,32	4,32	4,32
Thermal Cond. @ T <sub>mean</sub> [W/(mK)]	0,03	0,63	0,63	0,63
ΔP (CALC./ALLOW.) [mbar]	TBD	TBD	TBD	TBD
Fouling Resistance (MIN) [m <sup>2</sup> °C/W]	NS	0,001	0,001	0,001
HEAT EXCHANGED		98		kW
LMTD (Corrected)		26,65		°C
OVERALL HEAT TRANSFER EXCHANGE SURFACE REQUIRED		TBD		W/m <sup>2</sup> °C
OVERSIZING (AREA ACTUAL/REQUIRED)		NS		m <sup>2</sup>



**DIMENSIONS:**

Height [mm]: TBD  
 Width [mm]: TBD  
 Bundle Length [mm]: TBD  
 Max. O.D. [mm]: TBD

**CERTIFICATION:**

PED:  ATEX:

**DESIGN:**

	HOT SIDE	COLD SIDE
Design Pressure * [barg]	10	10
Design Temperature [°C]	150	150
Number of Passes per shell	NA	NA
Outer Diameter [mm]	NS	NS
Wall Thickness (MIN) [mm]	NS	NS
Insulation **	PP	PP
Power Supply [kW]		TBD
Flow Direction:	NA	Driver Type: NA
Inlet Head Type:	NA	Power Supply [kW]: NA
Outlet Head Type:	NA	Blade Diameter [mm]: NA
N° of Tubes/Plate:	TBD	Arrangement: NA
Baffles dist. [mm]:	NA	N° of Bays (PAR/SER): NA
Max Liquid Level [mm]:	NA	N° of Bundles (PAR/SER): NA
Control Range [mm]:	NA	N° of Tubes per Bundle: NA
Liquid Hold-Up [s]:	NA	Tube Rows: NA
Safety Valve:	<input type="checkbox"/>	Relief Pressure [barg]:

**CONNECTIONS:**

ID	PN	Service	Flow
10-1	10	INLET	Water Vapor
10-2	10	OUTLET	Water Vapor
17-1	10	INLET	Cooling water Inlet
17-2	10	OUTLET	Cooling water Inlet

**MATERIALS:**

Shell: NA  
 Heads: NA  
 Tubes: NA  
 Baffles: NA  
 Flanges: AISI 304  
 Gasket: FKM  
 Fins: NA  
 Fan blade: NA  
 Plate: AISI 304

OVERALL: 0

NA: Not Apply NS: Not Specified TBD: To Be Defined

**NOTES:**

\* MECHANICAL DESIGN CONDITIONS:  
 CORROSION ALLOWANCE [mm]:

DESIGN PRESSURE / FULL VACUUM  
 0,05 STAINLESS STEEL  
 0,5 CARBON STEEL

\*\* INSULATION:

P = Process

PP = Personal Protection

N = None

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED
0	12/09/2016	1ST ISSUE	G. Piras	L. Marchisio	



**HySyTech S.r.l.**  
 Sede legale: Strada del Drosso, 33/18 - 10135 Torino  
 Tel +39 011 3970273 Fax +39 011 3913541  
 P.IVA e C.F. 08682860013  
[hvsytech@hvsytech.com](mailto:hvsytech@hvsytech.com)

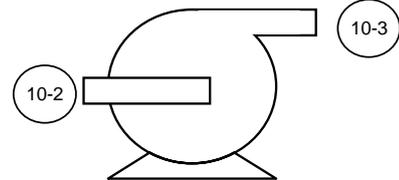
**PROCESS EQUIPMENT  
DATA SHEET**

Project: **STC.02.16**  
 Page: 12/17

ID Equipment: P-203 Quantity: 1 Service: Rilancio acqua di make-up  
 Unit: 02 M&EB: STC.02.16.M&EB0206.REV00 Description: Pompa di rilancio

**PERFORMANCE OF ONE UNIT:**

Stream		10-2	10-3
Fluid Name		Condensa	Acqua di make-up
Fluid Type		Corrosive to Metals	Corrosive to Metals
Phase		Liquid	Liquid
Flow (NOR/ MAX)	[m3/h]	2,5 / 5	2,5 / 5
Molecular Weight (NOR)		18,0	18,0
		INLET	OUTLET
Pressure (NOR)	[barg]	0,1	0,5
Temperature (NOR)	[°C]	100	100
Density (NOR)	[kg/m3]	[1]	[1]
Specific Gravity	[-]	-	-
Viscosity (NOR)	[cP]	[1]	[1]
Specific Heat (NOR)	[kJ/kgK]	[1]	[1]
Thermal Cond. (NOR)	[W/(m°C)]	[1]	[1]



PRESSURE RATIO 1,4  
 EFFICIENCY TBD %  
 WORK MIN 0,50 kW  
 HEAD 4,0 m

**DIMENSIONS:**

Height TBD [mm]  
 Width TBD [mm]  
 Max. Length TBD [mm]  
 Max. O.D. TBD [mm]

**CERTIFICATION:**

PED:  ATEX:

**DESIGN:**

Pump Type Centrifuga  
 Impeller Type -  
 Seal Type -  
 Insulation \*\*\* PP  
 Design Pressure \* [barg] 5  
 Design Temperature [°C] 120  
 Driver Type -  
 Power Supply [kW] -  
 Speed [rpm] 2900

Safety Valve:  Relief Pressure [barg]: NA

**CONNECTIONS:**

ID	PN	Service	Flow
10-2		INLET	Condensa
10-3		OUTLET	Acqua di make-up

**MATERIALS:**

Weight [kg]  
 Dipraghm: NA  
 Casing: NS  
 Impeller: AISI 304  
 Flanges: AISI 304  
 Gasket: EPDM/ NBR  
 Structure: NS  
 Driver: NS

OVERALL: 0

NA: Not Apply NS: Not Specified TBD: To Be Defined

**NOTES:**

\* MECHANICAL DESIGN CONDITIONS: FROM MANUFACTURER  
 CORROSION ALLOWANCE [mm]: FROM MANUFACTURER  
 [1] Il flusso è 100% acqua

\*\*\* INSULATION: P = Process PP = Personal Protection N = None

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED
0	12/09/2016	1ST ISSUE	G. Piras	L. Marchisio	



**HySyTech S.r.l.**  
 Sede legale: Strada del Drosso, 33/18 - 10135 Torino  
 Tel +39 011 3970273 Fax +39 011 3913541  
 P.IVA e C.F. 08682860013  
[hvsytech@hvsytech.com](mailto:hvsytech@hvsytech.com)

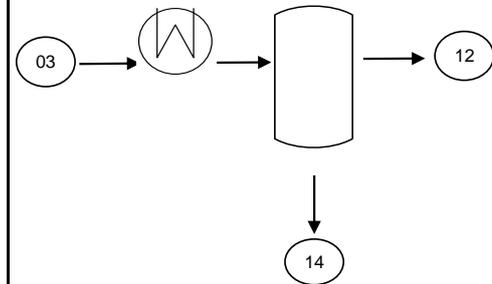
**PROCESS EQUIPMENT  
 DATA SHEET**

Project: **STC.02.16**  
 Page: 13/17

ID Equipment: C-301 Quantity: 1 Service: Raffreddatore  
 Unit: 03 M&EB: STC.02.16.M&EB0206.REV00 Description: Chiller dryer

**PERFORMANCE OF ONE UNIT:**

	INLET		OUTLET	
	03	12	14	
Fluid Allocation				
Stream				
Fluid Name	Prodotto Purificato	Prodotto Purificato	Condensa	
Fluid Type	Flammable Gases	Flammable Gas	Neutral	
Phase	Vapor	Vapor	Liquid	
Flow (NOR)	[kg/h] 1044	951	93	
Flow (MAX/MIN)	[kg/h] NS	NS	NS	
Temperature (NOR)	[°C] 50	5	5	
Temperature (MAX/MIN)	[°C] NS	NS	NS	
Pressure (NOR)	[barg] 0,1	0,0	0,0	
Pressure (MAX/MIN)	[barg] NS	NS	NS	
Density (NOR)	[kg/m <sup>3</sup> ] 0,87	1,05	1008	
Molecular Weight (NOR)	[kg/kmol] 25,5	26,6	18	
Viscosity @ T <sub>mean</sub>	[Pa*s] 1,70E-05	1,60E-05	1,50E-03	
Specific Heat @ T <sub>mean</sub>	[kJ/kgK] 1,21	1,13	4,32	
Thermal Cond. @ T <sub>mean</sub>	[W/(mK)] 0,03	0,03	0,58	
ΔP (CALC./ALLOW.)	[mbar] TBD	TBD	TBD	
Fouling Resistance (MIN)	[m <sup>2</sup> °C/W] NA	NA	NA	
	HEAT EXCHANGED	16	kW	
	DT	45	°C	
	OVERALL HEAT TRANSFER	TBD	W/m <sup>2</sup> °C	
	EXCHANGE SURFACE REQUIRED	TBD	m <sup>2</sup>	
	OVERSIZING (AREA ACTUAL/REQUIRED)	NS	-	



**DIMENSIONS:**

Height [mm]: TBD  
 Width [mm]: TBD  
 Bundle Length [mm]: TBD  
 Max. O.D. [mm]: TBD

**CERTIFICATION:**

PED:  ATEX:

**DESIGN:**

Design Temperature	[°C]	80
Design Internal Pressure	[barg]	0,5
Design External Pressure	[barg]	NA
Wall Thickness	[mm]	NS
Orientation		NS
Wind Design Basis		NA
Earthquake Design Basis		NA
Thermal Service (Cool/Heat)		NA
Insulation **		N
External Ladder		NA
Internal Ladder		NA
Man Hole		NA
Max. Liquid Level	[mm]	NS
Level Control Range	[%]	NS
Power Supply [kW]:		TBD
Driver Type:		NS

**CONNECTIONS:**

ID	PN	Service	Flow
03		INLET	Prodotto Purificato
12		OUTLET	Prodotto Purificato
14		OUTLET	Condensa

**MATERIALS:**

	Weight [kg]
Body:	AISI 304
Shell:	NA
Heads:	NA
Tubes:	NA
Baffles:	NA
Flanges:	AISI 304
Gasket:	PTFE
Fins:	NA
Fan blade:	NA
Plate:	NA

Safety Valve:  Relief Pressure [barg]:

OVERALL: 0

NA: Not Apply NS: Not Specified TBD: To Be Defined

**NOTES:**

\* MECHANICAL DESIGN CONDITIONS: DESIGN PRESSURE / FULL VACUUM  
 CORROSION ALLOWANCE [mm]: 0,05 STAINLESS STEEL  
 0,5 CARBON STEEL

\*\* INSULATION: P = Process PP = Personal Protection N = None

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED
0	12/09/2016	1ST ISSUE	G. Piras	L. Marchisio	



Project	STC.02.16
UNIT	01

Title Detailed Mass & Energy Balances

Date	12/09/16
------	----------

	Stream	Fluid Name	01		02		11		1-01		1-02								
			Syngas	Prodotto Gassoso	Particolato	Azoto	Azoto	Flammable Gases	Flammable Solids	Neutral	Neutral								
		Fluid Type	Flammable Gases	Flammable Gases	Flammable Solids	Neutral	Neutral												
		Phase	Vapor	Vapor	Solid	Vapor	Vapor												
		°C	300	300	40	30													
T	Nor	barg	0,030	0,020	0,000	2,000	2,000												
P	Nor	kmol/h	38,50	38,50	n/s	n/s	n/s												
Flowrate	Nor	Nm <sup>3</sup> /h	862,42	862,42	-	n/s	n/s												
	Nor	kg/h	1.000,0	1.000,0	1,73	n/s	n/s												
MW	Nor	kg/kgmol	26,0	26,0	n/s	28,0	28,0												
Molar Composition •	CO	mol/mol	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00												
	CH4	mol/mol	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00												
	H2O	mol/mol	0,08	0,08	0,00	0,00	0,00												
	CO2	mol/mol	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00												
	H2	mol/mol	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00												
	N2	mol/mol	0,50	0,50	0,00	1,00	1,00												
	O2	mol/mol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
	C2H4	mol/mol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
	Altro	mol/mol	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00												
Weight Composition •	CO	gr/gr	0,22	0,22	0,00	0,00	0,00												
	CH4	gr/gr	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00												
	H2O	gr/gr	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00												
	CO2	gr/gr	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00												
	H2	gr/gr	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00												
	N2	gr/gr	0,54	0,54	0,00	1,00	1,00												
	O2	gr/gr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
	C2H4	gr/gr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
	Altro	gr/gr	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00												
LHV	Nor	kJ/Nm <sup>3</sup>	4313	4313	n/a	n/a	n/a												
TAR	Nor	mg/kg(l)	60.000	60.000	n/a	n/a	n/a												
		mg/Nm <sup>3</sup> (g)																	
Particolato	Nor	mg/Nm <sup>3</sup>	3.000	990	n/a	n/a	n/a												

\*Nota 1                      \*Nota 2                      \*Nota 3                      \*Nota 3

**Note:** • Compositions represent the "normal" conditions of the plant  
 •• Duty and work have been calculated at the "normal" conditions of the equipments  
 General Note: the values shown as "Max", "Min" and "Nor" do not represent operating conditions of the Supply. Values represent only design conditions.  
 \*Nota 1: La stream 02 "Prodotto gassoso" contiene la stessa quantità di TAR ed il 33% del particolato residuo rispetto alla stream 01 "Syngas". L'effettivo abbattimento dipenderà dal carico e dalla distribuzione granulometrica reale del particolato.  
 \*Nota 2: La stream 11 "Particolato" è composta principalmente da polveri e cenere metalliche.  
 \*Nota 3: La stream 1-01 e 1-02 "Azoto" è usata per l'inertizzazione delle tubazioni.

Project	STC.02.16
UNIT	02

Title Detailed Mass & Energy Balances

Date	12/09/16
------	----------

Stream	Fluid Name	Fluid Type	02	03	04	05	06	6-01	6-02	07	08	09	10	10-1	10-2	
			Prodotto Gassoso Flammable Gases	Prodotto Purificato Flammable Gases	Ricircolo Acqua Corrsive to Metals	Acqua in Pressione Corrsive to Metals	Acqua Filtrata Corrsive to Metals	Acqua Raffreddata Corrsive to Metals	Acqua Raffreddata Corrsive to Metals	Acqua Raffreddata Corrsive to Metals	Reintegro Acqua Neutral	Acqua da smaltire Corrsive to Metals	TAR Corrsive to Metals	Vapore Neutral	Condensa Neutral	
T	Nor	Phase	Vapor	Vapor	Liquid	Liquid	Liquid	Liquid	Liquid	Liquid	Liquid	Mixed	Liquid	Vapor	Liquid	
	Nor	°C	300	50	55	55	55	45	45	45	25	52	55	100	35	
P	Nor	barg	0,020	0,006	0,000	8,000	7,800	7,800	7,800	7,800	2,000	0,006	0,11	0,50	0,0	
Flowrate	Nor	kmol/h	38,50	40,29	406,24	406,24	406,24	406,24	243,74	162,49	-	-	-	7,67	7,67	
	Nor	Nm³/h	862,42	902,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	171,90	-	
MW	Nor	kg/h	1.000,0	1.032,2	7.318,4	7.318,4	7.318,4	7.318,4	4.391,1	2.927,4	-	-	103,1	138,3	138,3	
	Nor	kg/kgmol	26,0	25,6	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	
Molar Composition •	CO	mol/mol	0,20	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	n/s	n/s	0,00	0,00
	CH4	mol/mol	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	n/s	n/s	0,00	0,00
	H2O	mol/mol	0,08	0,12	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	n/s	n/s	1,00	1,00
	CO2	mol/mol	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	n/s	n/s	0,00	0,00
	H2	mol/mol	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	n/s	n/s	0,00	0,00
	N2	mol/mol	0,50	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	n/s	n/s	0,00	0,00
	O2	mol/mol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	n/s	n/s	0,00	0,00
	C2H4	mol/mol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	n/s	n/s	0,00	0,00
	Altro	mol/mol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	n/s	n/s	0,00	0,00
	Weight Composition •	CO	gr/gr	0,22	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CH4		gr/gr	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H2O		gr/gr	0,06	0,08	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	1,00	1,00	
CO2		gr/gr	0,17	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
H2		gr/gr	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
N2		gr/gr	0,54	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
O2		gr/gr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
C2H4		gr/gr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Altro		gr/gr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	
LHV		Nor	kJ/Nm³	4313	4122	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
TAR	Nor	mg/kg(l) mg/Nm³(g)	60.000	1192	60	60	60	60	60	60	n/a	n/a	n/a	0	0	
Particolato	Nor	mg/Nm³	990	50	0,7 kg/h	0,7 kg/h	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	0,1 kg/h	0	0	

\*Nota 1 \*Nota 1 \*Nota 2 \*Nota 2

Unit Name	Pumping system **	
	P-201	
Pressure inlet [bara]	1,0	
Pressure outlet [bara]	9,0	
Efficiency [%]	75	
Min Work [kW]	2,2	
	P-202	
Pressure inlet [bara]	1,1	
Pressure outlet [bara]	1,5	
Efficiency [%]	60	
Min Work [kW]	2,2	
	P-203	
Pressure inlet [bara]	1,1	
Pressure outlet [bara]	2,0	
Efficiency [%]	75	
Min Work [kW]	1,0	

Note: • Compositions represent the "normal" conditions of the plant  
 \*\* Duty and work have been calculated at the "normal" conditions of the equipments  
 General Note: the values shown as "Max", "Min" and "Nor" do not represent operating conditions of the Supply. Values represent only design conditions.  
 Nota 1: l'effettivo contenuto di particolato nella fase TAR dipende dall'affinità chimica delle particelle con la fase bituminosa, entrambe caratteristiche dipendono dalla biomassa di origine.  
 Nota 2: portata media non continua.

Project	STC.02.16
UNIT	02

Title Preliminary Mass & Energy Balances

Date	12/09/16
------	----------

Stream	Fluid Name	Phase	10-3	10-4	10-5	10-6	10-7	10-8	14	15	AIR1	AIR2	16-1	16-2	17-1
			Acqua di make-up	TAR	TAR	TAR	TAR	Acqua di make-up	Condensa	TAR	Aria ingresso E-201	Aria uscita E-201	Vapore Inlet	Condensa Outlet	Cooling Water Inlet
			Neutral	Corrsive to Metals	Corrsive to Metals	Corrsive to Metals	Corrsive to Metals	Neutral	Neutral	Corrsive to Metals	Neutral	Neutral	Corrsive to Metals	Corrsive to Metals	Corrsive to Metals
T	Nor	°C	35	n/s	n/s	n/s	55,00	35	5	100	20	30	133	132	27
P	Nor	bar(g)	1,0	0,50	n/a	n/a	0,1	0,1	0,003	1,5	0,000	0,000	2,0	2,0	4,0
Flowrat	Nor	kmol/h	7,67	-	n/a	n/a	n/s	7,67	4,57	-	1089,03	1089,03	8,96	8,96	466,43
	Nor	Nm³/h	-	-	-	-	-	-	-	-	24.394,36	24.394,36	-	-	-
	Nor	kg/h	138,3	56,4	n/a	n/a	103,1	138,3	82,3	56,4	31.419,1	31.419,1	161,5	161,5	8.405,0
MW	Nor	kg/kgmol	18,0	-	n/s	n/s	n/s	18,0	18,0	-	28,9	28,9	18,0	18,0	18,0
Molar Composition *	CO	mol/mol	0,00	n/s	n/s	n/a	n/s	0,00	0,00	n/s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CH4	mol/mol	0,00	n/s	n/s	n/a	n/s	0,00	0,00	n/s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	H2O	mol/mol	1,00	n/s	n/s	n/a	n/s	1,00	1,00	n/s	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00
	CO2	mol/mol	0,00	n/s	n/s	n/a	n/s	0,00	0,00	n/s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	H2	mol/mol	0,00	n/s	n/s	n/a	n/s	0,00	0,00	n/s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	N2	mol/mol	0,00	n/s	n/s	n/a	n/s	0,00	0,00	n/s	0,79	0,79	0,00	0,00	0,00
	O2	mol/mol	0,00	n/s	n/s	n/a	n/s	0,00	0,00	n/s	0,21	0,21	0,00	0,00	0,00
	C2H4	mol/mol	0,00	n/s	n/s	n/a	n/s	0,00	0,00	n/s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Altro	mol/mol	0,00	n/s	n/s	n/a	n/s	0,00	0,00	n/s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Weight Composition *	CO	gr/gr	0,00	0,00	n/s	n/a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CH4	gr/gr	0,00	0,00	n/s	n/a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	H2O	gr/gr	1,00	0,10	n/s	n/a	0,50	1,00	0,10	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00
	CO2	gr/gr	0,00	0,00	n/s	n/a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	H2	gr/gr	0,00	0,00	n/s	n/a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	N2	gr/gr	0,00	0,00	n/s	n/a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,00	0,00	0,00
	O2	gr/gr	0,00	0,00	n/s	n/a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,23	0,00	0,00	0,00
	C2H4	gr/gr	0,00	0,00	n/s	n/a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Altro	gr/gr	0,00	0,90	n/s	n/a	0,50	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LHV	Nor	kJ/Nm³	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
TAR	Nor	mg/kg(l)	0	n/a	n/a	n/a	n/a	0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Particolato	Nor	mg/Nm³	0	0	n/a	n/a	0,1 kg/h	0	n/a	0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

*Nota 1	*Nota 2	*Nota 3	*Nota 3	*Nota 2	*Nota 1
Unit Name Exchangers **		Unit Name Exchangers **		Unit Name Exchangers **	
E-201		E-202		E-203	
Inlet Temp [°C]	55	Inlet Temp [°C]	55	Inlet Temp [°C]	100
Outlet Temp [°C]	45	Outlet Temp [°C]	100	Outlet Temp [°C]	35
Duty [kW]	88,6	Duty [kW]	102,0	Duty [kW]	97,0

**Note:** • Compositions represent the "normal" conditions of the plant  
 \*\* Duty and work have been calculated at the "normal" conditions of the equipments  
 General Note: the values shown as "Max", "Min" and "Nor" do not represent operating conditions of the Supply. Values represent only design conditions.  
 Nota 1: portata media non continua.  
 Nota 2: l'effettivo contenuto di particolato nella fase TAR dipende dall'affinità chimica delle particelle con la fase bituminosa, entrambe caratteristiche dipendono dalla biomassa di origine.  
 Nota 3\* Durante la fase di scarico del T-201, la stream avrà portata e composizione uguale alla stream 10. In fase di scarico del T-202, la stream avrà portata e composizione uguale alla stream 15.

Project	STC.02.16
UNIT	02

Title Preliminary Mass & Energy Balances

Date	12/09/16
------	----------

		Stream	17-2											
		Fluid Name	Cooling Water Outlet											
		Fluid Type	Corrosive to Metals											
		Phase	Liquid											
T	Nor	°C	37											
P	Nor	barg	3,8											
Flowrat	Nor	kmol/h	466,43											
	Nor	Nm <sup>3</sup> /h	-											
	Nor	kg/h	8.405,0											
	Nor	kg/kgmol	18,0											
Molar Composition •	CO	mol/mol	0,00											
	CH4	mol/mol	0,00											
	H2O	mol/mol	1,00											
	CO2	mol/mol	0,00											
	H2	mol/mol	0,00											
	N2	mol/mol	0,00											
	O2	mol/mol	0,00											
	C2H4	mol/mol	0,00											
Altro	mol/mol	0,00												
Weight Composition •	CO	gr/gr	0,00											
	CH4	gr/gr	0,00											
	H2O	gr/gr	1,00											
	CO2	gr/gr	0,00											
	H2	gr/gr	0,00											
	N2	gr/gr	0,00											
	O2	gr/gr	0,00											
	C2H4	gr/gr	0,00											
Altro	gr/gr	0,00												
LHV	Nor	kJ/Nm <sup>3</sup>	n/a											
TAR	Nor	mg/kg(l)	n/a											
Particolato	Nor	mg/Nm <sup>3</sup> (g)	n/a											

**Note:** • Compositions represent the "normal" conditions of the plant  
 • Duty and work have been calculated at the "normal" conditions of the equipments  
 General Note: the values shown as "Max", "Min" and "Nor" do not represent operating conditions of the Supply. Values represent only design conditions.

Project	STC.02.16
UNIT	03

Title Detailed Mass & Energy Balances

Date	12/09/16
------	----------

Stream			03	12	12-01	13	14								
Fluid Name	Fluid Type		Prodotto Purificato	Prodotto raffreddato	Prodotto raffreddato	Prodotto finale	Condensa								
		Phase	Flammable Gases	Flammable Gases	Flammable Gases	Flammable Gases	Neutral								
		°C	Vapor	Vapor	Vapor	Vapor	Liquid								
T	Nor	50	50	5	17	17	5								
P	Nor	barg	0,006	0,003	0,100	0,095	0,003								
Flowrate	Nor	kmol/h	40,29	35,72	35,72	35,72	4,57								
	Nor	Nm <sup>3</sup> /h	902,46	800,14	800,14	800,14	-								
	Nor	kg/h	1,032,2	949,9	949,9	949,9	82,3								
	Nor	kg/kgmol	25,6	26,6	26,6	26,6	18,0								
Molar Composition •	CO	mol/mol	0,19	0,22	0,22	0,22	0,00								
	CH4	mol/mol	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00								
	H2O	mol/mol	0,12	0,01	0,01	0,01	1,00								
	CO2	mol/mol	0,10	0,11	0,11	0,11	0,00								
	H2	mol/mol	0,10	0,11	0,11	0,11	0,00								
	N2	mol/mol	0,48	0,54	0,54	0,54	0,00								
	O2	mol/mol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00								
	C2H4	mol/mol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00								
	Altro	mol/mol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00								
Weight Composition •	CO	gr/gr	0,21	0,23	0,23	0,23	0,00								
	CH4	gr/gr	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00								
	H2O	gr/gr	0,08	0,01	0,01	0,01	1,00								
	CO2	gr/gr	0,16	0,18	0,18	0,18	0,00								
	H2	gr/gr	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00								
	N2	gr/gr	0,52	0,57	0,57	0,57	0,00								
	O2	gr/gr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00								
	C2H4	gr/gr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00								
	Altro	gr/gr	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00								
LHV	Nor	kJ/Nm <sup>3</sup>	4122	4649	4649	4649	n/a								
TAR	Nor	mg/kg(l) mg/Nm <sup>3</sup> (g)	1.192	197	197	197	n/a								
Particolato	Nor	mg/Nm <sup>3</sup>	50	50	50	n/a	n/a								

Unit Name	Pumping system **
	B-301
Pressure inlet [bara]	1,003
Pressure outlet [bara]	1,100
Efficiency [%]	60
Min Work [W]	3,6

Unit Name	Exchangers **
	C-301
Inlet Temp [°C]	50
Outlet Temp [°C]	5
Duty [kW]	-72,8

Note: • Compositions represent the "normal" conditions of the plant  
 \*\* Duty and work have been calculated at the "normal" conditions of the equipments  
 General Note: the values shown as "Max", "Min" and "Nor" do not represent operating conditions of the Supply. Values represent only design conditions.



HySyTech S.r.l.  
Sede legale: Strada del Drosso, 33/18 - 10135 TO  
Tel +39 011 3970273 Fax +39 011 3913541  
P.IVA e C.F. 08682860013  
hysytech@hysytech.com

### I/O Summary

STC.02.16  
STC.02.16.IOS0309.REV01

TAG	UNIT	I/O	q.ty q.tà	Description Descrizione	Measure Misura			Soglia Limit		Power Supply Alimentazione				Analog I/O Analogico			Digital I/O Digitale		NOTE Note	Type Tipologia	Manufacturer Costruttore Fornitore
					From Da	To a	[uom] [udm]	Basso Low	Alto High2	Voltage [V] Tensione [V]	Current Corrente	Power Potenza	[uom] [udm]2	From Da3	To a4	[uom] [udm]5	Powered Alimentato	Not powered Non alimentato			
PT-105	1	Input	1	Trasmittitore di pressione sul syngas in ingresso dal ciclone	-500	500	mbarg			24	DC			4	20	mA					
TT-104	1	Input	1	Termocoppia sul syngas in ingresso dal ciclone	-270	1370	°C			24	DC										
YY-101A/B	1	Output	2	Pilota valvola YV-101A/B						24	DC						NA [24V]				
YY-102A/B	1	Output	2	Pilota valvola YV-102						24	DC						NA [24V]				
YY-103	1	Output	1	Pilota valvola YV-103						24	DC						NA [24V]				
ZSH-101A/B ZSL-101A/B	1	Input	4	Fine corse delle valvole YV-101A/B						Dry contact max 3A min 50mA							NA [24V]				
ZSH-102A/B ZSL-102A/B	1	Input	4	Fine corse delle valvole YV-102A/B						Dry contact max 3A min 50mA							NA [24V]				
LSH-202	2	Input	1	Livello stato di alto T-201						24	DC						NA [24V]				
LSL-202	2	Input	1	Livello stato di basso T-201						24	DC						NA [24V]				
LSH-213	2	Input	1	Livello stato di alto T-202						24	DC						NA [24V]				
LSL-213	2	Input	1	Livello stato di basso T-202						24	DC						NA [24V]				
LSH-217	2	Input	1	Livello stato di alto T-203						24	DC						NA [24V]				
LSL-217	2	Input	1	Livello stato di basso T-203						24	DC						NA [24V]				
LSH-218	2	Input	1	Livello stato di alto per il TAR nella vasca T-201						24	DC						NA [24V]				
LT-201	2	Input	1	Trasmittitore di livello T-201	0	1	m			24	DC		4	20	mA						
LT-217	2	Input	1	Trasmittitore di livello T-203	0	2	m			24	DC		4	20	mA						
M-P201	2	Output	1	Motore Pompa di ricircolo P-201						400	AC	3	kW								
M-E201A/B	2	Output	2	Motore Raffreddatore ad aria E-201						400	AC	2,2	kW								
M-P202	2	Output	1	Motore Pompa TAR P-202						400	AC	3	kW								
M-P203	2	Output	1	Motore Pompa di rilancio dell'acqua P-203						400	AC	1,5	kW								
M-T202	2	Output	1	Motore Agitatore T-202						400	AC	4	kW								
PSH-208	2	Input	1	Pressostato di alto T-201						24	DC						NA [24V]				
PT-203	2	Input	1	Trasmittitore di pressione a monte del Venturi	-500	500	mbarg			24	DC		4	20	mA						
PT-204	2	Input	1	Trasmittitore di pressione sul ricircolo dell'acqua	0	10	barg			24	DC		4	20	mA						
PT-206	2	Input	1	Misuratore di pressione sul ricircolo dell'acqua	0	10	barg			24	DC		4	20	mA						
PT-210	2	Input	1	Trasmittitore di pressione sul syngas in uscita dallo scrubber	-500	500	mbarg			24	DC		4	20	mA						
PT-220	2	Input	1	Trasmittitore di pressione sul ricircolo dell'acqua	0	10	barg			24	DC		4	20	mA						
SC-213	2	Output	1	Inverter della pompa P-202	0	100	%			24	DC		4	20	mA						
SC-220	2	Output	1	Inverter della pompa P-201	0	100	%			24	DC		4	20	mA						
TSH-213	2	Input	1	Termostato di alto T-202						24	DC						NA [24V]				
TT-203	2	Input	1	Termocoppia sul syngas a monte del Venturi	-270	1370	°C			24	DC										
TT-205	2	Input	1	Termocoppia a monte del raffreddatore	-270	1370	°C			24	DC										
TT-206	2	Input	1	Termocoppia a valle del raffreddatore	-270	1370	°C			24	DC										
TT-207	2	Input	1	Termocoppia T-201	-270	1370	°C			24	DC										
TT-209	2	Input	1	Termocoppia sul syngas in uscita dallo scrubber	-270	1370	°C			24	DC										
TT-213	2	Input	1	Termocoppia T-202	-270	1370	°C			24	DC										
TT-214A/B	2	Input	2	Termocoppie sul vapore e sul ritorno del vapore condensato	-270	1370	°C			24	DC										
TT-215	2	Input	1	Termocoppia sull'acqua in uscita dal E-203	-270	1370	°C			24	DC										
TT-216A/B	2	Input	2	Termocoppie sulla mandata e ritorno della cooling water	-270	1370	°C			24	DC										
TT-219	2	Input	1	Termocoppia in T-201	-270	1370	°C			24	DC										
TV-217B	2	Output	1	Valvola attuata a tre vie						24	DC						NA [24V]				
TY-213	2	Output	1	Attuatore valvola di controllo TCV-213						24	DC										
TY-215	2	Output	1	Attuatore valvola di controllo TCV-215						24	DC										
YY-201	2	Output	1	Pilota valvola YV-201						24	DC						NA [24V]				
YY-202	2	Output	1	Pilota valvola YV-202						24	DC						NA [24V]				
YY-210	2	Output	1	Pilota valvola YV-210						24	DC						NA [24V]				
YY-213A/B/C/D	2	Output	4	Pilot valvole YV-213A/B/C/D						24	DC						NA [24V]				
ZSH-201 ZSL-201	2	Input	2	Fine corse delle valvole YV-201						Dry contact max 3A min 50mA							NA [24V]				
ZSH-202 ZSL-202	2	Input	2	Fine corse delle valvole YV-202						Dry contact max 3A min 50mA							NA [24V]				
ZSH-213A/B/C/D ZSL-213A/B/C/D	2	Input	8	Fine corse delle valvole YV-213A/B/C/D						Dry contact max 3A min 50mA							NA [24V]				
ZSH-217 ZSL-217	2	Input	2	Fine corse della valvole YV-217						Dry contact max 3A min 50mA							NA [24V]				
E-301	3	Output	1	Riscaldatore elettrico C-301						400	AC	1,5	kW								
M-B301	3	Output	1	Motore della soffiante B-301						400	AC	5	kW								
PT-301	3	Input	1	Trasmittitore di pressione sul syngas all'uscita dalla soffiante	0	500	mbarg			24	DC		4	20	mA						
SC-301	3	Output	1	Inverter della soffiante B-301	0	100	%			24	DC		4	20	mA						
TT-303	3	Input	1	Termocoppia sul syngas in uscita dal Chiller Dryer	-270	1370	°C			24	DC										
TT-304	3	Input	1	Termocoppia sul syngas diretto al motore	-270	1370	°C			24	DC										

Power 20,20 kW

1) X = valori multipli

13/09/2016 Date Data	Issued for construction Description Descrizione	G. Piras Prepared Preparato	F. Vilaro Checked Controllato	L. Marchisio Approved Approvato
----------------------------	---	-----------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------

<b>Project</b> STC.02.16	<b>Document no.</b> STC.02.16.CSS0309.REV00	<b>Level</b>	1
--------------------------	---	--------------	---

<b>Client</b> Sotacarbo S.p.a	<b>Document type</b> Class B	<b>Attachments</b>	0
-------------------------------	------------------------------	--------------------	---

<b>Title</b>	<p><b>Sistema di clean-up del syngas prodotto dall'impianto di gassificazione dimostrativo Sotacarbo</b></p> <p><b>Syngas da Biomassa con utilizzo in ICE (motore)</b></p> <p><b>Control System Narrative</b></p>
--------------	---

<b>Date</b>	<b>Prepared by</b>	Signature	<b>Checked by</b>	Signature	<b>Approved by</b>	Signature
12/09/2016	L. Marchisio		F. Vilardo		L. Marchisio	

<b>Project</b> STC.02.16	<b>Document no.</b> STC.02.16.CSS0309.REV00	<b>Level</b>	1
--------------------------	---	--------------	---

## Indice

<i>Indice</i> .....	2
<i>1 Narrativa di controllo e specifiche generali</i> .....	3
1.1 U01 – Rimozione Particolato.....	3
1.2 U02 – Lavaggio (foglio 1).....	3
1.3 U02 – Lavaggio (foglio 2).....	3
1.4 U03 – Raffreddamento.....	4
1.5 Emergency Shut-down (ESD).....	4

<b>Project</b> STC.02.16	<b>Document no.</b> STC.02.16.CSS0309.REV00	<b>Level</b>	1
--------------------------	---	--------------	---

## 1 Narrativa di controllo e specifiche generali

Questo documento contiene la descrizione delle logiche di controllo per il funzionamento dei sistemi automatici installati nell’Impianto di clean-up del syngas prodotto dall’impianto di gassificazione dimostrativo Sotacarbo

I nomi degli strumenti e delle valvole riportati fanno riferimento al documento “**P&ID**” STC.02.16.P&ID0308.REV00.

### 1.1 U01 – Rimozione Particolato

- Monitoraggio di pressione e temperatura sul Syngas.
- Valvole per lo scarico manuale della cenere dal ciclone S-101, predisposte per futura automatizzazione.
- Valvole automatiche per l’inertizzazione dell’Impianto con Azoto in caso di Emergenza.
- Valvole manuali per il flussaggio con Azoto del serbatoio per lo stoccaggio delle ceneri X-101.

### 1.2 U02 – Lavaggio (foglio 1)

- Monitoraggio di pressione e temperatura sul Syngas.
- Misuratore di pressione in ingresso al Venturi-Scrubber K-201 utilizzato, in modalità di “over-ride” sul controllo della soffiante B-301, per evitare di mandare l’impianto in depressione.
- Monitoraggio di pressione e temperatura sull’acqua di lavaggio.
- Monitoraggio delle perdite di carico generate dall’intasamento dei filtri a cartuccia.
- Controllo della pressione del circuito mediante la pompa P-201 (azionata da inverter).
- Controllo della temperatura del circuito mediante aerotermostato E-201 (controllo on/off su due ventilatori).
- Monitoraggio ed impostazione manuale della partizione della portata tra Venturi-Scrubber K-201 e Scrubber V-201.
- Valvole automatiche per il reintegro e lo spurgo dell’acqua di lavaggio controllate dal misuratore di livello della vasca T-201.
- Sifone di sicurezza per sfogo della sovrappressione in caso di esplosione.

### 1.3 U02 – Lavaggio (foglio 2)

- Monitoraggio di pressione e temperatura del vapore e ritorno condense.
- Monitoraggio di pressione e temperatura dell’acqua di raffreddamento.
- Controllo della temperatura dell’evaporatore T-202 mediante valvola di controllo sulla portata di vapore.
- Controllo della temperatura del condensatore E-203 mediante valvola di controllo sulla portata di acqua di raffreddamento.

<b>Project</b> STC.02.16	<b>Document no.</b> STC.02.16.CSS0309.REV00	<b>Level</b>	1
--------------------------	---	--------------	---

- Controllo del carico e dello scarico dell'evaporatore mediante valvole automatiche gestite dai livelli della vasca T-201 e dell'evaporatore T-202.
- Controllo del reintegro della condensa recuperata mediante P-203 (controllo on/off) e misuratore di livello nel serbatoio T-203.
- Scarico dell'eccesso di condensa recuperata tramite valvola a 3 vie.

## 1.4 U03 – Raffreddamento

- Monitoraggio di pressione e temperatura sul Syngas.
- Controllo della pressione del circuito in uscita verso motore ICE mediante la soffiante B-301 (azionata da inverter).

## 1.5 Emergency Shut-down (ESD)

L'obiettivo di questo interblocco è fermare le operazioni dell'impianto in caso di emergenza.

Elementi che attivano l'ESD (OR):

- Protezione termica di P-201;
- Fault inverter di P-201;
- Protezione termica di B-301;
- Fault inverter di B-301;
- PSHH-208, allarme di altissima pressione.

L'attivazione dell'ESD genera le "Default Opening", le "Default Frequency" e i "Default Status" di motori e valvole automatiche.



HySyTech S.r.l.

Sede legale: Strada del Drosso, 33/18 - 10135 Torino  
Tel +39 011 3970273 Fax +39 011 3913542  
P.IVA e C.F. 08682860013  
hvsytech@hvsytech.com

# EQUIPMENT MECHANICAL DATA SHEET

Progetto

STC.02.16

Pagina

1/1

ID Equipment: S-101  
Sezione: PU-101

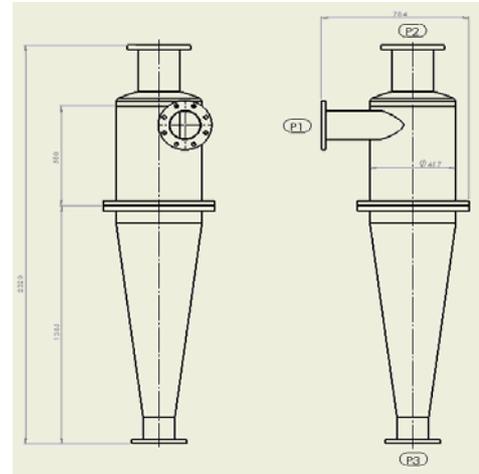
Quantità: 1

Servizio: Separazione particolato Dp ≥ 100 µm

Descrizione: Ciclone inerziale

### SPECIFICHE DI PROGETTO:

	Ciclone	Camicia
Materiale di Costruzione	AISI 316*	-
Pressione di Progetto [barg]	0,49	-
Temperatura di Progetto [°C]	350	-
Portata Min. [Nm <sup>3</sup> /h]	435	-
Portata Max. [Nm <sup>3</sup> /h]	880	-
Altezza (t-t) [mm]	2320	-
Diametro Est. Corpo Cilindrico [mm]	457	-
Spessore di Parete (min)** [mm]	3	-
Coibentazione***	P	-
Spessore Coibentazione [mm]	80	-
Materiale Coibentazione	Superwool 96	-
Servizio Termico	-	-
Diametro di taglio particelle Dp [µm]	-	-
P. di Carico: Max Portata @ 150°C [mbar]	100	-
P. di Carico: Min. Portata @ 150°C [mbar]	7	-
Potenza Installata [kW]	1,3	-
Alimentazione Elettrica	-	-
Press. di Sfiato Safety Valve [barg]	-	-



### INGOMBRI DI MASSIMA:

Altezza Totale	2320	mm
Lunghezza Massima	-	mm
Diametro Massimo	784	mm

### CERTIFICAZIONE:

PED:

ATEX:

NA: Non Applicabile      NS: Non Specificato      TBD: Da Definire

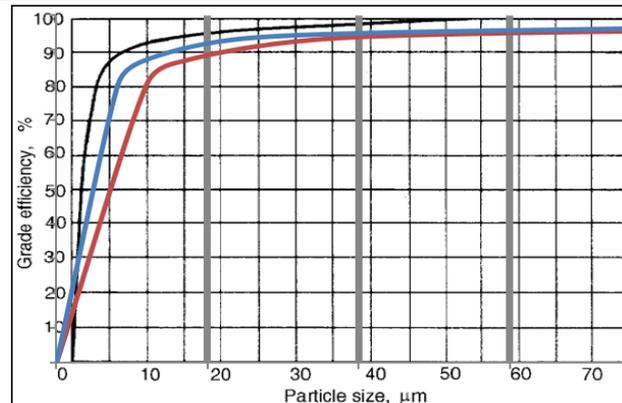
### CONNESSIONI:

n°	ID	Servizio	Posizione	Tipo	DN	PN	Note
1	P1	IN Syngas	Corpo	Flangia	150	10	
2	P2	OUT Syngas	Fondo Superiore	Flangia	200	10	
3	P3	Scarico Polveri	Fondo Inferiore	Flangia	150	10	

### CURVE DI PRESTAZIONE:

n°	ID	Riferimento*
1	Nero	Ideale
2	Blu	Max Portata
3	Rosso	Min Portata

\* Curva sul diametro medio di particella assumendo anche una distribuzione gaussiana ideale.  
La distribuzione reale è funzione della distribuzione delle particelle in ingresso e della loro dispersione



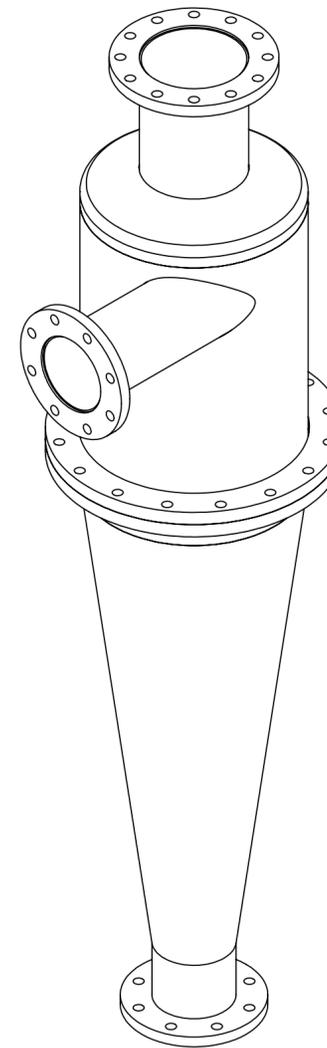
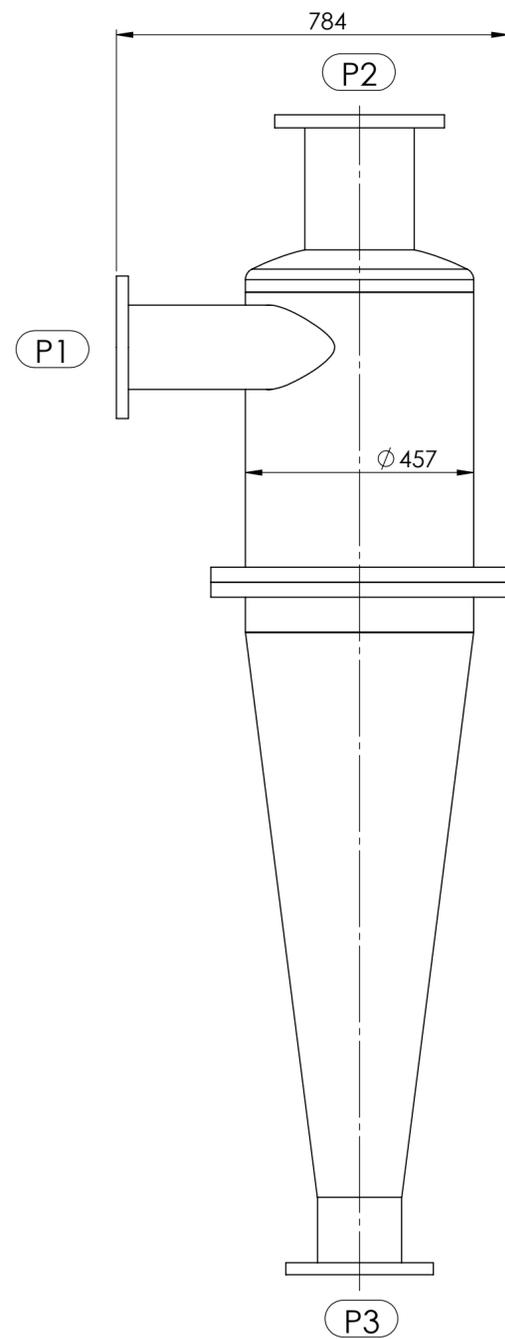
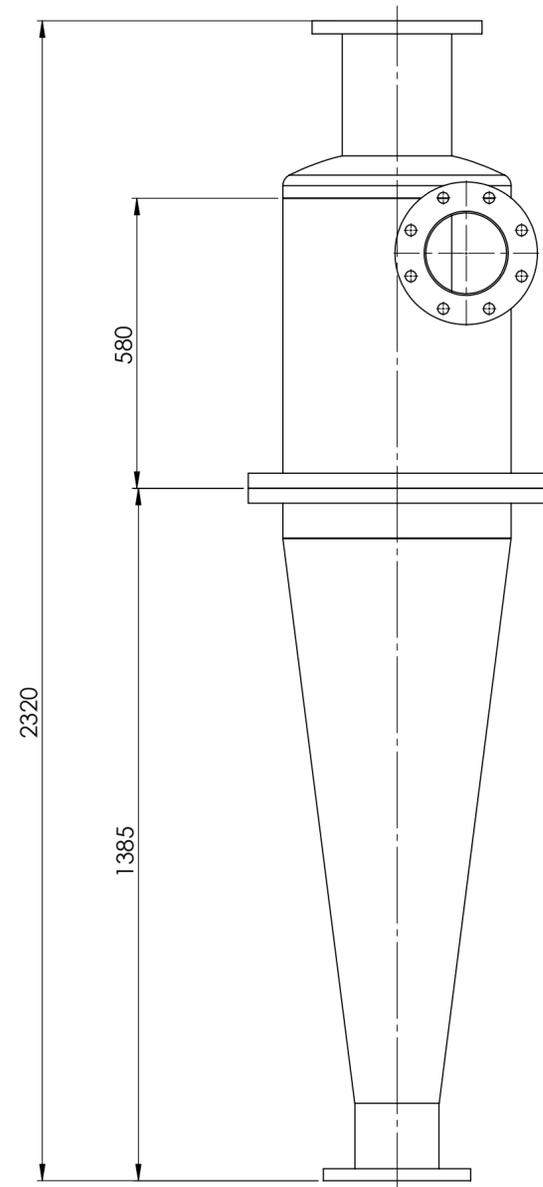
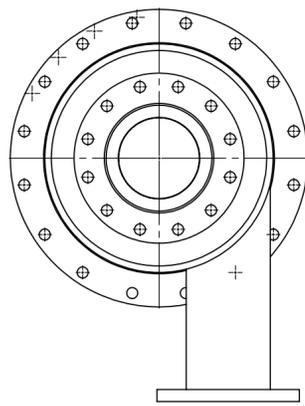
### NOTE:

\* in alternativa può essere impiegato il AISI304. Per le temperature e fluidi considerate l'AISI304 presenta una performance inferiore all'AISI316 ma con delle resistenze e durate sufficienti

\*\* Allowance per corrosione [mm]: 0.5 Acciaio INOX

\*\*\* Coibentazione: P = Processo; PP = Protezione Individuale; N = Nessuna

REV.	DATA	DESCRIZIONE	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO
0	15/07/2016	Dimensionamento Preliminare	M. ONNIS	A. SALDIVIA	L. MARCHISIO
1	25/07/2016	Diminuite Perdite di Carico	M. ONNIS	A. SALDIVIA	L. MARCHISIO



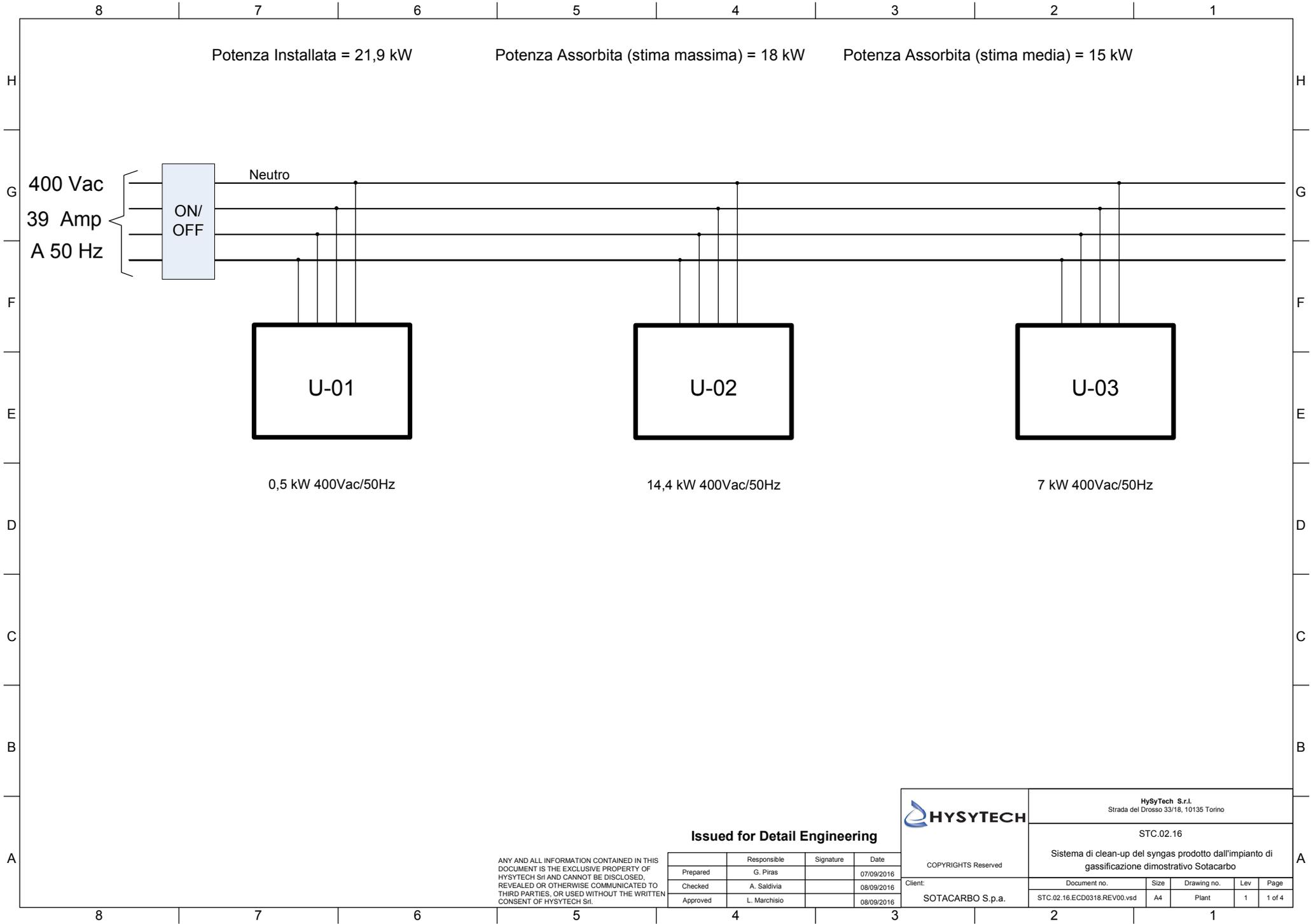
REVISIONI			
REV.	DESCRIZIONE	DATA	APPROVATO
0	DISEGNO PRELIMINARE	18/07/2016	
1	VARIATE ALTEZZA E DIAMETRO PER DIMINUIZIONE PERDITE DI CARICO	27/07/2016	

P3	150	10	UNI EN 1092-1	USCITA POLVERI
P2	200	10	UNI EN 1092-1	USCITA SYNGAS
P1	150	10	UNI EN 1092-1	ENTRATA SYNGAS
POS.	DN	PN	NORMATIVA	SERVIZIO

TABELLA BOCCELLI

		<b>HYSYTECH S.r.l.</b>		
		TITOLO: <b>STC.02.16.FED0311_S-101_CICLONE</b>		
DIS.	M.Ornis	DATA:	18/07/2016	MATERIALE: AISI 316
CONTR.	C.Farina			NON SCALARE IL DISEGNO
APPR.	C.Farina			
CLIENTE: <b>Sotacarbo S.p.a.</b>		DIS N.		
PROGETTO: STC.02.16		SCALA: 1:10	FOGLIO 1 DI 1	

ANY AND ALL INFORMATION CONTAINED IN THIS DOCUMENT IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF HYSYTECH S.r.l. AND CANNOT BE DISCLOSED, REVEALED OR OTHERWISE COMMUNICATED TO THIRD PARTIES, OR USED WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF HYSYTECH S.r.l.

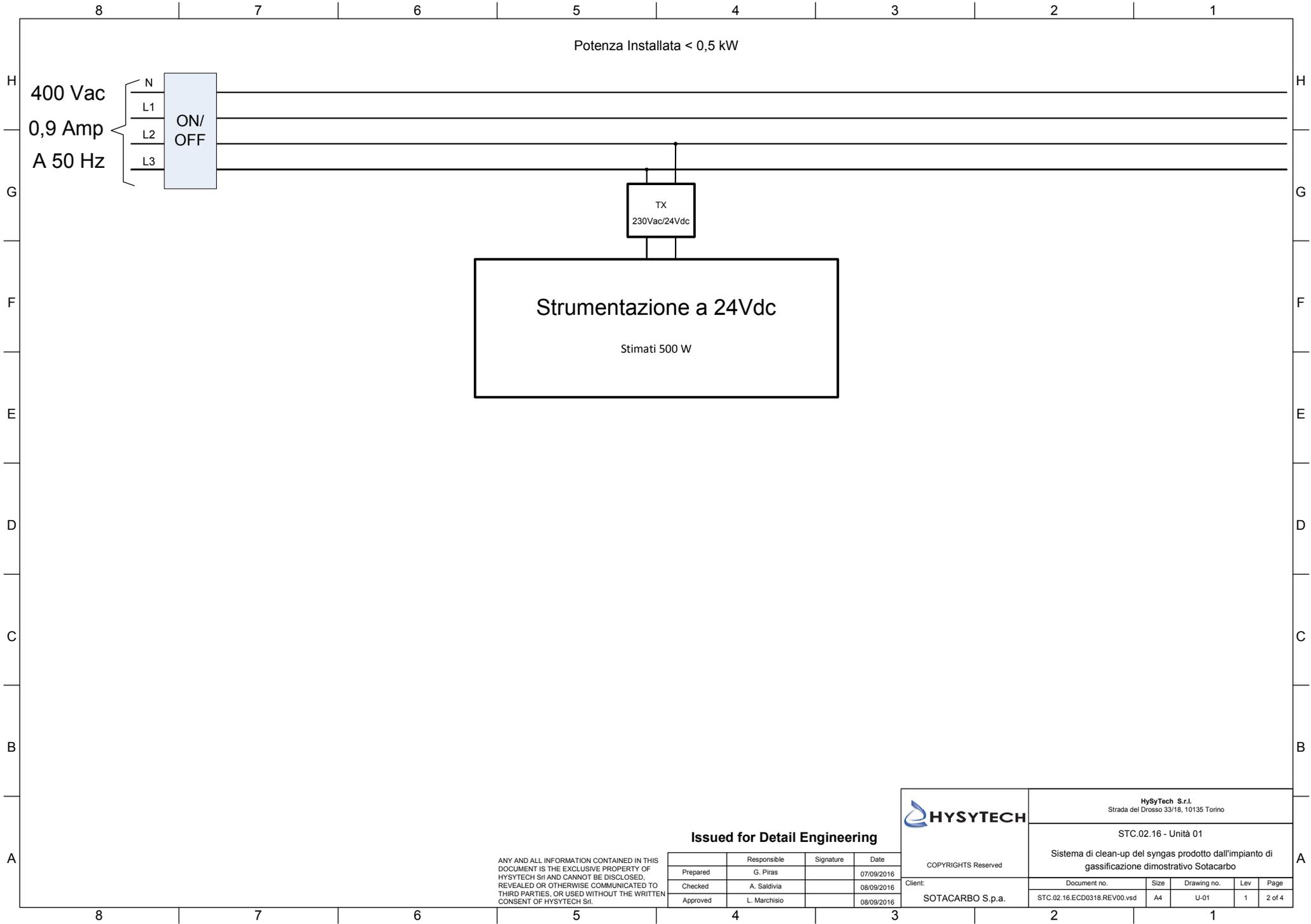


**Issued for Detail Engineering**

ANY AND ALL INFORMATION CONTAINED IN THIS DOCUMENT IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF HYSYTECH Srl AND CANNOT BE DISCLOSED, REVEALED OR OTHERWISE COMMUNICATED TO THIRD PARTIES, OR USED WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF HYSYTECH Srl.

	Responsible	Signature	Date
Prepared	G. Piras		07/09/2016
Checked	A. Saldivia		08/09/2016
Approved	L. Marchisio		08/09/2016

	HySyTech S.r.l. Strada del Drosso 33/18, 10135 Torino					
	STC.02.16 Sistema di clean-up del syngas prodotto dall'impianto di gassificazione dimostrativo Sotacarbo					
COPYRIGHTS Reserved	Client	Document no.	Size	Drawing no.	Lev	Page
	SOTACARBO S.p.a.	STC.02.16.ECD0318.REV00.vsd	A4	Plant	1	1 of 4



**Issued for Detail Engineering**

ANY AND ALL INFORMATION CONTAINED IN THIS DOCUMENT IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF HYSYTECH Srl AND CANNOT BE DISCLOSED, REVEALED OR OTHERWISE COMMUNICATED TO THIRD PARTIES, OR USED WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF HYSYTECH Srl.

	Responsible	Signature	Date
Prepared	G. Piras		07/09/2016
Checked	A. Saldivia		08/09/2016
Approved	L. Marchisio		08/09/2016



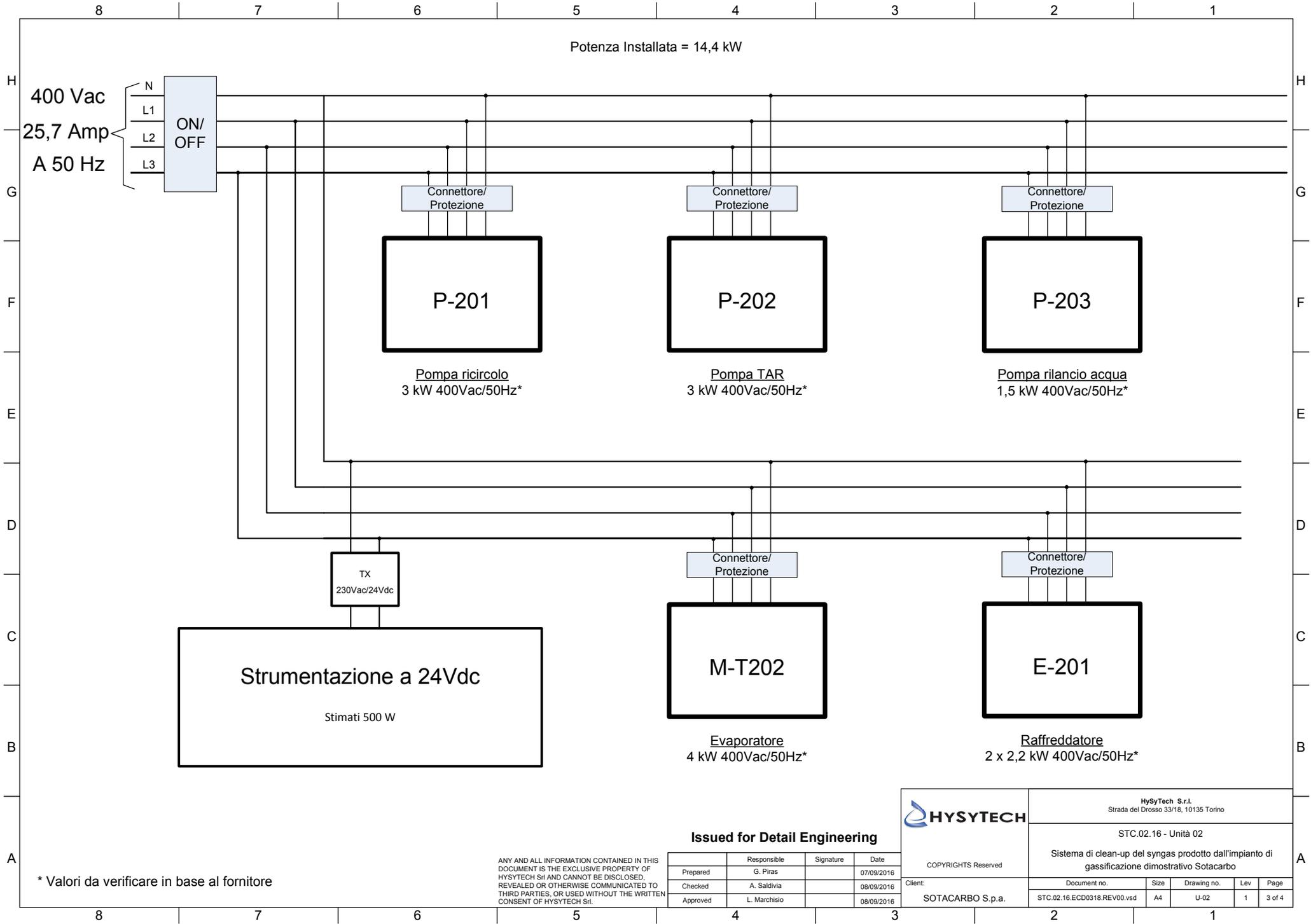
**HySyTech S.r.l.**  
Strada del Drosso 33/18, 10135 Torino

STC.02.16 - Unità 01  
Sistema di clean-up del syngas prodotto dall'impianto di gassificazione dimostrativo Sotacarbo

COPYRIGHTS Reserved  
Client: SOTACARBO S.p.a.

Document no.	Size	Drawing no.	Lev	Page
STC.02.16.ECD0318.REV00.vsd	A4	U-01	1	2 of 4

A



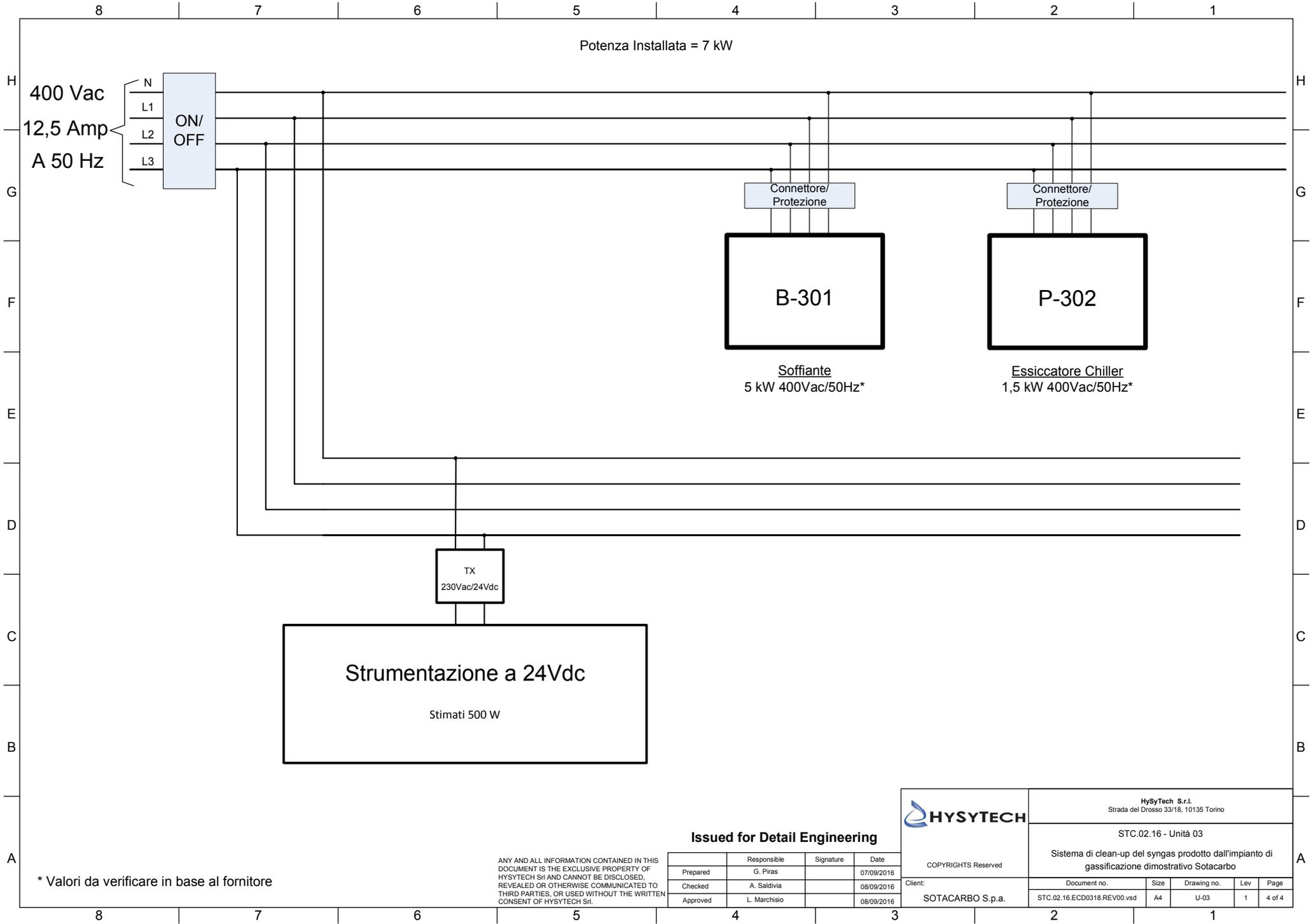
\* Valori da verificare in base al fornitore

ANY AND ALL INFORMATION CONTAINED IN THIS DOCUMENT IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF HYSYTECH Srl AND CANNOT BE DISCLOSED, REVEALED OR OTHERWISE COMMUNICATED TO THIRD PARTIES, OR USED WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF HYSYTECH Srl.

**Issued for Detail Engineering**

	Responsible	Signature	Date
Prepared	G. Piras		07/09/2016
Checked	A. Saldivia		08/09/2016
Approved	L. Marchisio		08/09/2016

	HySyTech S.r.l. Strada del Drosso 33/18, 10135 Torino			
	STC.02.16 - Unità 02 Sistema di clean-up del syngas prodotto dall'impianto di gassificazione dimostrativo Sotacarbo			
COPYRIGHTS Reserved Client SOTACARBO S.p.a.	Document no.	Size	Drawing no.	Lev
	STC.02.16.ECD0318.REV00.vsd	A4	U-02	1
				Page
				3 of 4



\* Valori da verificare in base al fornitore

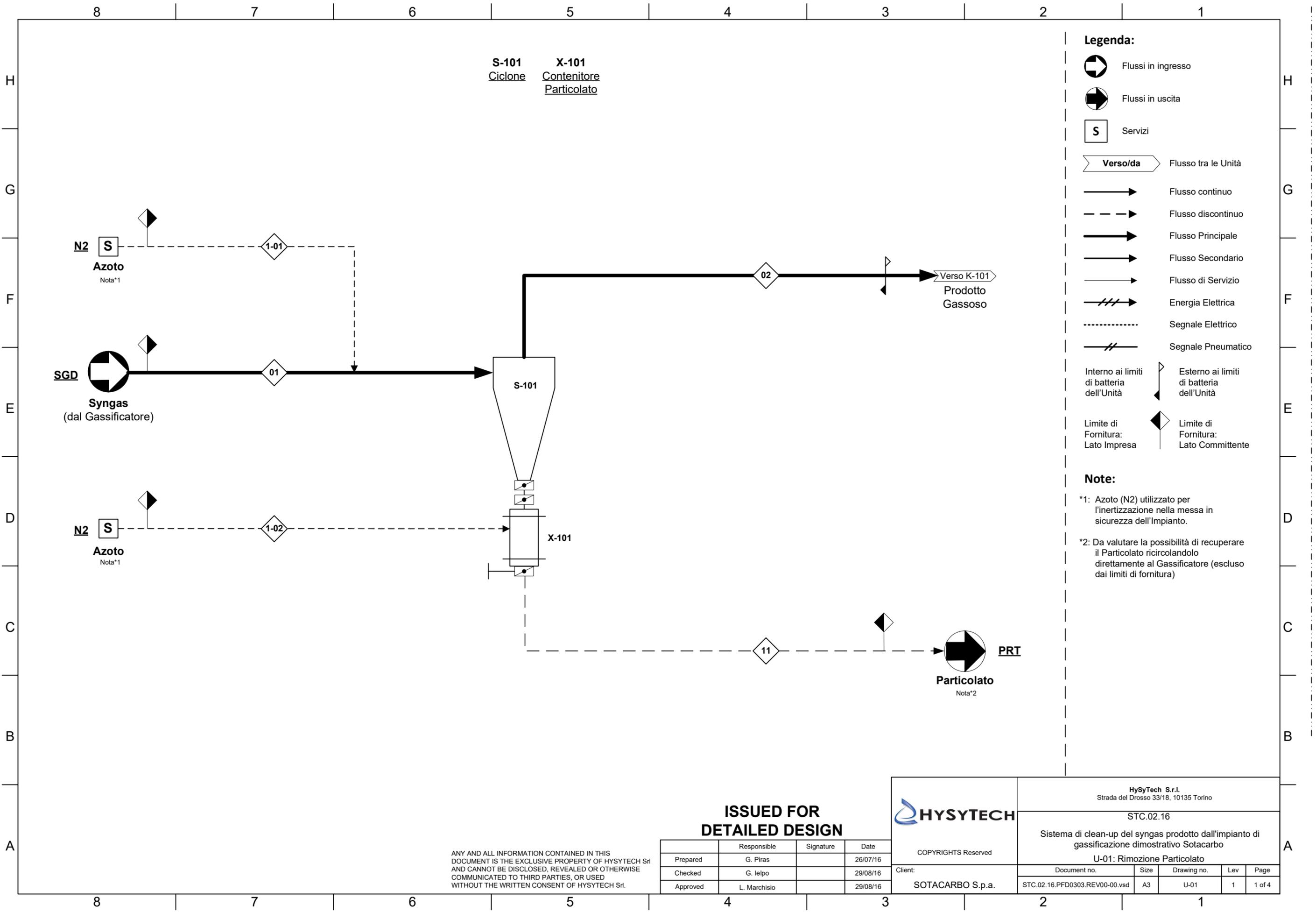
ANY AND ALL INFORMATION CONTAINED IN THIS DOCUMENT IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF HYSYTECH Srl AND CANNOT BE DISCLOSED, REVEALED OR OTHERWISE COMMUNICATED TO THIRD PARTIES, OR USED WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF HYSYTECH Srl.

Issued for Detail Engineering

	Responsible	Signature	Date
Prepared	G. Piras		07/09/2016
Checked	A. Saldivia		08/09/2016
Approved	L. Marchisio		08/09/2016

	HYSYTECH S.r.l. Strada del Drosso 33/18, 10135 Torino			
	STC.02.16 - Unità 03			
Sistema di clean-up del syngas prodotto dall'impianto di gassificazione dimostrativo Sotacarbo				
Client	Document no.	Size	Drawing no.	Lev
SOTACARBO S.p.a.	STC.02.16.ECD0318.REV00.vsd	A4	U-03	1
				Page
				4 of 4

COPYRIGHTS Reserved



**S-101**  
Ciclone

**X-101**  
Contenitore  
Particolato

- Legenda:**
- Flussi in ingresso
  - Flussi in uscita
  - S** Servizi
  - Verso/da** Flusso tra le Unità
  - Flusso continuo
  - Flusso discontinuo
  - Flusso Principale
  - Flusso Secondario
  - Flusso di Servizio
  - Energia Elettrica
  - Segnale Elettrico
  - Segnale Pneumatico
  - Interno ai limiti di batteria dell'Unità
  - Esterno ai limiti di batteria dell'Unità
  - Limite di Fornitura: Lato Impresa
  - Limite di Fornitura: Lato Committente

**Note:**

\*1: Azoto (N2) utilizzato per l'inertizzazione nella messa in sicurezza dell'Impianto.

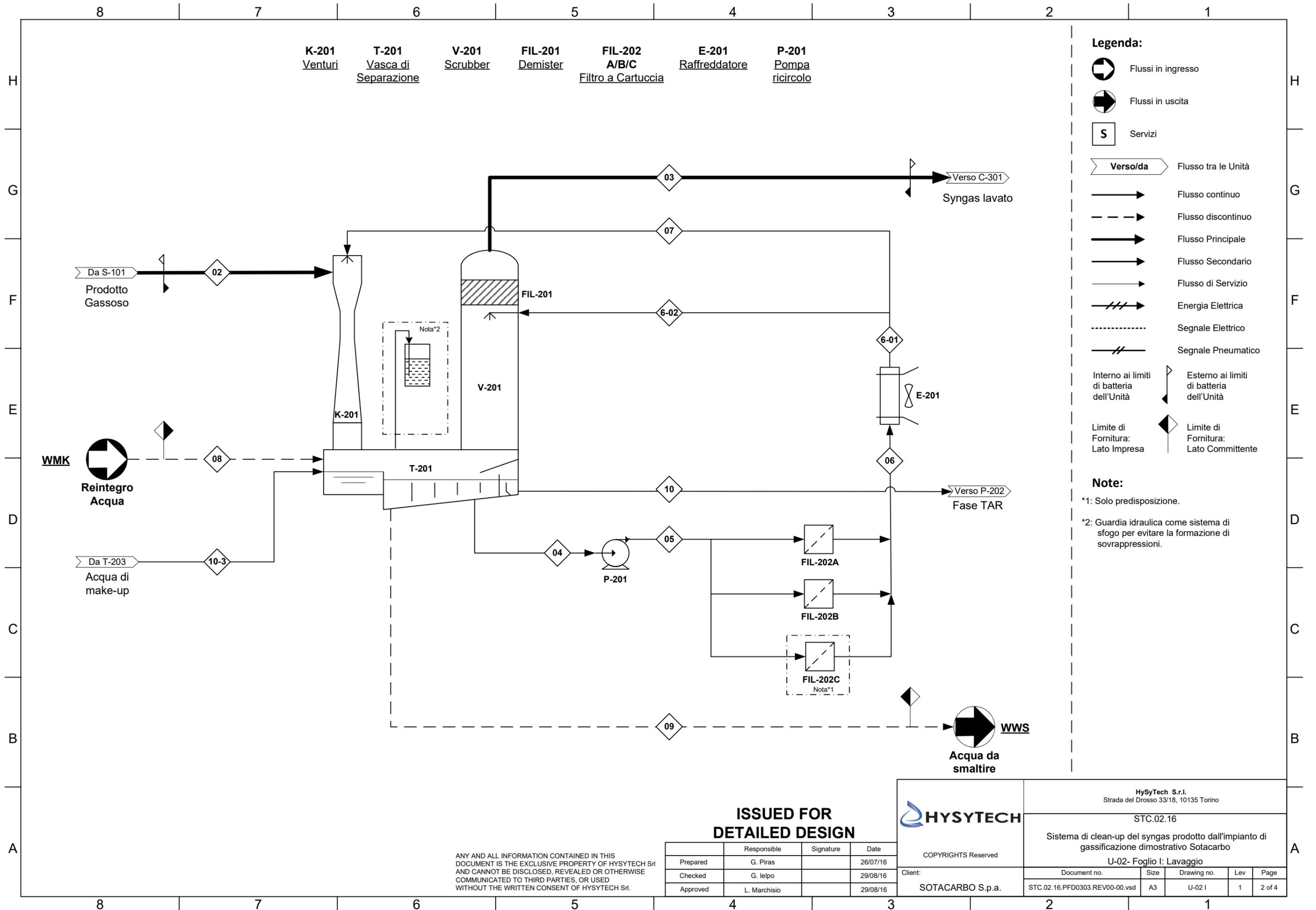
\*2: Da valutare la possibilità di recuperare il Particolato riciccolandolo direttamente al Gassificatore (escluso dai limiti di fornitura)

**ISSUED FOR  
DETAILED DESIGN**

ANY AND ALL INFORMATION CONTAINED IN THIS DOCUMENT IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF HYSYTECH Srl AND CANNOT BE DISCLOSED, REVEALED OR OTHERWISE COMMUNICATED TO THIRD PARTIES, OR USED WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF HYSYTECH Srl.

	Responsible	Signature	Date
Prepared	G. Piras		26/07/16
Checked	G. Ielto		29/08/16
Approved	L. Marchisio		29/08/16

 COPYRIGHTS Reserved	HySyTech S.r.l. Strada del Drosso 33/18, 10135 Torino			
	STC.02.16 Sistema di clean-up del syngas prodotto dall'impianto di gassificazione dimostrativo Sotacarbo			
Client: SOTACARBO S.p.a.	Document no. STC.02.16.PFD0303.REV00-00.vsd		Size A3	Lev U-01
	Drawing no. U-01		Page 1	Page 1 of 4



- Legenda:**
- Flussi in ingresso
  - Flussi in uscita
  - Servizi
  - Flusso tra le Unità
  - Flusso continuo
  - Flusso discontinuo
  - Flusso Principale
  - Flusso Secondario
  - Flusso di Servizio
  - Energia Elettrica
  - Segnale Elettrico
  - Segnale Pneumatico
  - Interno ai limiti di batteria dell'Unità
  - Esterno ai limiti di batteria dell'Unità
  - Limite di Fornitura: Lato Impresa
  - Limite di Fornitura: Lato Committente

**Note:**

\*1: Solo predisposizione.

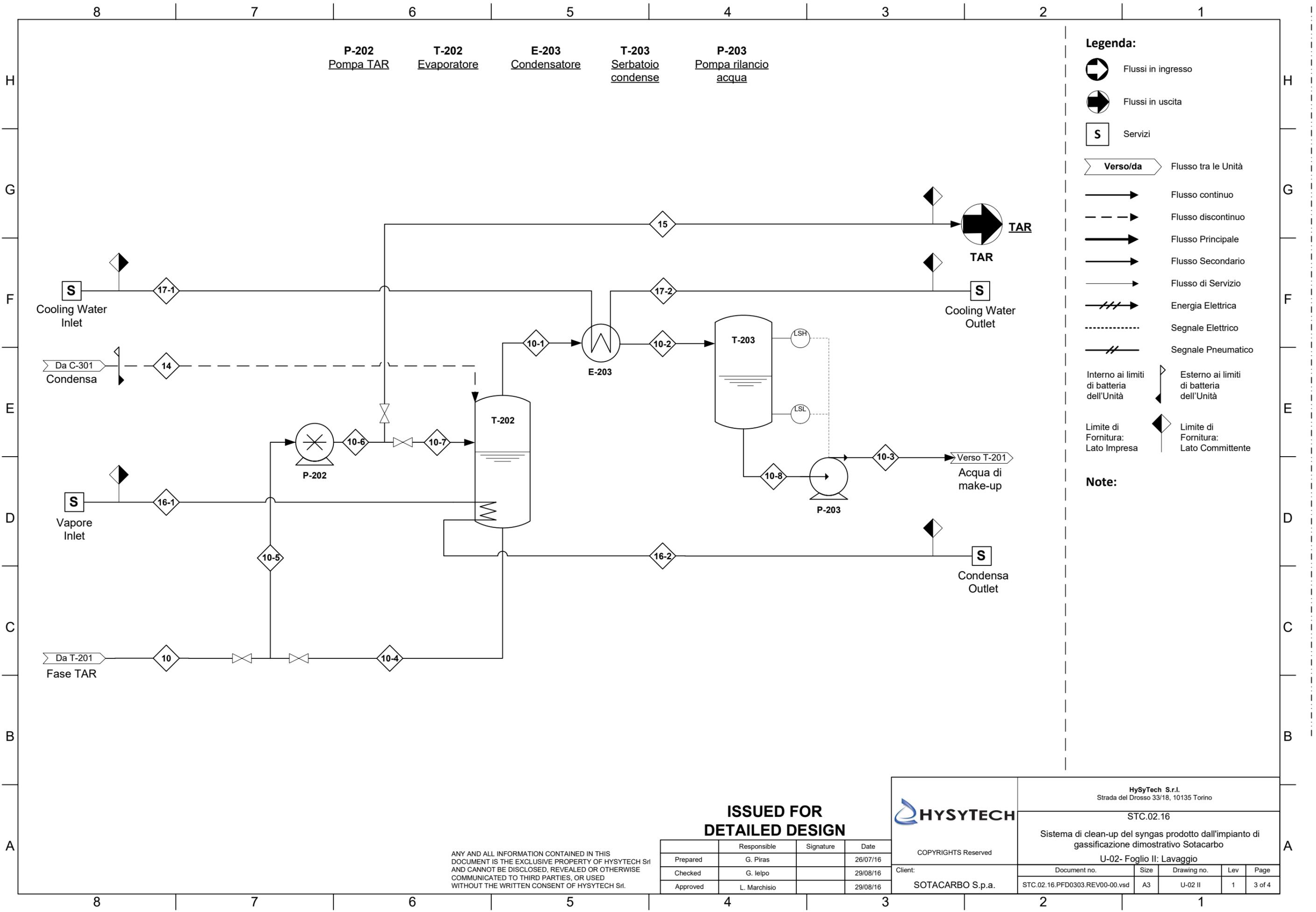
\*2: Guardia idraulica come sistema di sfogo per evitare la formazione di sovrappressioni.

**ISSUED FOR DETAILED DESIGN**

ANY AND ALL INFORMATION CONTAINED IN THIS DOCUMENT IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF HYSYTECH Srl AND CANNOT BE DISCLOSED, REVEALED OR OTHERWISE COMMUNICATED TO THIRD PARTIES, OR USED WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF HYSYTECH Srl.

	Responsible	Signature	Date
Prepared	G. Piras		26/07/16
Checked	G. Ieljo		29/08/16
Approved	L. Marchisio		29/08/16

<p>COPYRIGHTS Reserved</p>	<p>HySyTech S.r.l. Strada del Drosso 33/18, 10135 Torino</p>				
	<p>STC.02.16</p> <p>Sistema di clean-up del syngas prodotto dall'impianto di gassificazione dimostrativo Sotacarbo</p> <p>U-02- Foglio I: Lavaggio</p>				
Client:	Document no.	Size	Drawing no.	Lev	Page
SOTACARBO S.p.a.	STC.02.16.PFD0303.REV00-00.vsd	A3	U-02 I	1	2 of 4



- Legenda:**
- Flussi in ingresso
  - Flussi in uscita
  - Servizi
  - Flusso tra le Unità
  - Flusso continuo
  - Flusso discontinuo
  - Flusso Principale
  - Flusso Secondario
  - Flusso di Servizio
  - Energia Elettrica
  - Segnale Elettrico
  - Segnale Pneumatico
  - Interno ai limiti di batteria dell'Unità
  - Esterno ai limiti di batteria dell'Unità
  - Limite di Fornitura: Lato Impresa
  - Limite di Fornitura: Lato Committente

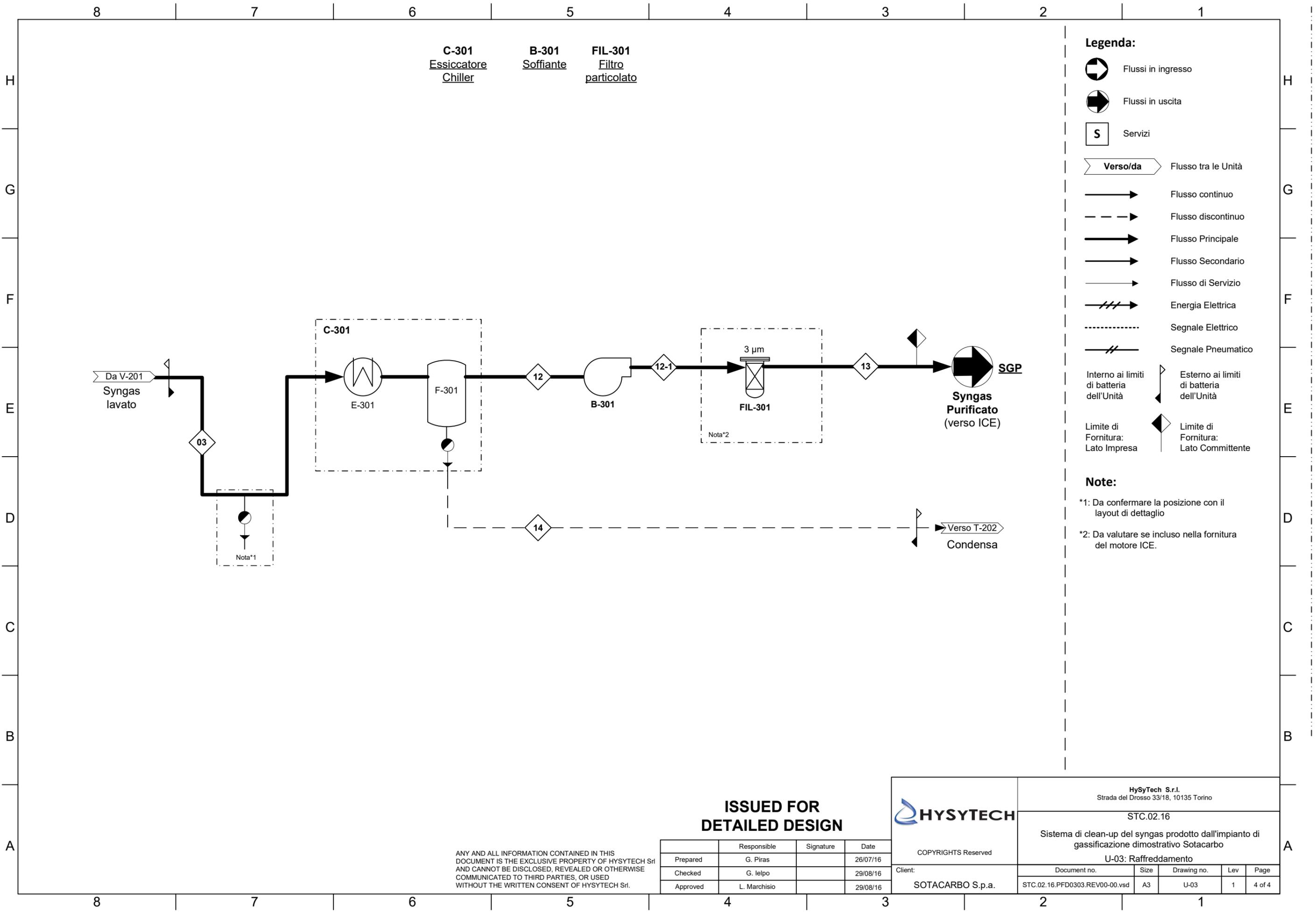
**Note:**

ANY AND ALL INFORMATION CONTAINED IN THIS DOCUMENT IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF HYSYTECH Srl AND CANNOT BE DISCLOSED, REVEALED OR OTHERWISE COMMUNICATED TO THIRD PARTIES, OR USED WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF HYSYTECH Srl.

**ISSUED FOR  
DETAILED DESIGN**

	Responsible	Signature	Date
Prepared	G. Piras		26/07/16
Checked	G. Ielpo		29/08/16
Approved	L. Marchisio		29/08/16

 COPYRIGHTS Reserved	HySyTech S.r.l. Strada del Drosso 33/18, 10135 Torino			
	STC.02.16 Sistema di clean-up del syngas prodotto dall'impianto di gassificazione dimostrativo Sotacarbo			
Client: SOTACARBO S.p.a.	U-02- Foglio II: Lavaggio		Lev	Page
	Document no.	Size	Drawing no.	Page
	STC.02.16.PFD0303.REV00-00.vsd	A3	U-02 II	1 / 3 of 4



**C-301**  
Essiccatore  
Chiller

**B-301**  
Soffiante

**FIL-301**  
Filtro  
particolato

- Legenda:**
- Flussi in ingresso
  - Flussi in uscita
  - Servizi
  - Flusso tra le Unità
  - Flusso continuo
  - Flusso discontinuo
  - Flusso Principale
  - Flusso Secondario
  - Flusso di Servizio
  - Energia Elettrica
  - Segnale Elettrico
  - Segnale Pneumatico
  - Interno ai limiti di batteria dell'Unità
  - Esterno ai limiti di batteria dell'Unità
  - Limite di Fornitura: Lato Impresa
  - Limite di Fornitura: Lato Committente

**Note:**

\*1: Da confermare la posizione con il layout di dettaglio

\*2: Da valutare se incluso nella fornitura del motore ICE.

**ISSUED FOR  
DETAILED DESIGN**

ANY AND ALL INFORMATION CONTAINED IN THIS DOCUMENT IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF HYSYTECH Srl AND CANNOT BE DISCLOSED, REVEALED OR OTHERWISE COMMUNICATED TO THIRD PARTIES, OR USED WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF HYSYTECH Srl.

	Responsible	Signature	Date
Prepared	G. Piras		26/07/16
Checked	G. Ielpo		29/08/16
Approved	L. Marchisio		29/08/16

 COPYRIGHTS Reserved	HySyTech S.r.l. Strada del Drosso 33/18, 10135 Torino			
	STC.02.16 Sistema di clean-up del syngas prodotto dall'impianto di gassificazione dimostrativo Sotacarbo			
Client: SOTACARBO S.p.a.	U-03: Raffreddamento		Lev	Page
	Document no.	Size	Drawing no.	Page
	STC.02.16.PFD0303.REV00-00.vsd	A3	U-03	1 / 4 of 4

**X-101**  
**Contenitore Particolato**  
 Design Pressure: 0,49 barg  
 Design Temperature: 300°C  
 Capacity: 173 l  
 Weight: NS  
 Body Material: SS316

**S-101**  
**Ciclone**  
 Design Pressure: 0,49 barg  
 Design Temperature: 400°C  
 Dimensions: D: 780 mm; H: 2300 mm  
 Weight: NS  
 Body Material: SS316

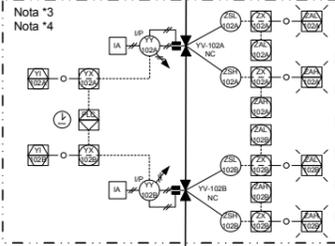
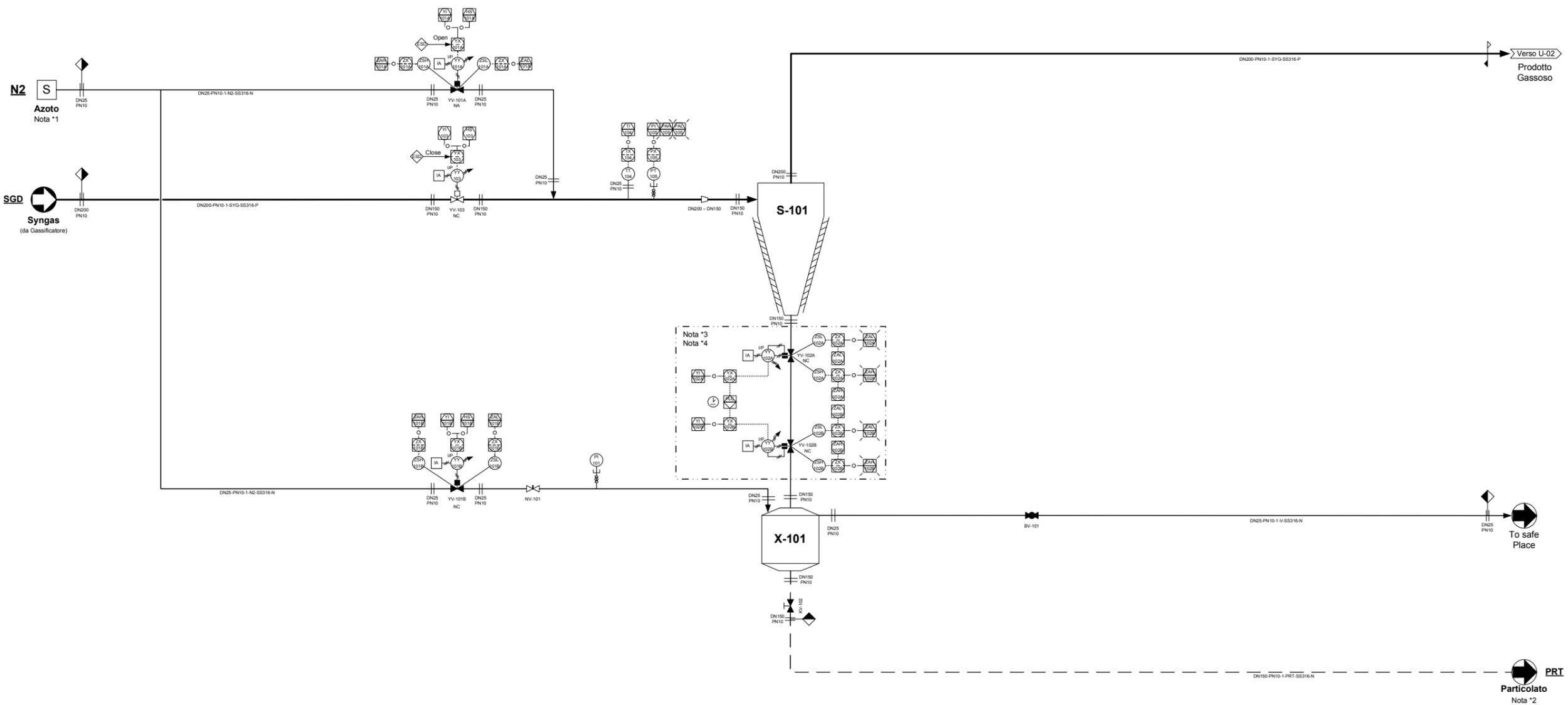
**NOTE:**

\*1: Azoto (N2) utilizzato per l'inertizzazione nella messa in sicurezza dell'impianto.

\*2: Da valutare la possibilità di recuperare il particolato riciclandolo al Gassificatore (fuori dallo scopo di fornitura).

\*3\*: Le valvole YV-102A ed YV-102B sono manuali con predisposizione per l'azionamento automatico. Il controllo qui descritto fa riferimento al futuro azionamento automatico da parte del PLC.

\*4\*: Le valvole YV-102A ed YV-102B non devono mai essere aperte contemporaneamente.



**ISSUED FOR CONSTRUCTION**

Responsible	Signature	Date
Prepared	G. Pias	01/08/16
Checked	A. Saldvia	08/09/16
Approved	L. Marchisio	12/09/16

**HYSYTECH**  
 HySyTech S.r.l.  
 Strada del Drosso 33/18, 10135 Torino

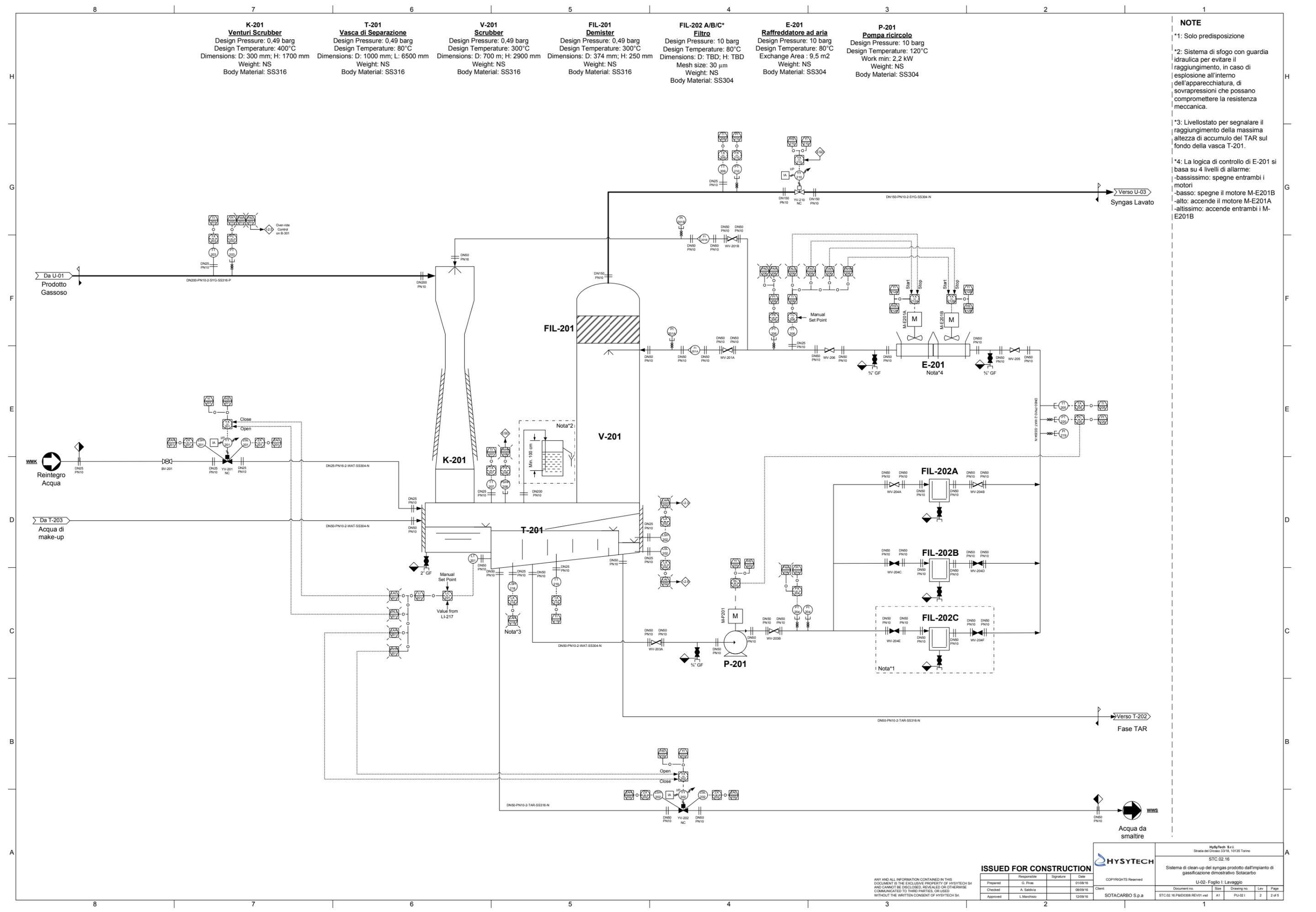
STC.02.16  
 Sistema di clean-up del syngas prodotto dall'impianto di gassificazione dimostrativo Sotacarbo

U-01: Rimozione Particolato

Document no.	Size	Drawing no.	Rev	Page
STC.02.16.P&ID008.REV01.vsd	A1	PU-01	2	1 of 5

Client: SOTACARBO S.p.a

ANY AND ALL INFORMATION CONTAINED IN THIS DOCUMENT IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF HYSYTECH Srl AND CANNOT BE DISCLOSED, REVEALED OR OTHERWISE COMMUNICATED TO THIRD PARTIES, OR USED WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF HYSYTECH Srl.



**K-201**  
**Venturi Scrubber**  
 Design Pressure: 0.49 barg  
 Design Temperature: 400°C  
 Dimensions: D: 300 mm; H: 1700 mm  
 Weight: NS  
 Body Material: SS316

**T-201**  
**Vasca di Separazione**  
 Design Pressure: 0.49 barg  
 Design Temperature: 80°C  
 Dimensions: D: 1000 mm; L: 6500 mm  
 Weight: NS  
 Body Material: SS316

**V-201**  
**Scrubber**  
 Design Pressure: 0.49 barg  
 Design Temperature: 300°C  
 Dimensions: D: 700 mm; H: 2900 mm  
 Weight: NS  
 Body Material: SS316

**FIL-201**  
**Demister**  
 Design Pressure: 0.49 barg  
 Design Temperature: 300°C  
 Dimensions: D: 374 mm; H: 250 mm  
 Weight: NS  
 Body Material: SS316

**FIL-202 A/B/C\***  
**Filtro**  
 Design Pressure: 10 barg  
 Design Temperature: 80°C  
 Dimensions: D: TBD; H: TBD  
 Mesh size: 30 µm  
 Weight: NS  
 Body Material: SS304

**E-201**  
**Raffreddatore ad aria**  
 Design Pressure: 10 barg  
 Design Temperature: 80°C  
 Exchange Area: 9,5 m2  
 Weight: NS  
 Body Material: SS304

**P-201**  
**Pompa ricircolo**  
 Design Pressure: 10 barg  
 Design Temperature: 120°C  
 Work min: 2.2 kW  
 Weight: NS  
 Body Material: SS304

**NOTE**

\*1: Solo predisposizione

\*2: Sistema di sfogo con guardia idraulica per evitare il raggiungimento, in caso di esplosione all'interno dell'apparecchiatura, di sovrappressioni che possano compromettere la resistenza meccanica.

\*3: Livellostato per segnalare il raggiungimento della massima altezza di accumulo del TAR sul fondo della vasca T-201.

\*4: La logica di controllo di E-201 si basa su 4 livelli di allarme:  
 -bassissimo: spegne entrambi i motori  
 -basso: spegne il motore M-E201B  
 -alto: accende il motore M-E201A  
 -altissimo: accende entrambi i M-E201B

**ISSUED FOR CONSTRUCTION**

Responsabile	Signature	Date
Prepared	G. Pias	01/09/16
Checked	A. Saldvia	08/09/16
Approved	L. Marchisio	12/09/16

**HYSYTECH**  
 HySyTech S.r.l.  
 Strada del Drosso 33/18, 10135 Torino  
 STC.02.16

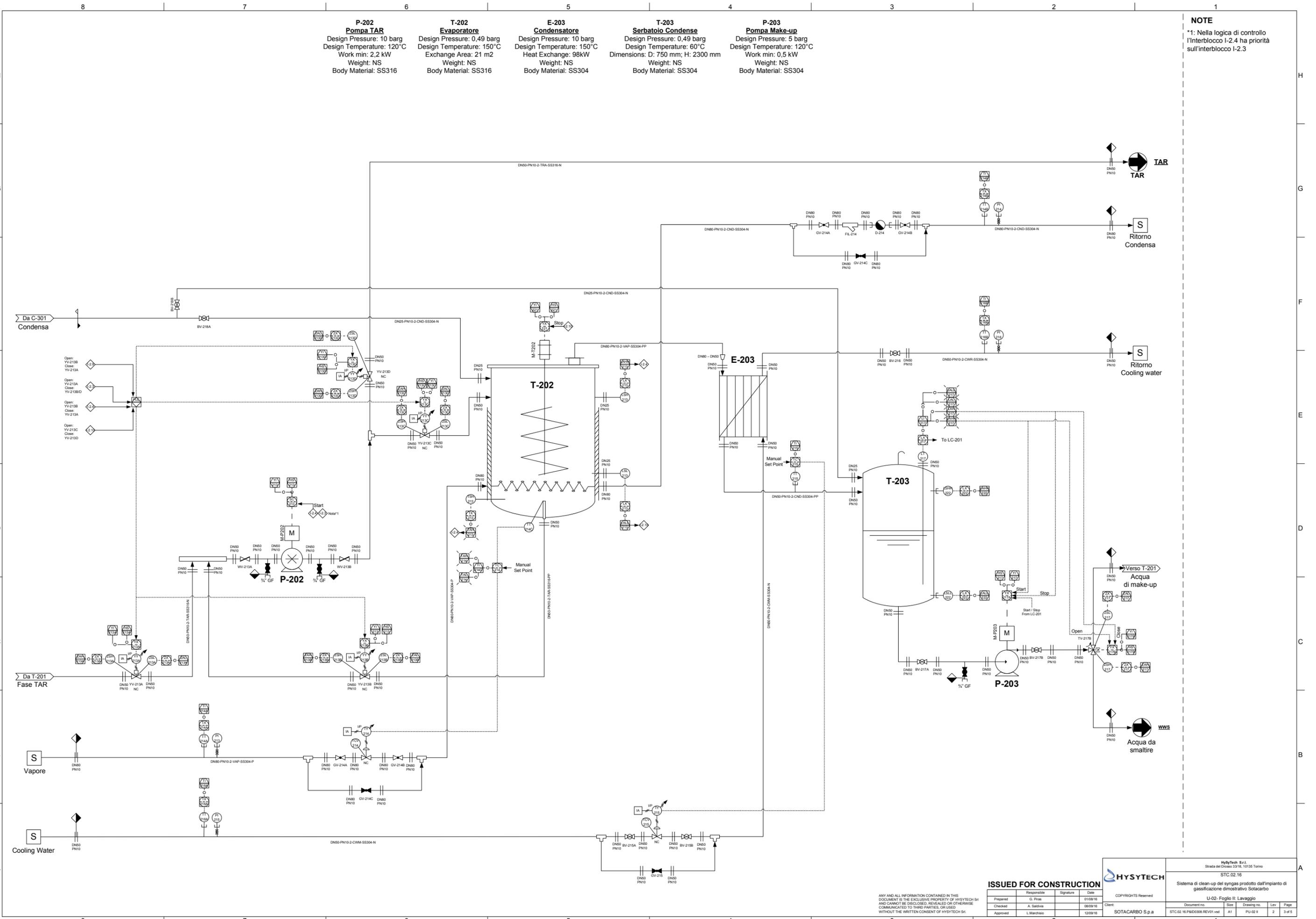
Sistema di clean-up del syngas prodotto dall'impianto di gassificazione dimostrativo Sotacarbo

U-02 - Foglio 1: Lavaggio

Document no.	Size	Drawing no.	Rev	Page
STC.02.16.P&ID0008 REV01.vsd	A1	PU-02.1	2	2 of 5

Client: SOTACARBO S.p.a

ANY AND ALL INFORMATION CONTAINED IN THIS DOCUMENT IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF HYSYTECH S.r.l. AND CANNOT BE DISCLOSED, REVEALED OR OTHERWISE COMMUNICATED TO THIRD PARTIES, OR USED WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF HYSYTECH S.r.l.



<b>P-202</b> <b>Pompa TAR</b> Design Pressure: 10 barg Design Temperature: 120°C Work min: 2,2 kW Weight: NS Body Material: SS316	<b>T-202</b> <b>Evaporatore</b> Design Pressure: 0,49 barg Design Temperature: 150°C Exchange Area: 21 m <sup>2</sup> Weight: NS Body Material: SS316	<b>E-203</b> <b>Condensatore</b> Design Pressure: 10 barg Design Temperature: 150°C Heat Exchange: 98kW Weight: NS Body Material: SS304	<b>T-203</b> <b>Serbatoio Condense</b> Design Pressure: 0,49 barg Design Temperature: 60°C Dimensions: D: 750 mm; H: 2300 mm Weight: NS Body Material: SS304	<b>P-203</b> <b>Pompa Make-up</b> Design Pressure: 5 barg Design Temperature: 120°C Work min: 0,5 kW Weight: NS Body Material: SS304
---	---	---	--	--

**NOTE**  
 \*1: Nella logica di controllo l'interblocco I-2.4 ha priorità sull'interblocco I-2.3

**ISSUED FOR CONSTRUCTION**

Responsible	Signature	Date
Prepared	G. Pias	01/09/16
Checked	A. Saldiva	08/09/16
Approved	L. Marchese	12/09/16

**HYSYTECH**  
 HySyTech S.r.l.  
 Strada del Drosso 33/18, 10135 Torino  
 STC.02.16

Sistema di clean-up del syngas prodotto dall'impianto di gassificazione dimostrativo Sotacarbo

U-02- Foglio II: Lavaggio

Client:	Document no:	Size:	Drawing no:	Rev:	Page:
SOTACARBO S.p.a	STC.02.16.P&ID0308.REV01.vsd	A1	PU-02.8	2	3 of 5

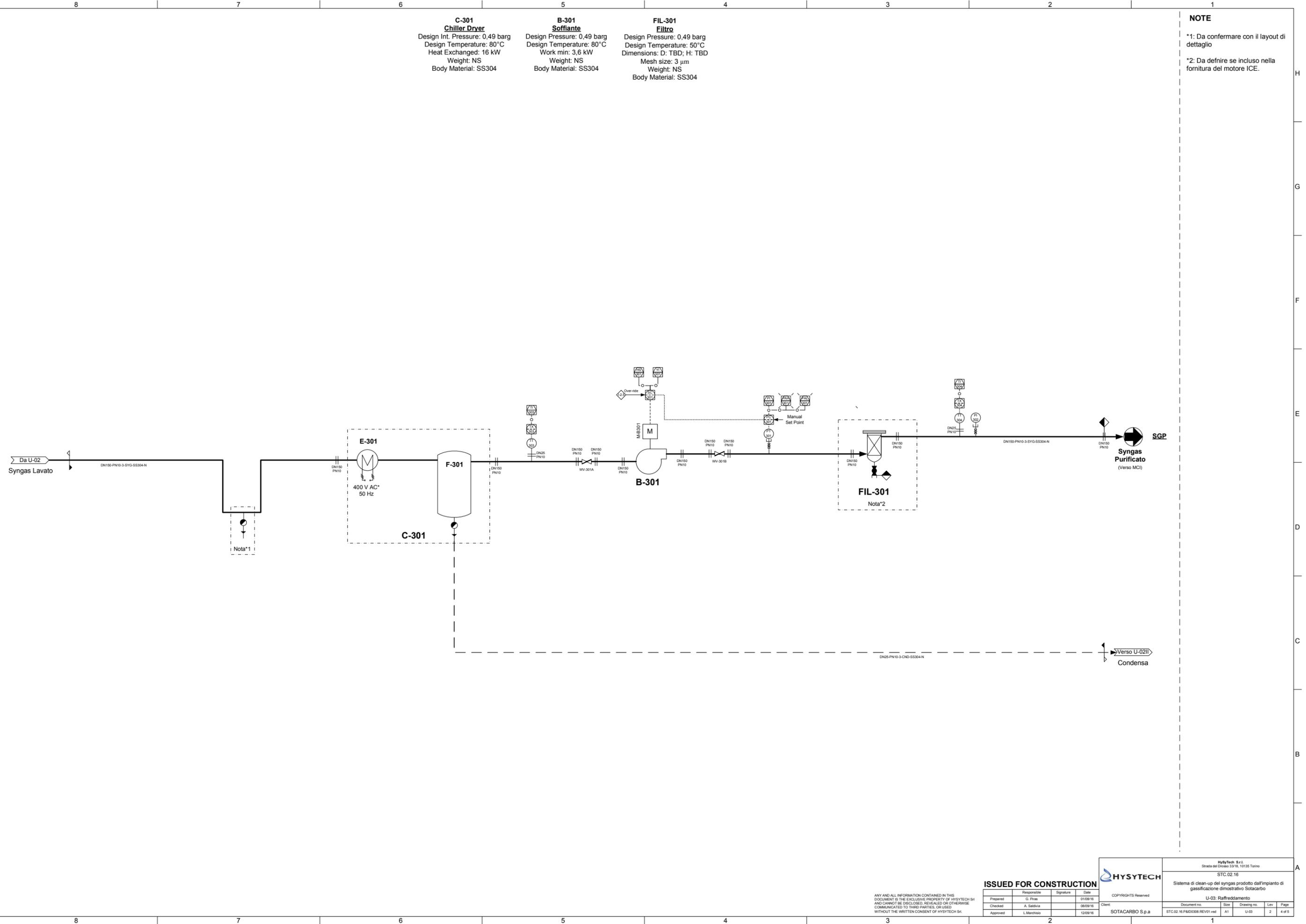
ANY AND ALL INFORMATION CONTAINED IN THIS DOCUMENT IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF HYSYTECH S.r.l. AND CANNOT BE DISCLOSED, REVEALED OR OTHERWISE COMMUNICATED TO THIRD PARTIES, OR USED WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF HYSYTECH S.r.l.

**C-301**  
**Chiller Dryer**  
 Design Int. Pressure: 0,49 barg  
 Design Temperature: 80°C  
 Heat Exchanged: 16 kW  
 Weight: NS  
 Body Material: SS304

**B-301**  
**Soffiante**  
 Design Pressure: 0,49 barg  
 Design Temperature: 80°C  
 Work min: 3,6 kW  
 Weight: NS  
 Body Material: SS304

**FIL-301**  
**Filtro**  
 Design Pressure: 0,49 barg  
 Design Temperature: 50°C  
 Dimensions: D: TBD; H: TBD  
 Mesh size: 3 µm  
 Weight: NS  
 Body Material: SS304

**NOTE**  
 \*1: Da confermare con il layout di dettaglio  
 \*2: Da definire se incluso nella fornitura del motore ICE.



ANY AND ALL INFORMATION CONTAINED IN THIS DOCUMENT IS THE EXCLUSIVE PROPERTY OF HYSYTECH Srl AND CANNOT BE DISCLOSED, REVEALED OR OTHERWISE COMMUNICATED TO THIRD PARTIES, OR USED WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF HYSYTECH Srl.

**ISSUED FOR CONSTRUCTION**

Responsible	Signature	Date
Prepared	G. Pias	01/09/16
Checked	A. Saldvia	08/09/16
Approved	L. Marchisio	12/09/16

**HYSYTECH**  
 HysyTech S.r.l.  
 Strada del Drosco 33/18, 10135 Torino  
 STC.02.16

Sistema di clean-up del syngas prodotto dall'impianto di gassificazione dimostrativo Sotacarbo

**U-03: Raffreddamento**

Document no.	Size	Drawing no.	Rev	Page
STC.02.16.P&ID0308.REV01.vsd	A1	U-03	2	4 of 5

Client: SOTACARBO S.p.a

