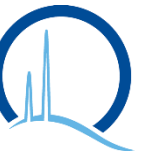




# POLLUTION

ANALYTICAL EQUIPMENT

**THE ANSWER TO YOUR ON-SITE DETECTION CHALLENGES**



# Soluzione analitica completa per il monitoraggio del processo di upgrading

**ECOMONDO 2024**

**Andrea Geminiani - Sales Engineer Energy & Utilities**

# Inquinanti nel biogas

Il **biogas** prodotto dalla fermentazione anaerobica di FORSU e rifiuti agro-zootecnici generalmente contiene **alte concentrazioni di sostanze inquinanti** ( $10^3$  mg/Sm<sup>3</sup>).

I filtri a carboni attivi sono il metodo più diffuso per eliminare le impurezze dal biogas prima della fase di upgrading a biometano.

Non esiste un modo semplice per **capire quando i filtri a carboni attivo cominciano a saturare**, riducendo la loro capacità di rimuovere i VOC (e non solo).

**Filtri a carboni attivi saturi** lasciano passare gli inquinanti che possono causare i seguenti problemi:

- **Impiantistici:** Danneggiamento impianto upgrading a valle
- **Ambientale:** Venting VOC in atmosfera
- **Qualità biometano**
- **Sicurezza**

# Qualità Biometano



La presenza dei VOC e H<sub>2</sub>S influisce in maniera significativa sulla qualità del biometano

Studi pubblicati da ricerche di Italgas ed Hera hanno confermato **l'impatto negativo dei VOC** (in particolare la famiglia dei limoneni) **sull'odorizzabilità del biometano.**

Nel 2018 viene quindi pubblicata la **norma tecnica UNI TR 11722**

## Sostanze mascheranti

Al momento della redazione del presente documento sono note le seguenti sostanze:

- *Terpeni tra i quali:*
  - *$\alpha$ -pinene*
  - *$\beta$ -pinene*
  - *limonene*
  - *carene*
- Butanone
- Cumene

come mascheranti o comunque interferenti con le sostanze odorizzanti e in grado di ridurre l'efficacia dell'odorizzazione ai fini della sicurezza<sup>1)</sup>.

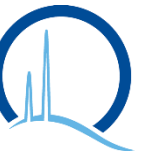
## Indicazioni per l'analisi delle componenti citate

Il gas da sottoporre ad analisi deve essere conservato in recipienti in alluminio o altri materiali in grado di garantire la rappresentatività (qualità e stabilità) del campione sino al momento dell'esecuzione delle analisi.

La metodologia di campionamento ed analisi per la determinazione di terpeni, butanone e cumene è la UNI EN ISO 16017.

Il contenuto totale delle componenti terpeniche deve essere espresso come limonene equivalente determinato in base alla UNI EN ISO 16017.

# Sviluppo Prototipo: Analizzatore Online VOC



Il problema dei VOC diventa sempre più rilevante ed i maggiori produttori di biometano in Italia si interessano all'argomento.

Realizziamo il **primo prototipo di Analizzatore Online VOC** per Gruppo S.E.S.A. nel 2017

## PROBLEMA

Analisi dei VOC quotidiane eseguite da personale qualificato

- Strumentazione occupata
- Lunghi tempi di attesa
- Costi elevati

Letteratura scientifica piuttosto limitata sull'analisi di VOC nel Biogas

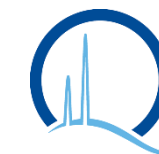
## RICHIESTA

Sistema di monitoraggio on-line dei VOC per capire quando sostituire i carboni attivi per la purificazione del Biogas



Ottimizzare il cambio dei filtri a carboni attivi data l'elevata incidenza sui costi operativi dell'impianto

# Monitoraggio on-line dei VOC



## RICHIESTA

Ottimizzazione dei sistemi di abbattimento delle impurezze nel biogas



## PROBLEMA

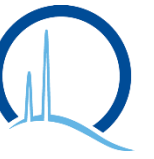
Come eseguire un'analisi efficace sui VOC in matrice biogas?



Soluzione:  
**Micro Gascromatografo**

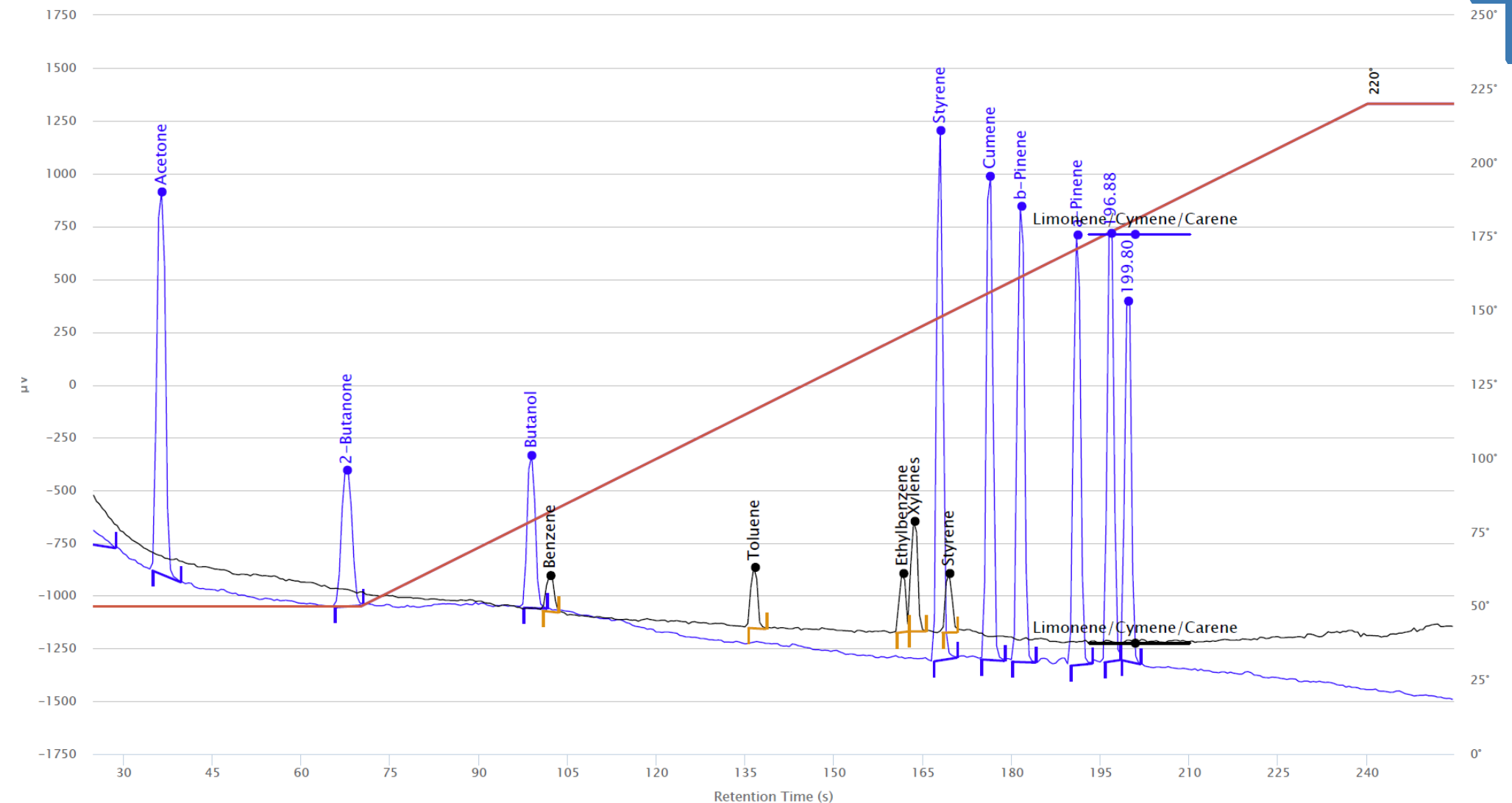


# Risultati analitici preliminari



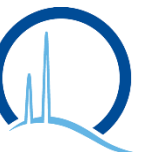
## VOC più significativi presenti nel Biogas (da analisi di laboratorio)

- **Acetone:** è segnale di problemi all'interno del digestore anaerobico, in particolare legati alla salute dei batteri.
- **MEK (2-butanone):** particolarmente importante se il sistema di upgrading è a membrane.
- **Alcoli:** sono sempre presenti nel biogas agricolo e anche se abbastanza solubili in acqua, possono superare i sistemi di abbattimento e arrivare ai CA.
- **Aromatici e terpeni:** sono i composti con la concentrazione maggiore (fino 2000 ppm), hanno un forte impatto odoroso:
  - **Styrene**
  - **Benzene**
  - **Cumene**
  - **$\alpha$  &  $\beta$  pinene**
  - **Limonene**
  - **p-Cymene**

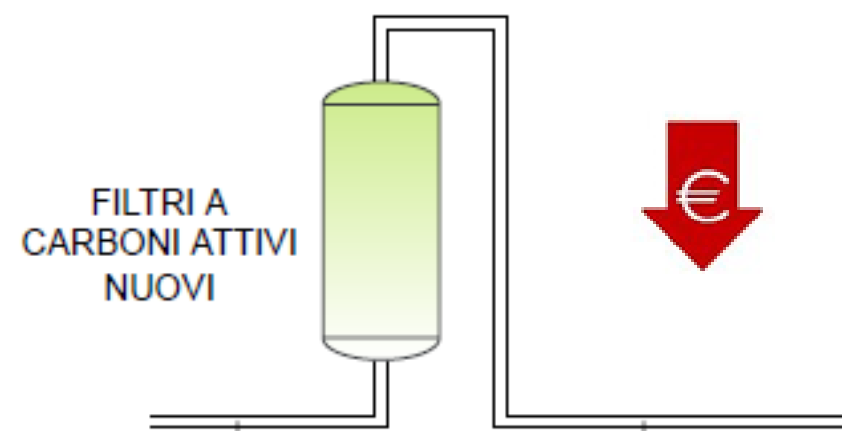


Il cromatogramma mostra l'analisi dei VOC con concentrazioni variabili tra 10 ppm (benzene) e 140 ppm (acetone). Micro GC Inficon Fusion è stato comparato con un GC da laboratorio, dando gli stessi risultati.

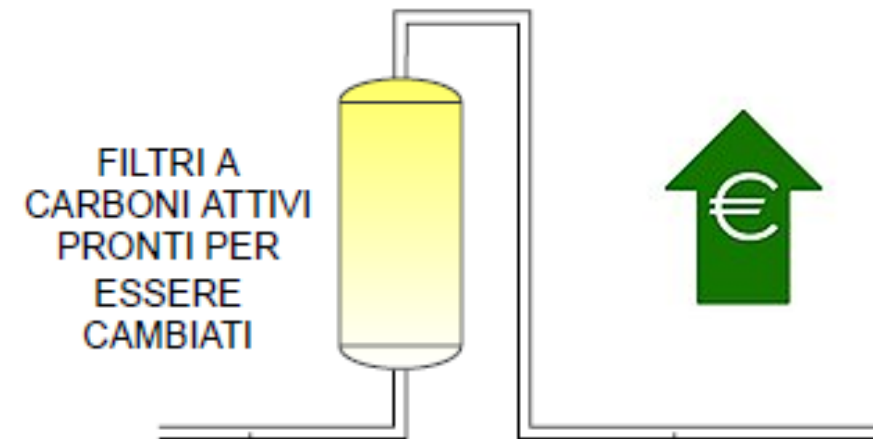
# Ottimizzazione del processo di upgrading



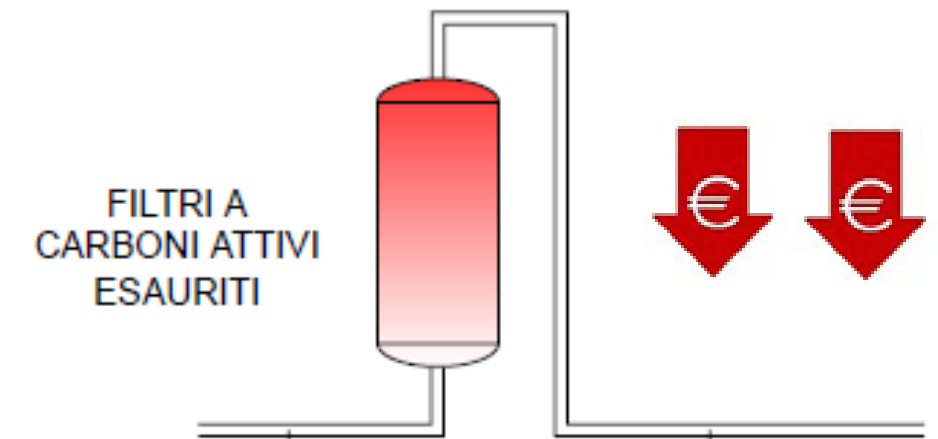
Possiamo vedere come in poco più di due settimane il filtro si satura e permetta il passaggio di tutti i VOC che sono nel biogas. Il periodo di massima efficienza per il cambio filtro è evidenziato in verde nel grafico.



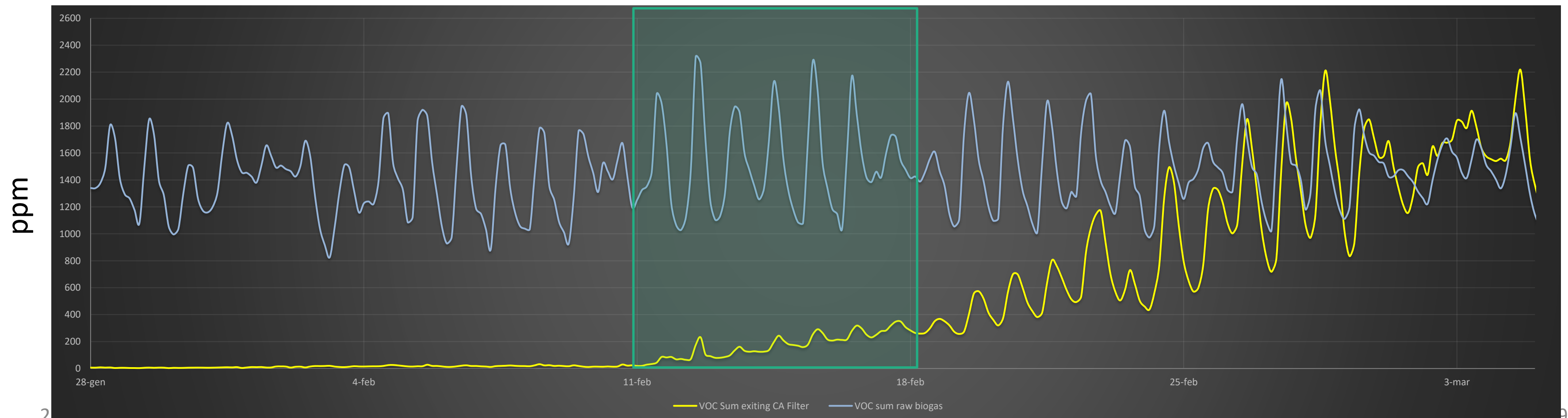
Sostituzione anticipata



Sostituzione corretta con massima resa

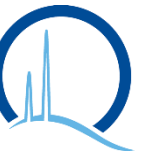


Sostituzione tardiva, impianto a rischio

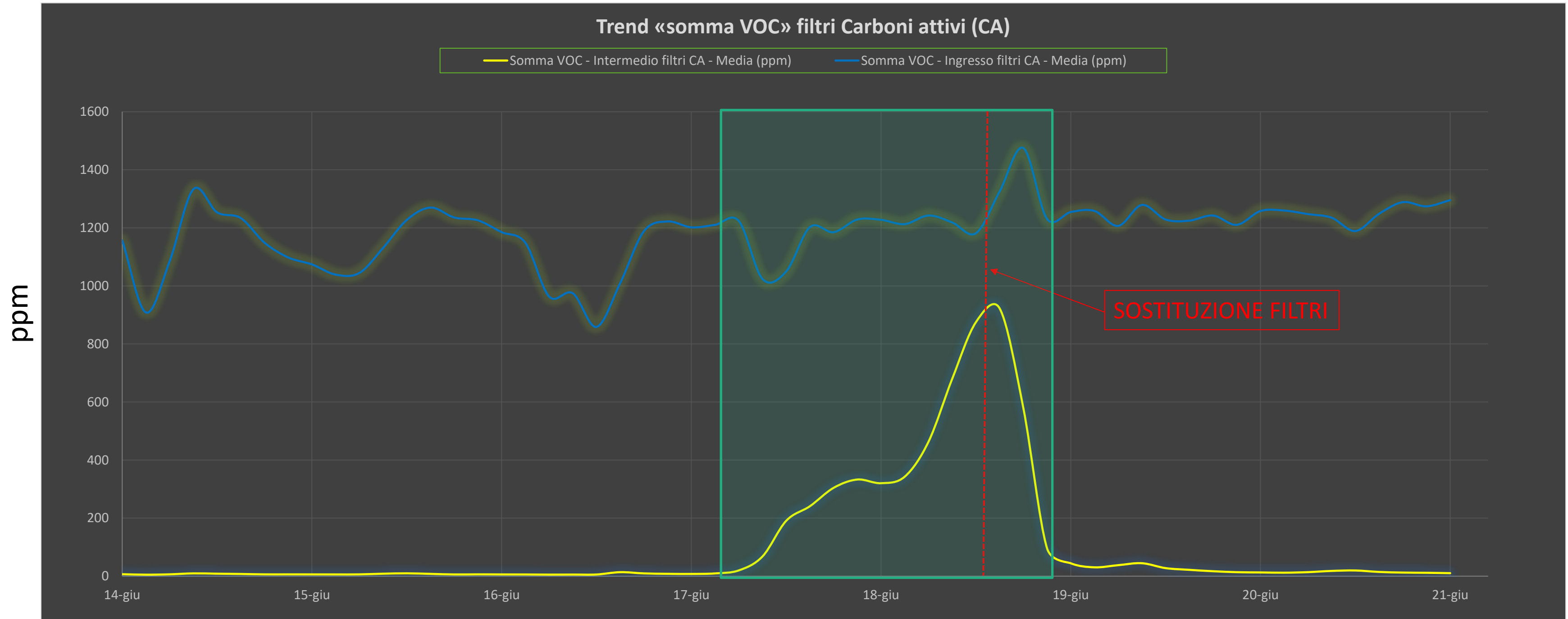




# Ottimizzazione del processo di upgrading



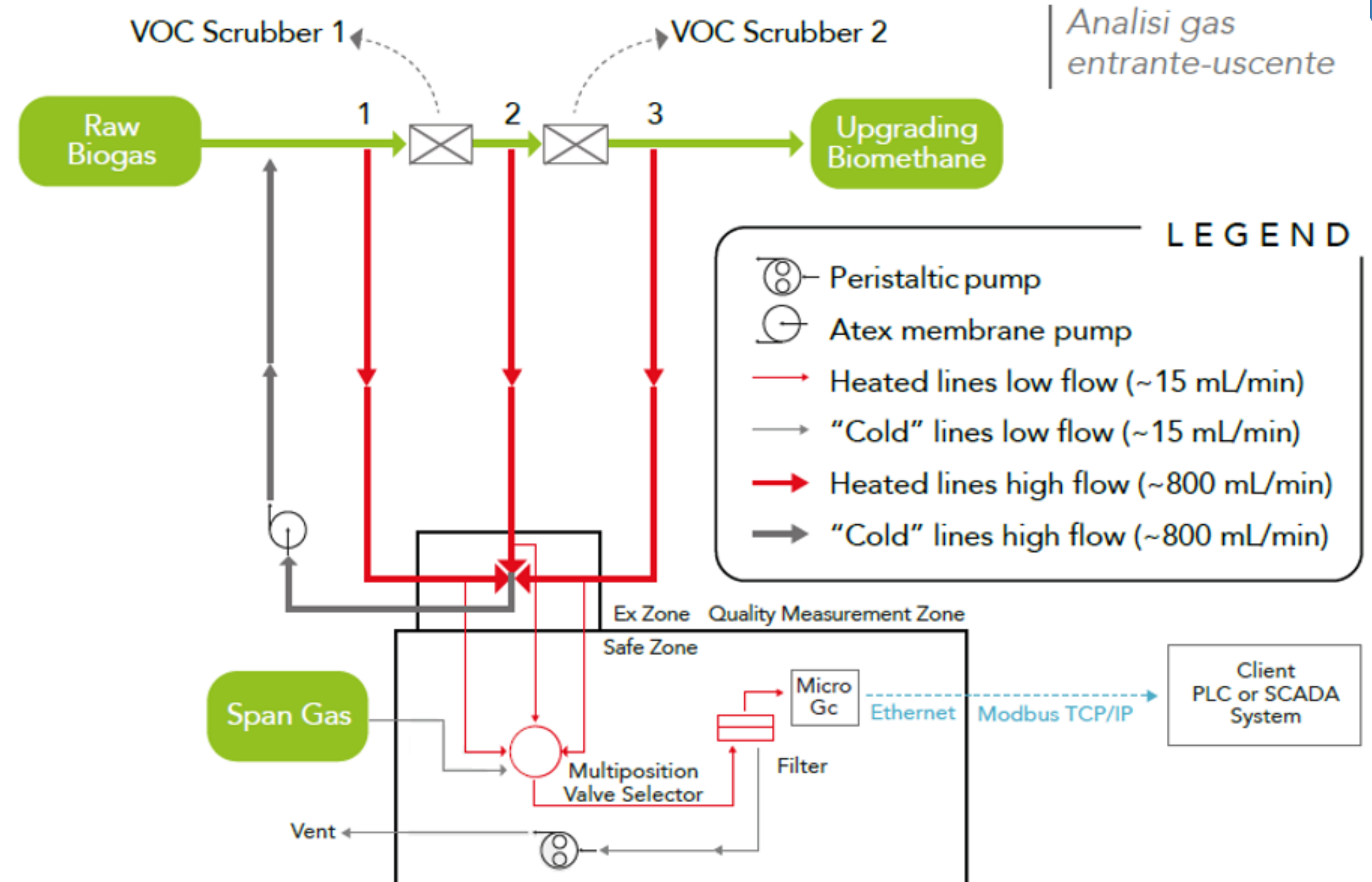
In questo altro caso studio, vediamo come in poco più di due giorni il filtro si satura e permetta il passaggio di tutti i VOC che sono nel biogas. Questo dipende da vari fattori, tra cui la dimensione del filtro, la portata e la quantità di VOC entranti. Quest'ultimo parametro non è costante nel tempo.



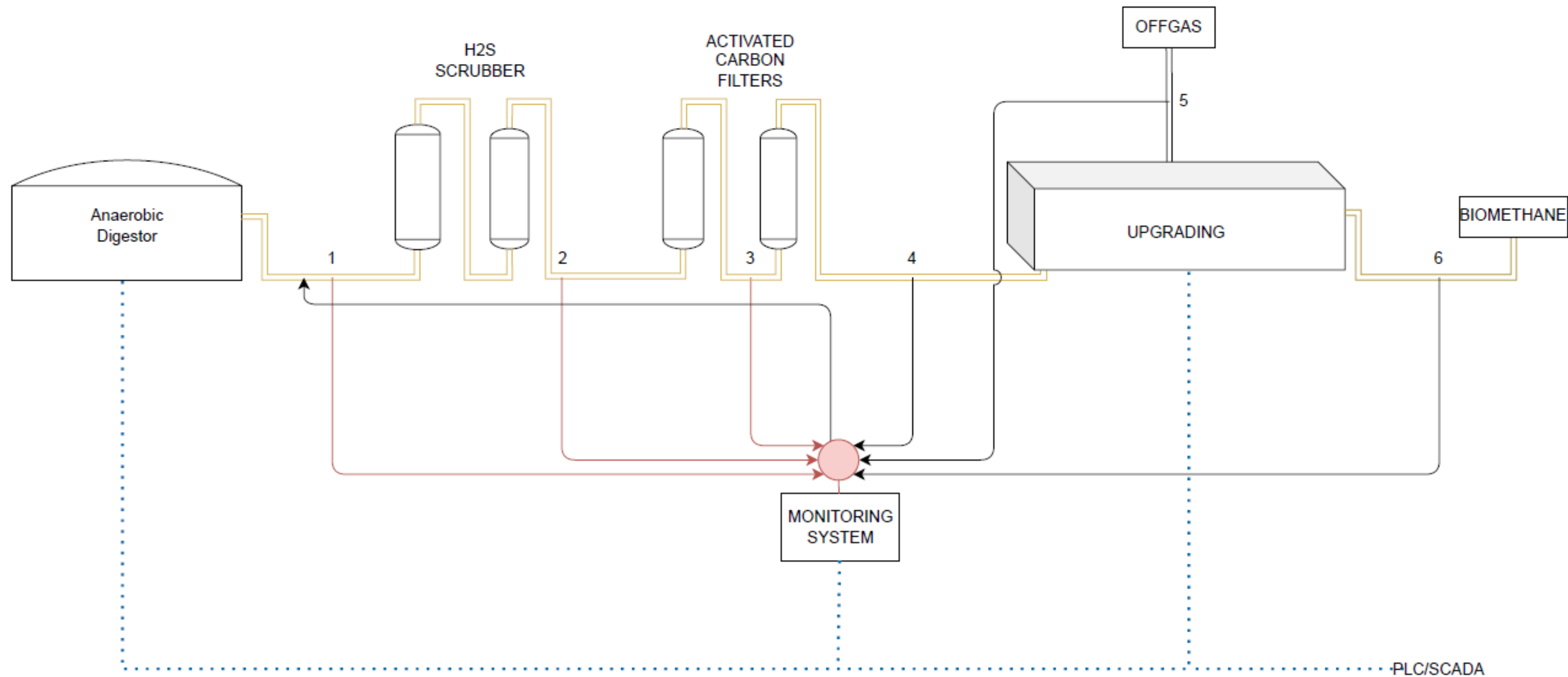
# Ottimizzazione del sistema di campionamento



- **High flow** (fast loop): la corrente di gas fresco fluisce continuamente attraverso tutte le linee di campionamento (6) - grazie a una pompa a membrana dedicata - e viene ricircolata a monte dei filtri per evitare perdite di metano in atmosfera.
- **Low flow**: la parte interna del sistema di campionamento presenta una valvola multi-posizione che collega in sequenza le linee di campionamento al Micro GC. L'umidità e le impurità sono separate dal flusso di campione da un filtro e da una pompa peristaltica per lo spurgo dell'acqua di condensa

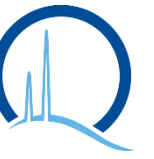


# Posizionamento nell'impianto di upgrading



1. Analisi H<sub>2</sub>S e O<sub>2</sub> biogas prima primo filtro H<sub>2</sub>S
2. Analisi VOC biogas prima filtro carboni attivi VOC
3. Analisi VOC biogas dopo primo filtro a carboni VOC
4. Analisi VOC biogas uscente carboni attivi
5. Analisi qualità CO<sub>2</sub> oppure venting CH<sub>4</sub> in atmosfera
6. Analisi qualità del Biometano

# Il Prototipo



Prototipo del sistema di analisi VOC installato nel primo impianto di SESA (2018 e ancora funzionante):

## Remote Control Box (RCB)

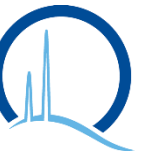
- to/from SCADA/PLC System
- to/from Pollution Guardian



Micro GC Fusion

(MPF) Multi Position  
Flamable Heated  
Gas Sampler

# Soluzione analitica per il processo di upgrading

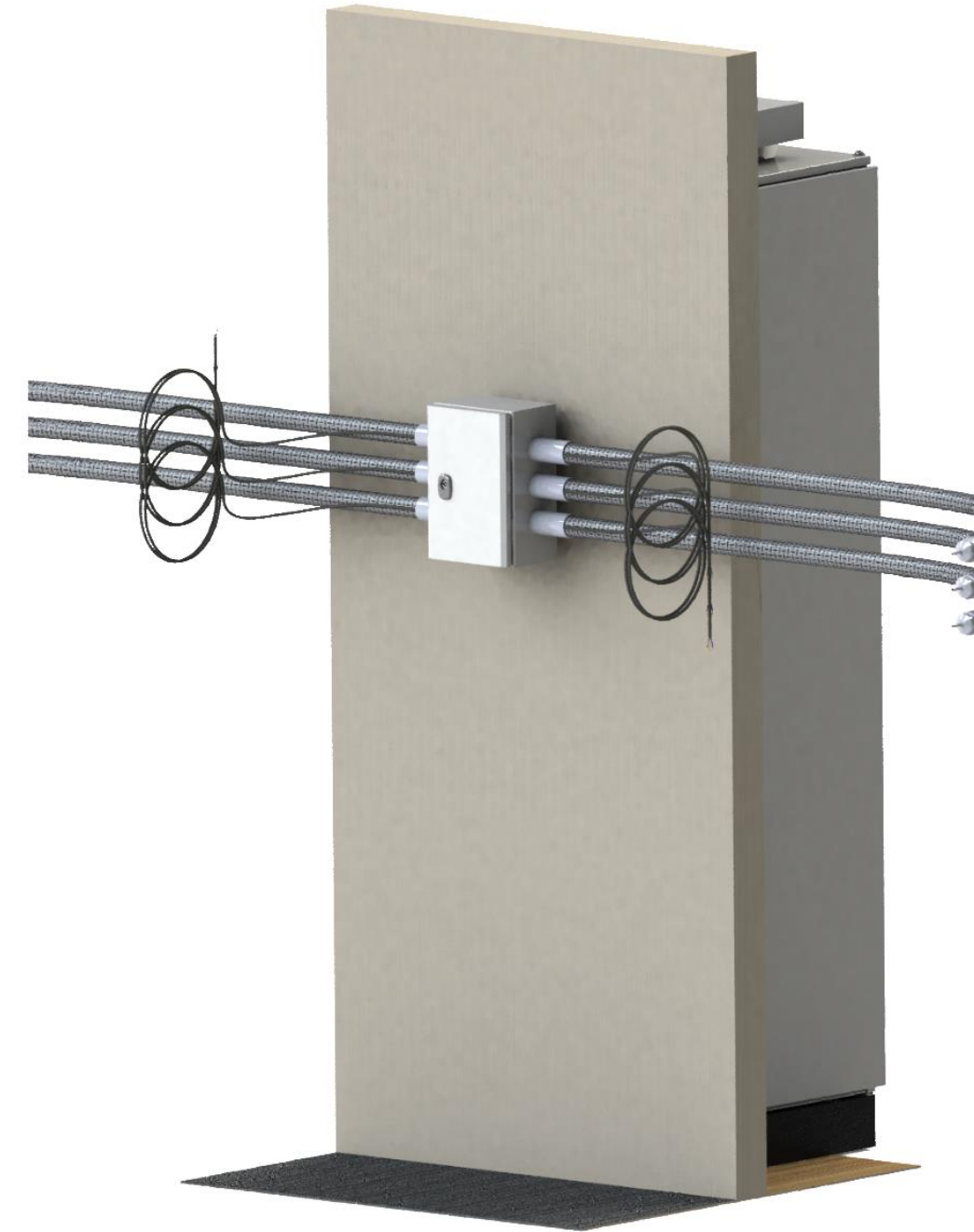


Parametro	Simbolo	Unità di Misura	Sensibilità	Range	Valore limite Norma 11537	Basic	Ideal	Premium
VOC - Mascheranti (es. Limonene)	VOC	ppmv	$\leq 1$	0 – 10.000	-	•	•	•
Indice di Wobbe	WI	MJ/Sm3	-	-	$47,31 \leq x \leq 52,33$		•	•
Potere Calorifico Superiore	PCS	MJ/Sm3	-	-	$34,95 \leq x \leq 45,28$		•	•
Potere Calorifico Inferiore	PCI	MJ/Sm3	-	-	-		•	•
Densità Relativa	$D_r$	-	-	-	$0,555 \leq x \leq 0,7$		•	•
Metano	CH <sub>4</sub>	%mol	$< 0,001$	0 - 100	-		•	•
Anidride Carbonica	CO <sub>2</sub>	%mol	$< 0,001$	0 - 100	$\leq 2,5$		•	•
Solfuro di idrogeno	H <sub>2</sub> S	mg/Sm3	$\leq 2,5$	0 – 10.000	$\leq 3,5$		•	•
Contenuto di zolfo	H <sub>2</sub> S COS	mg/Sm3	$\leq 2,5$	0 – 10.000	$\leq 3,5$		•	•
Ossigeno	O <sub>2</sub>	%mol	$< 0,001$	0 – 100	$\leq 0,6$			•
Azoto	N <sub>2</sub>	%mol	$< 0,001$	0 – 100	-			•
Ossido di carbonio	CO	%mol	$< 0,001$	0 – 100	$\leq 0,1$			•
Idrogeno	H <sub>2</sub>	% vol	$< 0,01$	0 – 100	$\leq 1$			•

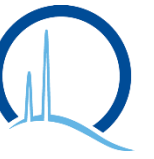
# Ottimizzazione del processo di upgrading



Versione Indoor



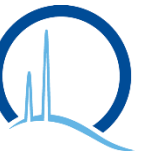
# Ottimizzazione del processo di upgrading



Versione Outdoor



# Ottimizzazione del processo di upgrading

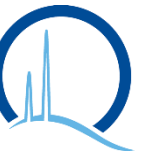


Versione Outdoor





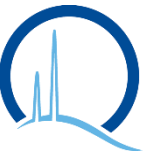
# Impianti in attività



Sono alcune decine gli impianti attualmente in funzione con il sistema di monitoraggio con microGC per gli impianti di upgrading.



# Software Web-Server senza licenza



Una volta connessi, è possibile utilizzare normalmente il SW di gestione dell'analizzatore. Si ha infatti la piena funzionalità di tutte le parti del SW, dalla diagnostica al database.

Micro GC Fusion - Infecon  
70124505.local 192.168.1.222

Run

Chromatogram Report

o-o calib modbus-1 modbus-2

Name Run Add a Name

Tag Run Add a Tag

Running

Loaded modbus-2

Notifications

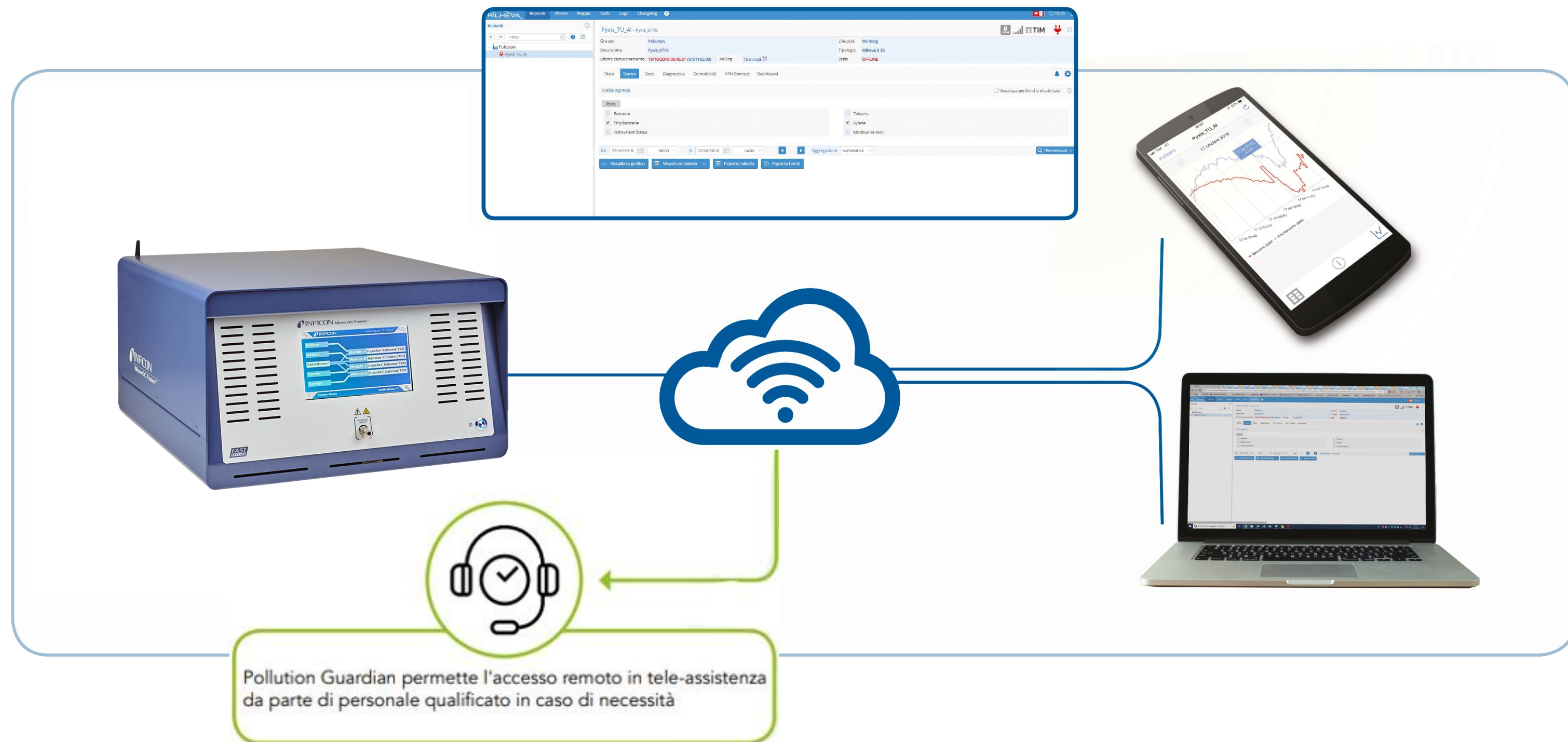
Micro GC Fusion - Infecon  
70124505.local 192.168.1.222

Name	Date	Compound	RT (s)	Area (µVs)	Height (µV)	Concentration mole %	Normalized Concentration
modbus-1	Jan 8 2021, 12:39	modbus-1 - Module A:TCD - Jan 8 2021, 12:39					
modbus-2	Jan 8 2021, 12:33	Carbon Dioxide	14.44	435659	152982	1.0343	1.0307%
modbus-1	Jan 8 2021, 12:27	Hydrogen Sulfide	29.50	0	0	-	-
modbus-2	Jan 8 2021, 12:21	Carbonyl Sulfide	39.88	0	0	-	-
modbus-1	Jan 8 2021, 12:15	-	60.76	456	119	-	-
modbus-2	Jan 8 2021, 12:09	modbus-1 - Module B:TCD - Jan 8 2021, 12:39					
modbus-1	Jan 8 2021, 12:03	-	32.20	6519494	3818909	-	-
modbus-2	Jan 8 2021, 11:57	TBM	52.68	0	0	-	-
modbus-1	Jan 8 2021, 11:51	THT	193.00	0	0	-	-
modbus-2	Jan 8 2021, 11:45	modbus-1 - Module C:TCD - Jan 8 2021, 12:39					
modbus-1	Jan 8 2021, 11:39	Hydrogen	38.00	0	0	-	-
modbus-2	Jan 8 2021, 11:32	Oxygen	48.64	5263	5749	0.0524	0.0522%
modbus-1	Jan 8 2021, 11:26	Nitrogen	58.76	51304	52849	0.5650	0.5630%
modbus-2	Jan 8 2021, 11:20	Methane	73.00	7355921	1048362	98.7012	98.3542%
modbus-1	Jan 8 2021, 11:14	-	101.88	713	409	-	-
modbus-2	Jan 8 2021, 11:08	Carbon Monoxide	130.00	0	0	-	-
modbus-1	Jan 8 2021, 11:02						
modbus-2	Jan 8 2021, 10:56						
Total						100.4	

Data Browser

Notifications

# Pollution Guardian: Cloud based software



# Cloud Pollution Guardian



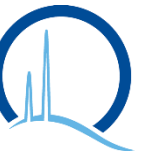
La connessione alla piattaforma è possibile sia con PC che con dispositivi mobili con la relativa App.

- Nella schermata principale si possono vedere i dati dell'ultima analisi effettuata.
- Con i comandi si accede allo storico dati, le dashboard personalizzate e si può accedere allo strumento tramite connessione VPN.
- È possibile configurare allarmi per ogni parametro (min e/o max) scegliendo anche il metodo di notifica dell'allarme (sms, mail, notifica su App, ecc..).

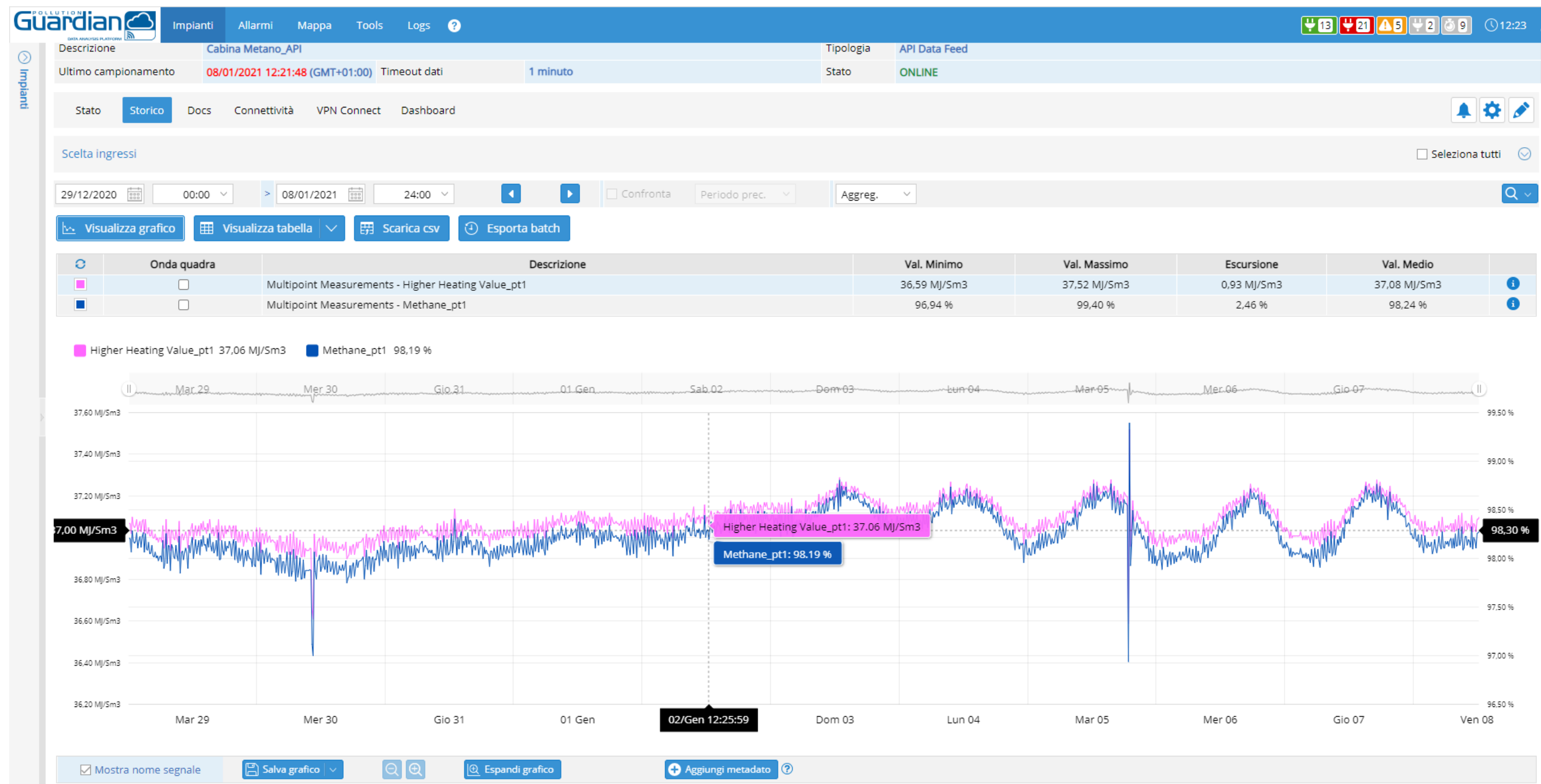
The screenshot shows the Pollution Guardian web interface. The top navigation bar includes 'Impianti', 'Allarmi', 'Mappa', 'Tools', and 'Logs'. The main content area is titled 'Biometano Foglia - Foglia Umberto' and features a 'Stato' (Status) tab. Below the navigation, there is a 'Measurements' section with a table of data.

Segnale	Valore	UM	Segnale	Valore	UM
2-Butanone	0,00	ppm	Acetone	0,00	ppm
a-Pinene	0,00	ppm	b-Pinene	0,00	ppm
Carbon Dioxide	37,45	%	Carbon Monoxide	0,00	%
Carbonyl Sulfide	0,00	ppm	Cumene	0,00	ppm
High Flow Pump Flow (L/min)	2,25		Higher Heating Value	36,67	MJ/Sm3
Hydrogen	0,04	%	Hydrogen Sulfide	0,00	ppm
Instrument Status	No Error		Limonene/Cymene/Carene	6,30	ppm
Lower Heating Value	33,05	MJ/Sm3	Measure Point	Point 3 - Dopo carboni attivi	
Methane	61,14	%	Nitrogen	0,62	%
Oxygen	0,75	%	Peristaltic Pump flow (mL/min)	21,75	
Power ON	OFF		Relative Gas Density	0,5771	
Temperature Line - Post Carboni	114,80	°C	Temperature Line - Intermedio Carboni	114,00	°C
Temperature Line - Post Scrubber	114,50	°C	Temperature Line - Pre Scrubber	109,80	°C
Transfer Line Temperature	92,30	°C	Wobbe Index	48,32	MJ/Sm3

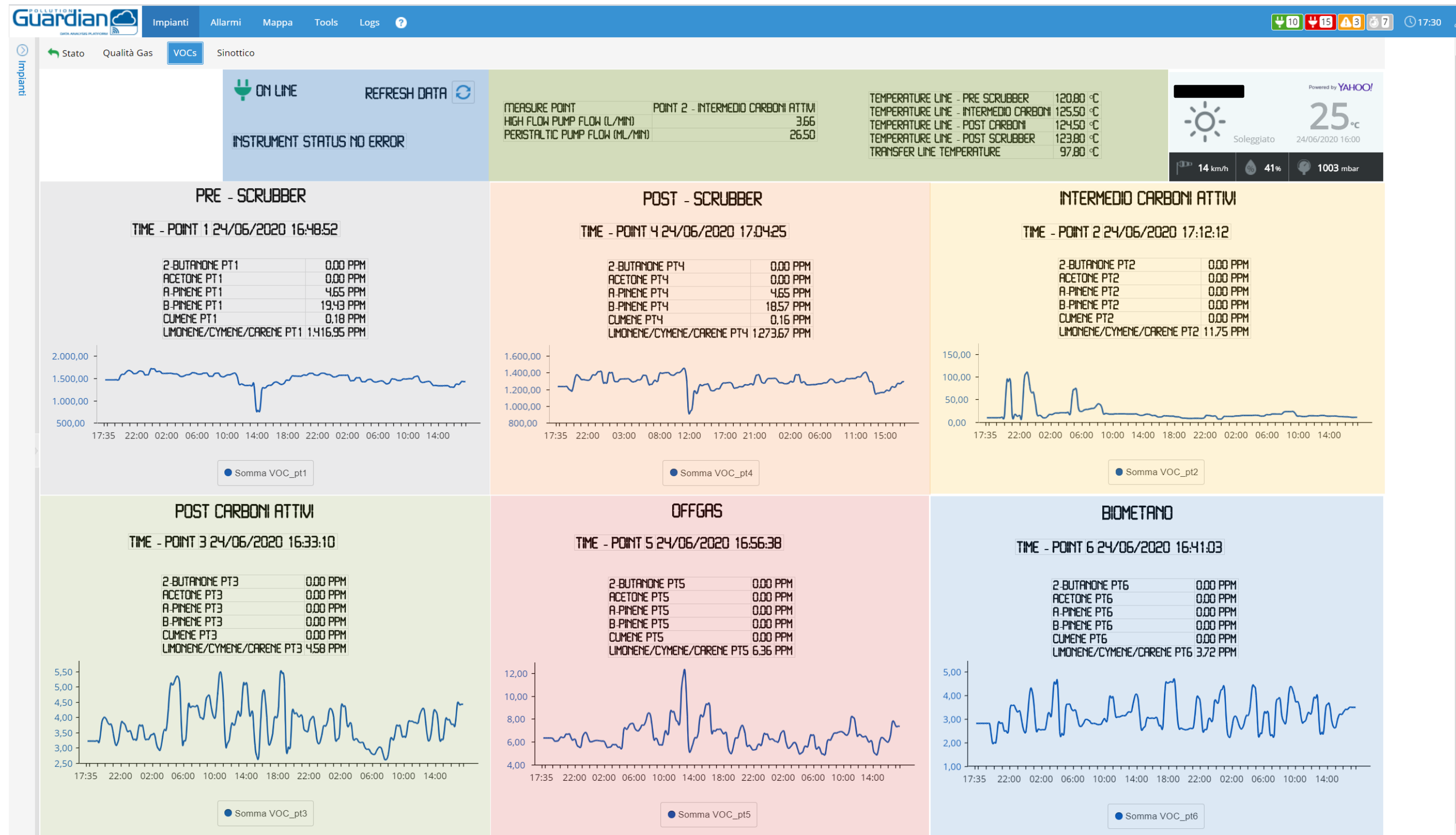
# Cloud Pollution Guardian



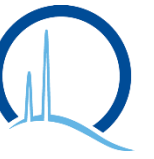
- Nella schermata «Storico» è possibile visualizzare gli andamenti di uno o più parametri dell'impianto. Creando grafici e tabelle personalizzati, per generare report o visualizzare i trend dei principali parametri di diagnostica.



# Cloud Pollution Guardian



# Versione portatile per Service e Laboratori

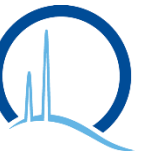


## Caratteristiche principali:

- Alcuni operatori del settore (come il reparto Service dei costruttori di impianti di upgrading) hanno espresso la necessità di poter effettuare analisi in tempo reale sugli impianti in tutte le fasi: dalla prima accensione alle attività manutenzioni straordinarie. Anche in questo caso sarebbe ottimale poter contare su un **unico analizzatore in grado di misurare tutti i più importanti gas**.
- Il **Micro GC Fusion** si presta bene a questa attività perchè è semplice da usare grazie ad alcune caratteristiche peculiari:
  - Compatto e leggero
  - Solo 5 minuti dall'accensione all'analisi
  - Screen frontale per eseguire le analisi “click&run”
  - Connessione WiFi
  - Versatile su molteplici tipologie di gas



# Versione portatile per Service e Laboratori



Qui troviamo alcuni esempi di **test in campo** in varie configurazioni a seconda delle necessità analitiche. Molto facile il suo funzionamento ed estremamente robusto.

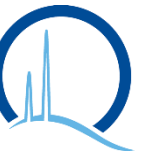
Si posiziona il micro GC vicino al punto di analisi, si collegano i tubi e si lancia l'analisi. Dopodiché ci si collega tramite WiFi o tramite Cloud da una posizione più confortevole per l'operatore e si possono seguire gli andamenti in posizione sicura.

Il collegamento permette la comunicazione dei risultati in tempo reale e il supporto remoto da parte di altri operatori specializzati.

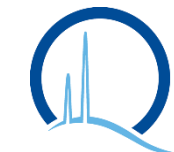




# Versione portatile per Service e Laboratori




# Versione portatile per Service e Laboratori



2 bombolette ricaricabili di accumulo del carrier gas (He o Ar) fino a 100 bar. Autonomia di 70-100 ore di analisi in continuo. È possibile alimentare il GC con bombole di carrier gas esterne per prolungare il periodo di analisi.

Filtro di tipo Genie. Protegge il GC da liquidi e particolato potenzialmente presenti nel gas campione.

Connessione WiFi Direct fino a 20 metri dallo strumento. 

Remote Control Box: sistema di connessione che consente di accedere allo strumento remotamente (SIM interna)



Pompa di sovra-campionamento ad alto flusso (4 L/min) per campionamenti a distanza

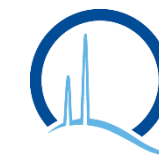
# Versione portatile per Service e Laboratori



  
DATA  
ENCRYPTION  
KEY

  
INTERNET  
WI-FI/LAN/4G

- Comunicazione dati e risultati in automatico sulla piattaforma Cloud Pollution Guardian
- Visualizzazione dei dati in tempo reale da remoto
- Connessione remota al micro GC con VPN da parte dell'utente
- Assistenza telematica da parte di personale tecnico di Pollution
- Accesso ai dati tramite App su smartphone



Ci sono domande?

Per approfondimenti sono a disposizione!



Ci troviamo al PAD.D5 Stand 508

**Andrea Geminiani**

[andrea.geminiani@pollution.it](mailto:andrea.geminiani@pollution.it)

+39 331 6359909

[www.pollution.it](http://www.pollution.it)  
pollution@pollution.it