

Rapporto Tecnico:

## “Analisi del biometano: soluzioni applicative in base alle esigenze delle reti di trasporto e distribuzione”



**Pollution S.r.l.**

Via Guizzardi, 52 - 40054 Budrio (Bologna) - Italy

Tel +39 051 6931840 - [pollution@pollution.it](mailto:pollution@pollution.it)

P.IVA 00694631201 - C.F. 04051900373 - N° R.E.A. 335338

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



## INDICE

<b>ANALISI BIOMETANO .....</b>	<b>5</b>
2.1 Caratteristiche minime del biometano per l'immissione in rete .....	5
2.2 Schema: processo di immissione in rete del biometano.....	6
<b>LE RETI DEL BIOMETANO .....</b>	<b>7</b>
3.1 La rete di distribuzione .....	7
3.2 La rete di trasporto.....	8
<b>MicroGC FUSION® .....</b>	<b>9</b>
4.1 Funzionamento generale.....	11
4.2 Prestazioni strumentali.....	13
4.2.1 Sistema di condizionamento e campionamento integrato .....	13
4.2.2 Moduli analitici miniaturizzati: iniettore, colonna di separazione detector a termoconducibilità ( $\mu$ TCD) .....	14
4.2.3 Sistema GENIE Filter .....	21
4.3 Software .....	22
4.4 Computer.....	22
4.5.1 Generalità MicroGC FUSION® a 4 Moduli.....	23
4.5.2 Condizioni operative.....	24
4.5.3 Certificazioni .....	24



## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1-Schema di processo per immissione del biometano nelle reti di trasporto e distribuzione. ....	6
Figura 2- MicroGC FUSION a 4 moduli.....	12
Figura 3- Funzionamento generale micro gascromatografo. ....	12
Figura 4 - Sistema di condizionamento e campionamento integrato .....	13
Figura 5 - Singolo modulo analitico MicroGC FUSION.....	14
Figura 6 - Iniettore.....	14
Figura 7 - Linearità da basse ppm fino ad alte percentuali di metano (colonna Rt-Q-Bond).....	15
Figura 8 - Rivelatore $\mu$ TCD .....	15
Figura 9 - Cromatogramma di calibrazione con gas standard – Modulo A .....	16
Figura 10 - Cromatogramma di calibrazione con gas standard – Modulo B .....	16
Figura 11 - Cromatogramma per biometano .....	17
Figura 12-Cromatogramma di composti solforati in gas naturale con colonna Rxi-1-ms.....	18
Figura 13-Cromatogramma H <sub>2</sub> S e COS con colonna Rxi-1-ms .....	18
Figura 14-Cromatogramma interferenti.....	19
Figura 18-Schema embedded software .....	22

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Caratteristiche minime del biometano per l'immissione in rete e relativa tipologia di campionamento .....	5
Tabella 2- Elenco caratteristiche da analizzare per verifica di effettiva conformità del biometano .....	10
Tabella 3 - Caratteristiche del gas standard di calibrazione – Modulo A .....	16
Tabella 4 - Caratteristiche del gas standard di calibrazione - Modulo B.....	16
Tabella 5 - Ripetibilità dei dati tipici nell'analisi per il biometano, per 10 corse analitiche di calibrazione con gas standard .....	17
Tabella 6 - Generalità dello strumento.....	23
Tabella 7 - Condizioni operative .....	24



## INTRODUZIONE: la norma UNI/TR 11537:2016

Il presente documento intende descrivere preliminarmente all'acquirente le disposizioni tecniche principali della norma UNI/TR 115737 del Settembre 2016. E' altresì scopo della presente esporre le soluzioni applicative elaborate da **Pollution S.r.l.**, esclusivamente progettate per soddisfare le necessità e le esigenze di coloro che, in seguito al prossimo decreto sul biometano, si troveranno a dover rispondere a delle precise istanze legali. Abbiamo creato delle soluzioni *ad hoc* per poter condurre le analisi di qualità del biometano nel modo più pratico e conveniente, tenendo conto delle diversità cui si va incontro considerando le caratteristiche delle reti del biometano. Il cuore delle nostre applicazioni è senza dubbio **MicroGC FUSION®**, un micro gascromatografo di ultima generazione dotato di tecnologie innovative. MicroGC FUSION® è uno strumento analitico veloce e preciso, in grado di rispondere a tutte le esigenze del caso.

4

L'utilizzo del biometano come gas sostitutivo o integrativo nelle reti del gas naturale costituisce una via importante per il conseguimento degli obiettivi del protocollo di Kyoto (e successivi) per il contrasto ai cambiamenti climatici. L'uso del biometano, sia esso prodotto da biomasse coltivate allo scopo o da biomasse generate come scarto delle attività umane, riduce l'impiego di combustibili fossili e contrasta l'emissione di gas serra provenienti dal degrado di sostanze organiche per fermentazione non controllata.

Secondo la Legge N°62 del 18 aprile 2005 e il Decreto Legislativo n°28 del 3 marzo 2011, norme con cui l'ordinamento nazionale recepisce le Direttive Europee 55/2003/CE e 28/2009/CE, è necessario garantire che i gas prodotti da fermentazione o processi termochimici ed i gas di altra origine abbiano un accesso *non discriminatorio* alle reti di trasporto e distribuzione. Tale accesso deve essere costantemente conforme alle normative tecniche e alle norme di sicurezza pertinenti, insieme al trasporto, convoglio, accumulo ed uso finale degli stessi gas interessati.

La norma sopracitata quindi concerne le norme tecniche e le migliori pratiche (*best practice*) da applicare al biometano prodotto per l'immissione nelle reti di trasporto e distribuzione del gas naturale ed agli impianti d'immissione di biometano nelle reti di trasporto e distribuzione del gas naturale.



## ANALISI BIOMETANO

La norma UNI/TR 11537:2016, sull'immissione di biometano nelle reti di trasporto e distribuzione di gas naturale, prevede l'analisi del gas biometano ai fini dimostrativi delle caratteristiche chimiche ed energetiche del gas secondo quanto indicato nell'art. 6 della norma vigente. Il biometano può essere usato come gas aggiuntivo o sostitutivo solo se conforme alle giuste prescrizioni legali contestualizzate per la rete considerata.

### 2.1 Caratteristiche minime del biometano per l'immissione in rete

Nella tabella sottostante si presentano i parametri oggetto di analisi secondo normativa. Ai sensi della legislazione vigente, il biometano da immettere deve:

- i. Essere un gas della seconda famiglia di tipo H, secondo la classificazione in base all'indice di Wobbe;
- ii. Rispettare le caratteristiche energetiche e di qualità, insieme con la tipologia di campionamento specificatamente adeguata, indicate nel prospetto seguente:

Parametro	Simbolo	Unità di misura	Valore	Tipologia di campionamento
Indice di Wobbe	WI	MJ/Sm <sup>3</sup>	≥ 47,31 ≤ 52,33	Continuo
Potere Calorifico Superiore	PCS	MJ/Sm <sup>3</sup>	≥ 34,95 ≤ 45,28	Continuo
Potere Calorifico Inferiore	PCI	MJ/Sm <sup>3</sup>	-	Continuo
Densità relativa		-	≥ 0,5548 ≤ 0,8	Continuo
Punto di rugiada dell'acqua	-	-	< -5°C a 7000 kPa	Continuo
Ossigeno	O <sub>2</sub>	%mol	≤ 0,6	Continuo
Anidride carbonica	CO <sub>2</sub>	%mol	≤ 3	Continuo
Solfuro di idrogeno	H <sub>2</sub> S	mg/Sm <sup>3</sup>	≤ 6,6	Continuo
Punto di rugiada idrocarburi <sup>a)</sup>	-	-	-	Continuo
Zolfo da mercaptani	-	mg/Sm <sup>3</sup>	≤ 15,5	Discontinuo
Zolfo totale	-	mg/Sm <sup>3</sup>	≤ 150	Discontinuo
Contenuto di silicio totale	Si	mg/Sm <sup>3</sup>	≤ 1	Discontinuo
Ossido di carbonio	CO	%mol	≤ 0,1	Discontinuo
Ammoniaca	NH <sub>3</sub>	mg/Sm <sup>3</sup>	≤ 10	Discontinuo
Ammine	-	mg/Sm <sup>3</sup>	≤ 10	Discontinuo
Idrogeno	H	%Vol	≤ 0,5	Discontinuo
Fluoro	F	mg/Sm <sup>3</sup>	< 3	Discontinuo
Cloro	Cl	mg/Sm <sup>3</sup>	< 1	Discontinuo
Olio da compressore	-	-	-	Discontinuo
Polveri	-	-	-	Discontinuo

a) Misura da eseguire solo in caso di produzioni con arricchimento di GPL, diversamente la misura non risulta necessaria.

Tabella 1 - Caratteristiche minime del biometano per l'immissione in rete e relativa tipologia di campionamento



## 2.2 Schema: processo di immissione in rete del biometano

Si riporta una schema generale di immissione in rete del biometano. A partire dalla produzione del biogas, segue la fase di purificazione o *upgrading*, già produzione del biometano. Si hanno poi gli impianti di consegna e misura, laddove per misura si intende *misura fiscale*, gestiti dal produttore. Seguono gli impianti di ricezione e immissione, competenza del gestore di rete, presso cui è anche eventualmente presente un impianto per l'odorizzazione.

E' utile definire:

- **Impianto di consegna e misura:** impianto su cui avvengono le transazioni economiche, riferite all'immissione del biometano in rete e sul quale a tale scopo sono misurati i volumi, le portate ed il contenuto energetico immesso nelle reti dai produttori. Esso comprende gruppi funzionali specifici:
  - Controllo **qualità del biometano**;
  - Misurazione delle **caratteristiche fisiche** di pressione e temperatura del biometano;
  - Misura del **contenuto energetico**, dei volumi e delle portate di biometano consegnate (con finalità fiscale/commerciale).
- **Impianto di ricezione ed immissione:** impianto che comprende le seguenti sezioni funzionali:
  - Intercettazione anche da remoto dell'immissione in rete per **condizioni di non conformità** del prodotto;
  - Controllo della **pressione** per l'immissione in rete;
  - **Odorizzazione** del biometano per l'immissione nelle reti di distribuzione del biometano.

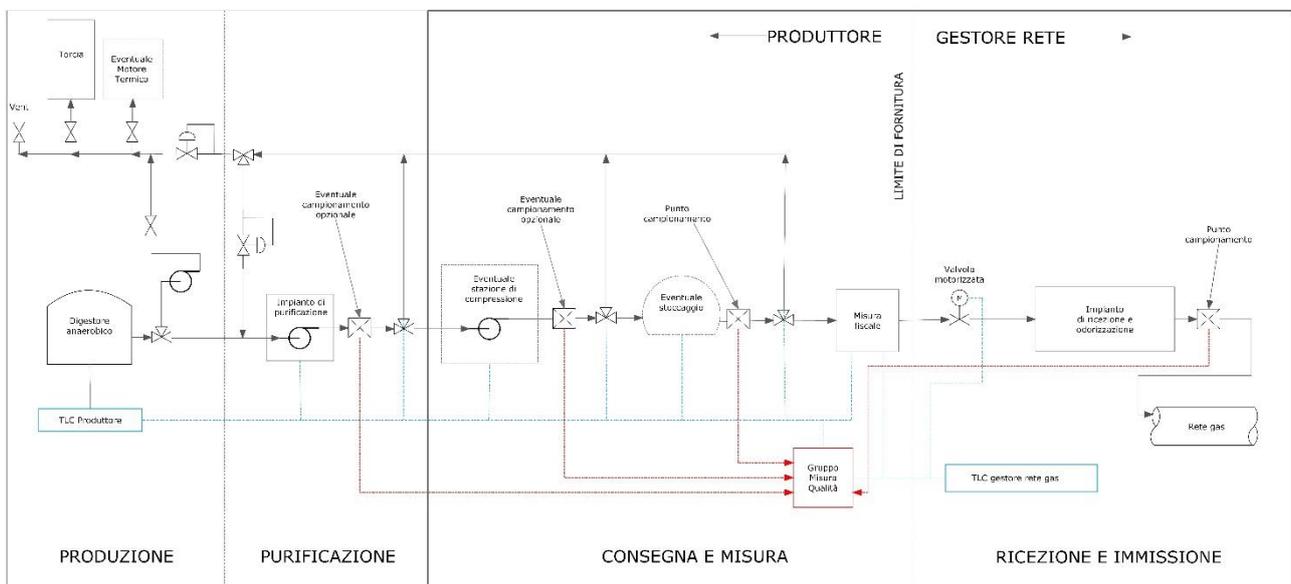


Figura 1-Schema di processo per immissione del biometano nelle reti di trasporto e distribuzione.



## LE RETI DEL BIOMETANO

Una volta che il biometano è stato dichiarato conforme alle prescrizioni imposte dalla legge, si può procedere alla sua immissione nella **rete del gas naturale**.

Essa, è definita da normativa come: *“rete che comprende tutte le reti e i sistemi di trasporto e distribuzione del gas naturale e del biometano, e include in particolare le reti di trasporto e distribuzione del gas naturale i cui gestori hanno l’obbligo di connessione a terzi (...), altre reti di trasporto, i sistemi di trasporto tramite carri bombolai e i distributori di carburanti per autotrazione sia stradali, che ad uso privato, compreso l’uso agricolo, anche non connessi alle reti di trasporto e distribuzione”*.

Da ciò si evince innanzitutto la volontà del legislatore di includere interamente il biometano nella rete del gas naturale, conferendo pari dignità ad entrambi i combustibili. Si evidenzia poi una differenziazione, ma anche inclusione reciproca, per le **reti di trasporto e distribuzione**. E’ bene osservare che, sebbene queste due reti siano tra di loro interconnesse, esse presentano caratteristiche diverse, in funzione degli usi cui sono preposte.

Per suddetti motivi, è necessario introdurre le caratteristiche delle reti di distribuzione e trasporto del biometano: in base alle modalità con cui il biometano viene trasportato e/o distribuito, è soggetto a trattamenti diversi e, conseguentemente, a istanze legali differenziate.

Si rende naturalmente necessaria la progettazione di soluzioni applicative, studiate per soddisfare le esigenze di ogni tipo di rete e contesto, valide dal punto di vista legale e pratico.

### 3.1 La rete di distribuzione

Per rete di distribuzione si intende l’insieme degli *impianti di distribuzione* presenti sul territorio nazionale, che comprendono:

- Rete di **gasdotti locali**, per mezzo dei quali è esercitata l’attività di distribuzione;
- Insieme che comprende: i punti di **consegna** e/o punti di **interconnessione**, la **stessa rete**, i gruppi di **riduzione** e/o i gruppi di **riduzione finale**, gli impianti di **derivazione di utenza** fino ai punti di **riconsegna** e i gruppi di **misura**.

La rete di distribuzione è costituita prevalentemente dai metanodotti di trasporto locale, cioè principalmente dalla terza specie ( $12 \text{ bar} \geq P > 5 \text{ bar}$ ) fino alla settima ( $P < 0,04 \text{ bar}$ ). La rete di distribuzione vede come passaggio obbligato l’**odorizzazione** del biometano.

L’odorizzazione è un trattamento fondamentale per la tutela della sicurezza durante la distribuzione e l’uso finale del gas. La sostanza odorizzante ha usualmente un costo elevato, ricade perciò nell’interesse del gestore di rete fare tutte le valutazioni del caso (scelta della concentrazione di odorizzante, verifiche della concentrazione dello stesso sulla rete, ecc.), avvalendosi di strumenti adeguati.



Da notare quindi che, *in aggiunta* alle prescrizioni della normativa, si rendono necessarie anche le analisi qualitative e quantitative di odorizzante TBM, insieme con quelle di terpeni e chetoni<sup>1</sup>, ritenuti i principali interferenti al riconoscimento olfattivo dell'odorizzante stesso.

### 3.2 La rete di trasporto

La rete di trasporto è data dall'insieme della **rete nazionale di gasdotti** e delle **reti di trasporto regionali** presenti sul territorio nazionale così come definite dal Codice di Rete delle imprese operanti nel settore (ad es. Snam, ecc.). I gasdotti che costituiscono la rete di trasporto sono generalmente di prima ( $P > 24$  bar), seconda ( $24 \text{ bar} \geq P > 12$  bar) o terza specie ( $12 \text{ bar} \geq P > 5$  bar). In genere la rete per il solo trasporto non contempla operazioni di odorizzazione in quanto posizionata "a monte" della rete complessiva.

---

<sup>1</sup> Gruppo HERA e ITALGAS Reti, 2017 – M. Bondesan, E. Salati, "Biometano: immissioni nelle reti gas e sicurezza", Servizi a rete.



## MicroGC FUSION®

In questa sezione verrà presentato MicroGC FUSION®, lo strumento chiave della fornitura complessiva proposta da Pollution S.r.l. per le problematiche in oggetto a questo documento.

MicroGC FUSION® è un sistema modulare composto da due, tre o quattro moduli, ognuno dei quali è un micro gascromatografo indipendente. In particolare, si tratta di un micro GC progettato appositamente per l'analisi dei gas costituiti principalmente da Composti Organici Volatili (COV), a partire da pochi ppm fino a livelli percentuali.

MicroGC FUSION® è in grado di condurre in maniera precisa e rapida tutte le analisi richieste dalla normativa; inoltre, fornisce la possibilità di svolgere *ulteriori ma necessarie* analisi, per valutazione complessiva della conformità del biometano, oltre quelle direttamente menzionate dalla normativa.

Come già detto, perché il biometano sia conforme per l'immissione in rete è indispensabile (in base alle specifiche della rete) che sia efficacemente odorizzato, il che significa che nel gas deve essere diluito un quantitativo adeguato di odorizzante, come stabilito dalla norma UNI 7133.

Tuttavia, nel biometano sono naturalmente presenti delle sostanze, dette interferenti, che sono in grado di modificare la percezione dell'odorizzante o addirittura annullarla, quali ad esempio alcuni terpeni e chetoni<sup>2</sup>. Dunque, per garantire pienamente la conformità del biometano, è necessario avere sotto controllo i livelli dell'odorizzante e delle sostanze interferenti potenzialmente presenti nel gas.



Nella tabella sottostante si riporta l'elenco completo delle sostanze da analizzare secondo la UNI/TR 11537. In rosso sono evidenziati tutti i parametri che possono essere monitorati in continuo con Micro GC Fusion.

Caratteristica	Simbolo	Valore	Unità di Misura	Campionamento
Indice di Wobbe	WI	$47,31 \leq x \leq 52,33$	MJ/Sm <sup>3</sup>	Continuo
Potere Calorifico Superiore	PCS	$34,95 \leq x \leq 45,28$	MJ/Sm <sup>3</sup>	Continuo
Potere Calorifico Inferiore	PCI	-	MJ/Sm <sup>3</sup>	Continuo
Densità Relativa	$\rho$	$0,5548 \leq x \leq 0,8$	-	Continuo
Punto di rugiada dell'acqua	$\leq -5^{\circ}\text{C}$ a 7000 kPa			
Ossigeno	O <sub>2</sub>	$\leq 0,6$	%mol	Continuo
Anidride Carbonica	CO <sub>2</sub>	$\leq 3$	%mol	Continuo
Solfuro di idrogeno	H <sub>2</sub> S	$\leq 6,6$	mg/Sm <sup>3</sup>	Continuo
Punto di rugiada idrocarburi*				
Zolfo da mercaptani	-	$\leq 15,5$	mg/Sm <sup>3</sup>	Discontinuo
Zolfo totale	-	$\leq 150$	mg/Sm <sup>3</sup>	Discontinuo
Contenuto di silicio totale	Si	$\leq 1$	mg/Sm <sup>3</sup>	Discontinuo
Ossido di carbonio	CO	$\leq 0,1$	%mol	Continuo
Ammoniaca	NH <sub>3</sub>	$\leq 10$	mg/Sm <sup>3</sup>	Discontinuo
Ammine	-	$\leq 10$	mg/Sm <sup>3</sup>	Discontinuo
Idrogeno	H <sub>2</sub>	$\leq 0,5$	% vol	Continuo
Fluoro	F	$\leq 3$	mg/Sm <sup>3</sup>	Discontinuo
Cloro	Cl	$\leq 1$	mg/Sm <sup>3</sup>	Discontinuo
Olio da compressore	-	-	-	Discontinuo
Polveri	-	-	-	Discontinuo
Odorizzante	TBM	$\geq 10$	mg/Sm <sup>3</sup>	Continuo
Odorizzante	THT	$\geq 35$	mg/Sm <sup>3</sup>	Continuo
Interferenti odorizzante	COV	$\leq 5$	ppmv	Continuo
Solfuro di Carbonile	COS	$\leq 6$	mg/Sm <sup>3</sup>	Continuo

Tabella 2- Elenco caratteristiche da analizzare per verifica di effettiva conformità del biometano



#### 4.1 Funzionamento generale

Micro GC FUSION® è un micro gascromatografo, costituito da uno, due, tre o quattro moduli analitici indipendenti, ognuno dei quali costituenti un gascromatografo con propri dispositivi e caratteristiche. Nel caso delle analisi per il biometano, Micro GC FUSION® sarà presentato con le caratteristiche e le componenti seguenti.

- i. L'analizzatore Micro GC FUSION® sarà configurato con **quattro moduli analitici** per l'analisi di:
  - ✓ **CH<sub>4</sub>, CO, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>;**
  - ✓ **TBM o THT;**
  - ✓ **VOCs (Limonene, Pinene, Metil Etil Chetone o altri su richiesta);**
  - ✓ **H<sub>2</sub>S, COS, CO<sub>2</sub>, Etano, Propano, Iso-butano, Normal-butano, Iso-pentano, Normal-pentano, Esani e superiori (C6+).**
  
- ii. Il plug-in software **Diablo EZReporter 4.0**, compreso nella strumentazione, sarà configurato per la determinazione di:
  - ✓ **Potere Calorifico Superiore;**
  - ✓ **Indice di Wobbe;**
  - ✓ **Densità Relativa e altri parametri, configurabili dall'utente, relativi alla qualità del gas combustibile.**
  
- iii. **GENIE Filter**, filtro a membrana per la rimozione di sospensioni e particolato nei gas campionati.

Si rimanda alla tabella 2 a pagina 11 per i metodi di campionamento.

**Il micro gascromatografo MicroGC FUSION® consente l'analisi completa della composizione del gas biometano** in conformità alle norme UNI EN ISO 6974-5:2004, UNI EN ISO 6976:2008 e UNI EN ISO 10715:2001 e dell'odorizzante TBM in conformità alle norme UNI CIG 7133-1, UNI CIG 7133-2, UNI CIG 7133-3, UNI CIG 7133-4, delibera AEEGSI 574/2013/R/gas e s.m.i.



Si presenta così configurato:



Figura 2- MicroGC FUSION a 4 moduli.

In figura si osserva lo schema generale della struttura del microGC presente in ogni modulo:

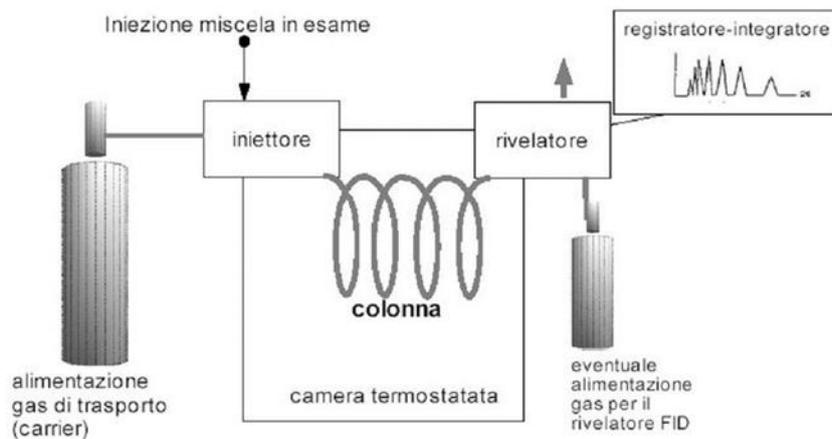


Figura 3- Funzionamento generale micro gascromatografo.

Micro GC FUSION® necessita dell'utilizzo di un gas di trasporto inerte detto *gas carrier*, in genere Elio, Idrogeno o Argon.



## 4.2 Prestazioni strumentali

MicroGC FUSION® ha un'**architettura modulare** e comprende fino a quattro moduli analitici indipendenti e miniaturizzati. Lo strumento, prevalentemente utilizzato in modalità **programmata di temperatura**, è in grado di eseguire analisi veloci e precise, anche in presenza di molti e diversi composti.

Lo strumento è costituito dai seguenti componenti:

- i. Sistema di condizionamento e campionamento integrato;
- ii. Moduli analitici miniaturizzati, costituiti ognuno da un iniettore, una colonna di separazione con possibilità di rampa termica e un detector a termoconducibilità ( $\mu$ TCD);
- iii. Sistema GENIE Filter.

### 4.2.1 Sistema di condizionamento e campionamento integrato

Tale sistema è automatizzato grazie a delle valvole elettriche, le quali sono predisposte altresì per le operazioni di lavaggio e campionamento. Per quanto riguarda le prestazioni, oltre ad includere un filtro per il particolato presente eventualmente nel campione, il sistema di condizionamento è in grado di:

- Riscaldare il campione fino alla temperatura di 100°C;
- Ridurre la pressione del campione da 1000 psi a 5-10 psi.



*Figura 4 - Sistema di condizionamento e campionamento integrato*



#### 4.2.2 Moduli analitici miniaturizzati: iniettore, colonna di separazione con possibilità di rampa termica e detector a termoconduttività ( $\mu$ TCD)

In questa sezione, si presentano separatamente i componenti di ogni modulo.

Gli **iniettori** proposti sono:

- Iniettore “Variable Volume”: consente una maggiore flessibilità di analisi, anche con i campioni diluiti a poche ppm;
- Iniettore “Large Variable Volume”: consente una maggiore flessibilità di analisi, anche con campioni a bassi livelli di ppm;
- Iniettore con opzione Backflush: rimuove i contaminanti indesiderati dall’analisi;

14

Gli iniettori su chip permettono di minimizzare i volumi di campione necessari per l’analisi. I componenti micro-elettromeccanici (tecnologia **MEMS** – Micro Electro-Mechanical Systems) sono realizzati in silicio e altri materiali inerti.



Figura 6 - Iniettore.

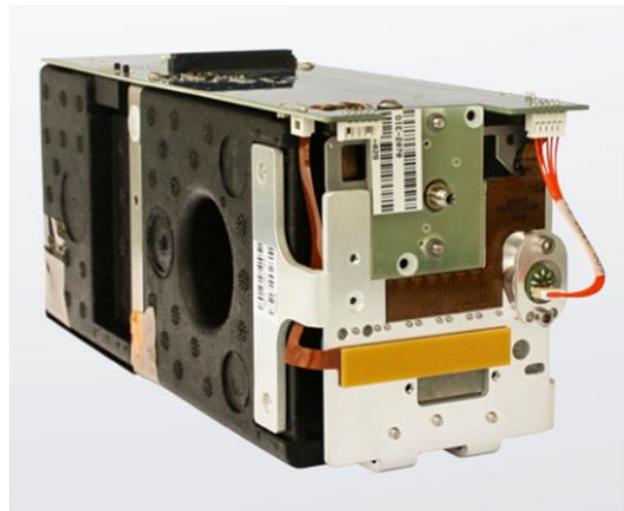


Figura 5 - Singolo modulo analitico MicroGC FUSION

Il detector  **$\mu$ TCD - Micro Thermal Conductivity Detector**, è universale, poiché sfrutta la differenza di conducibilità termica fra il gas di trasporto puro e il gas analita in uscita dalla colonna.

Il rivelatore installato su Micro GC FUSION® è nello specifico un  **$\mu$ TCD FAST (Fusion Auto-Sensing Technology)** ad alta sensibilità, basato sulla tecnologia MEMS – Micro Electro-Mechanical Systems, che lo rende 10 volte più sensibile dei convenzionali rivelatori a conducibilità termica capace di misurare fino ad 1 ppm.



La tecnologia FAST permette di analizzare nella stessa corsa analitica sia alte percentuali che basse ppm delle sostanze in esame, inoltre mantenendo costante la linearità della risposta, grazie al sistema di correzione automatico del segnale, che impedisce all'amplificatore di andare in saturazione.



Figura 8 - Rivelatore  $\mu$ TCD

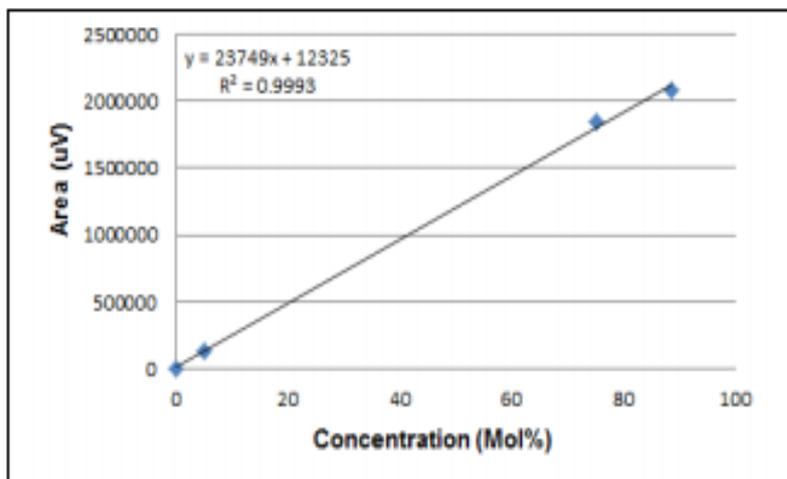


Figura 7 - Linearità da basse ppm fino ad alte percentuali di metano (colonna Rt-Q-Bond)

Come si può vedere dalla tabella 3, la linearità è garantita su un ampio range di concentrazioni (in figura si riportano dati da 10 ppm fino a 89%).

Per l'applicazione in oggetto sono suggeriti i moduli analitici forniti delle seguenti **colonne cromatografiche**:

- Modulo analitico Enhanced con rampa termica, colonna **Rt-U-Bond** (o equivalente) per l'analisi di H<sub>2</sub>S, COS, CO<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>+;
- Modulo analitico Enhanced con rampa termica, colonna **CP Sil 19CB** o **CP Sil 13 CB** per l'analisi di THT o TBM;
- Modulo analitico Enhanced con rampa termica, colonna **Molsieve5A** (o equivalente) per l'analisi di CO, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>;
- Modulo analitico Enhanced con rampa termica, colonna **Rxi-1-ms** (o equivalente) per l'analisi dei VOC come Limonene, Pinene, Metil-etil chetone, o eventuali altri composti da definire.

Come già evidenziato, ogni modulo analitico è di fatto un micro gascromatografo autonomo, opera perciò con impostazioni e componenti specifici eventualmente diversi rispetto agli altri moduli, risultando completamente personalizzabile.

La miniaturizzazione del modulo e quindi della colonna cromatografica, permette di processare un campione eseguendo la separazione dei suoi componenti in pochi minuti, prima della loro quantificazione da parte del detector. Ciò, permette l'eliminazione delle interferenze che affliggono buona parte delle tecniche "veloci", come le tecniche ottiche ed elettrochimiche. La

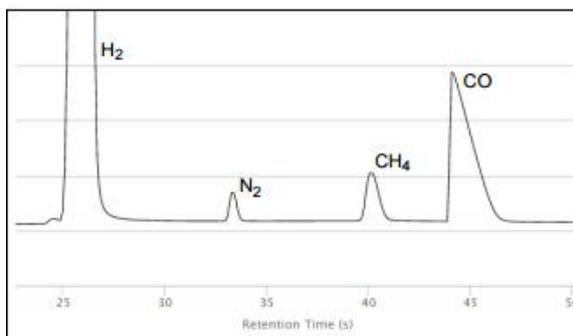


possibilità di **programmare una rampa di temperatura fino a 250°C** consente una separazione ottimale dei componenti del campione, minimizzando il numero di moduli necessari all'analisi.

Di seguito sono riportati una parte dei risultati analitici del Micro GC FUSION® così configurato:

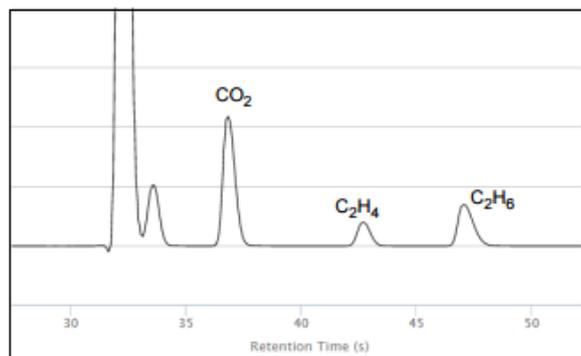
Component	Mole %
H <sub>2</sub>	60.02
N <sub>2</sub>	2.010
CH <sub>4</sub>	5.800
CO	24.00
CO <sub>2</sub>	5.000
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	2.000
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1.000

Tabella 3 - Caratteristiche del gas standard di calibrazione – Modulo A



Column: Rt-Molsieve 5A, 10 m  
Column Temperature: 120°C → 140°C; 1°C/s;  
Column Head Pressure: 35 psi

Figura 9 - Cromatogramma di calibrazione con gas standard – Modulo A



Column: Rt-Q-Bond, 12 m  
Column Temperature: 75°C, isothermal;  
Column Head Pressure: 25 psi

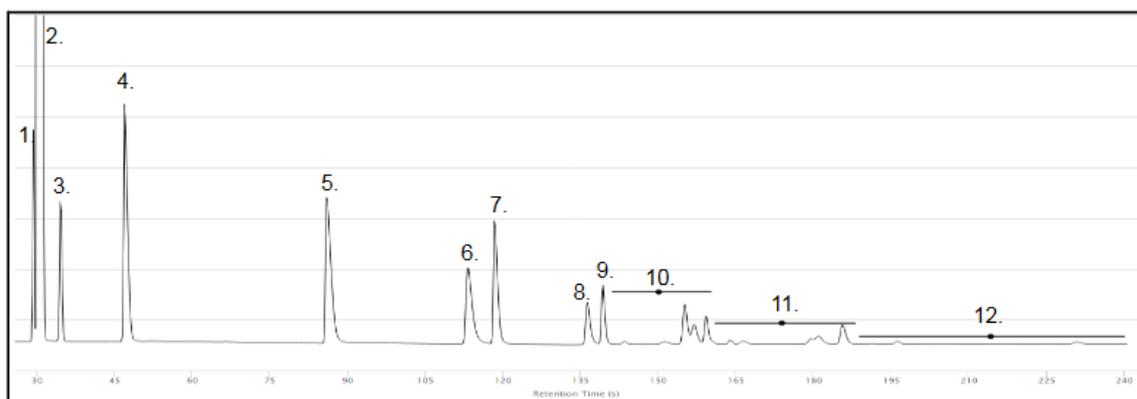
Figura 10 - Cromatogramma di calibrazione con gas standard – Modulo B

Channel	Number of Analyte	Compound	Retention Time (s)	RT %RSD	Area %RSD
A	1	H <sub>2</sub>	43.90	0.000	0.179
A	2	N <sub>2</sub>	59.40	0.023	0.510
A	3	CH <sub>4</sub>	73.78	0.015	0.245
A	4	CO	88.84	0.013	0.212
B	5	CO <sub>2</sub>	24.42	0.035	0.033
B	6	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	29.60	0.032	0.063
B	7	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	33.76	0.019	0.084

Tabella 4 - Caratteristiche del gas standard di calibrazione - Modulo B



Come già detto in precedenza, si può determinare anche la composizione del biometano C2-C6+, insieme con la determinazione del Potere Calorifico Superiore, Indice di Wobbe e Densità Relativa attraverso il modulo analitico RT-U-Bond. Il software dedicato **DIABLO EZ Reporter 4.0** è in grado di elaborare a tale scopo i dati ottenuti. Qui di seguito si riportano alcuni risultati analitici, con relativi cromatogrammi, dei principali parametri da monitorare:



Column: RT-Q-BOND, 12 m  
Column Temperature: 60°C (hold 50 s) -> 127°C (hold 10 s) -> 220°C (hold 110 s); 2°C/s, 2.5°C/s  
Column Head Pressure: 30 psi

Figura 11 - Cromatogramma per biometano

Number of Component	Component	Retention Time (s)	Area %RSD
1	nitrogen	29.48	0.314
2	methane	30.19	0.359
3	carbon dioxide	34.70	0.414
4	ethane	47.04	0.402
5	propane	86.09	0.660
6	isobutane	113.33	0.426
7	n-butane	118.48	0.454
8	isopentane	136.40	0.449
9	n-pentane	139.37	0.439
10	hexanes	Group Range	0.403
11	heptanes	Group Range	0.827
12	octanes "plus"	Group Range	1.186

Tabella 5 - Ripetibilità dei dati tipici nell'analisi per il biometano, per 10 corse analitiche di calibrazione con gas standard

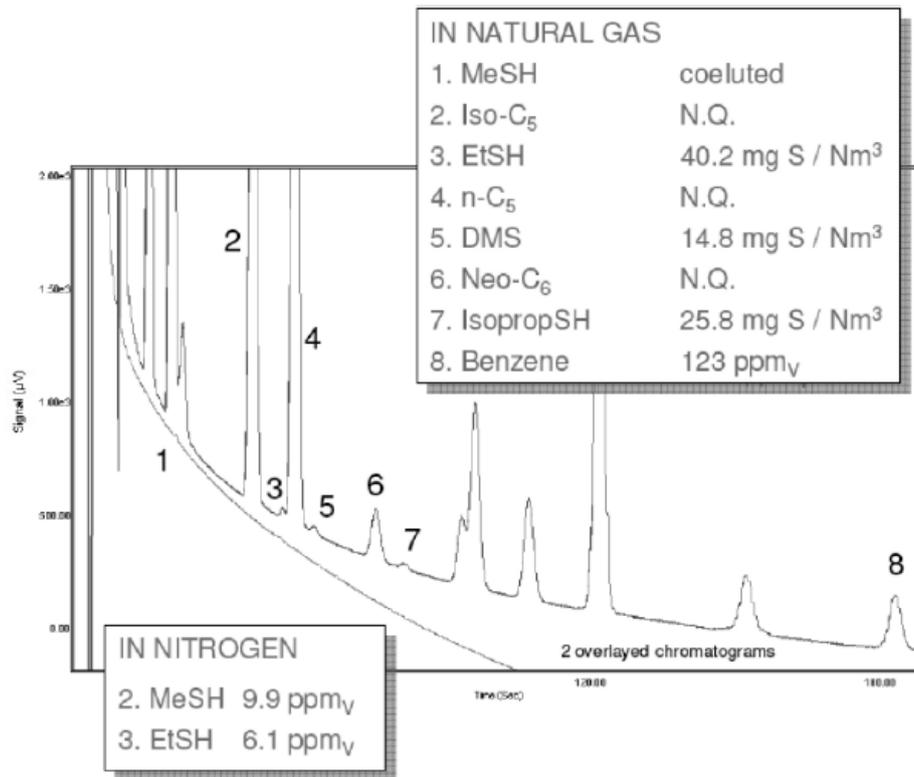


Figura 12-Cromatogramma di composti solforati in gas naturale

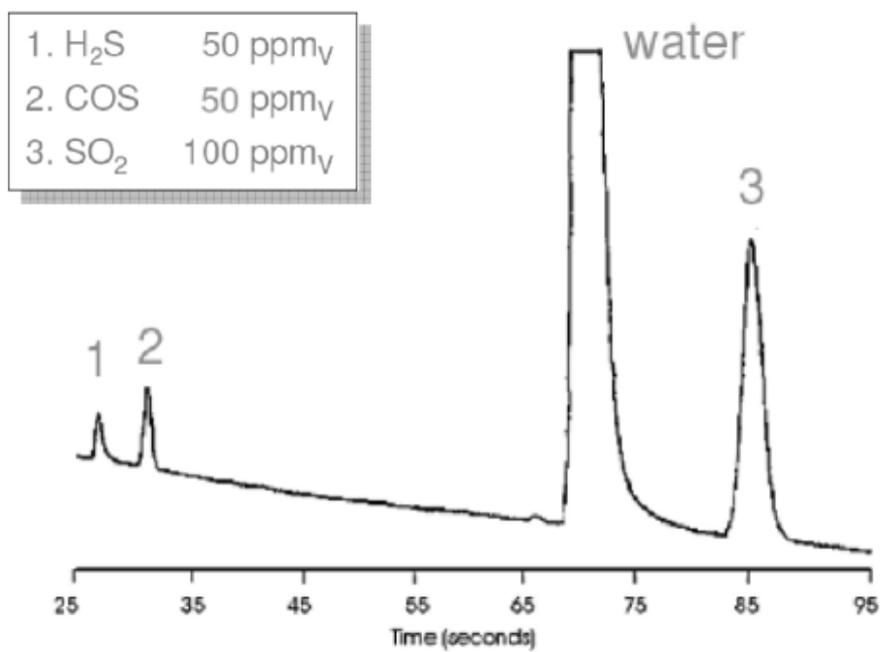


Figura 13-Cromatogramma H<sub>2</sub>S e COS

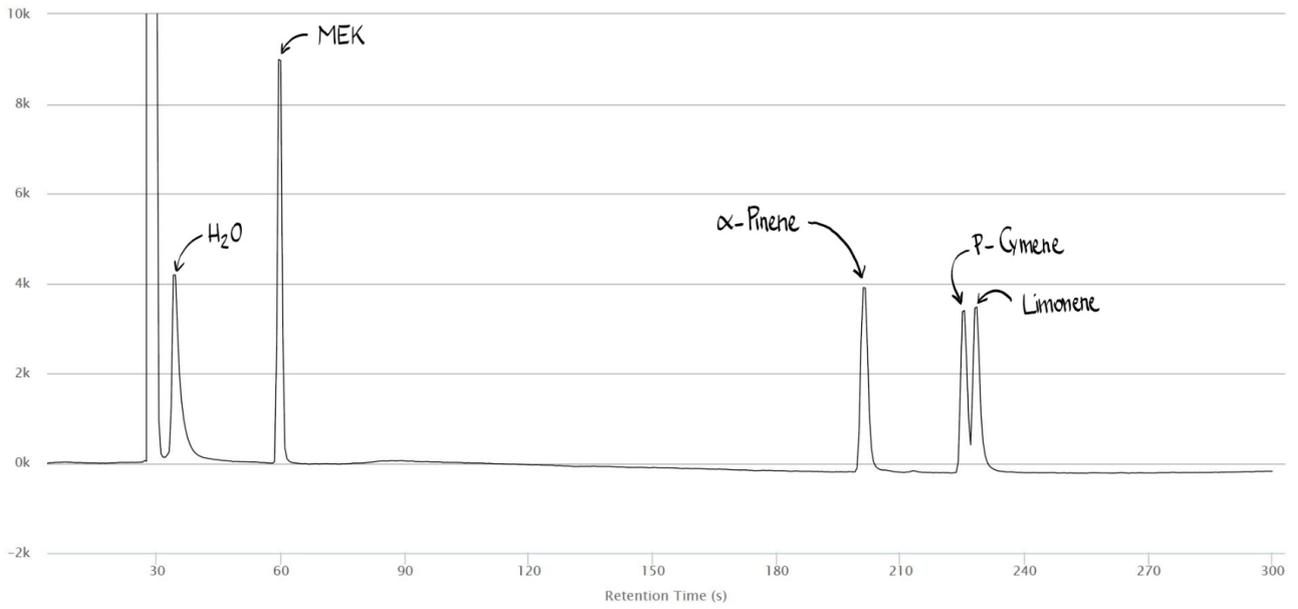


Figura 14-Cromatogramma VOC interferenti all'odorizzazione



Ecco di seguito un esempio di quale potrebbe essere il foglio dati in conclusione all'analisi:

### Natural Gas Analysis Report GPA 2145-09 Analysis

#### Sample Information

Sample Information	
Sample Name	Natural Gas
Operator	SYSTEM (SYSTEM)
Method Name	Natural Gas 2
Injection Date	2014-11-14 18:11:51
Report Date	2014-12-22 16:00:43
EZReporter Configuration File	Fusion.cfg
NGA Phys. Property Data Source	GPA Standard 2145-09 (FPS)
Data Source	EZIQ data system connection

#### Component Results

Component Name	Ret. Time	Peak Area	Raw Amount	Norm%	Gross HV (Dry) (BTU / Ideal cu.ft.)	Relative Gas Density (Dry)
Nitrogen	29.478	31421.8	1.5364	1.5326	0.0	0.01482
Methane	30.188	1466302.8	88.8958	88.6723	895.6	0.49116
CO2	34.703	30098.3	1.2117	1.2087	0.0	0.01837
Ethane	47.044	80328.2	3.0003	2.9928	53.0	0.03107
Propane	86.087	71652.8	1.9923	1.9873	50.0	0.03026
isobutane	113.327	43690.5	1.0055	1.0030	32.6	0.02013
n-Butane	118.478	45926.4	0.9964	0.9939	32.4	0.01995
isoPentane	136.398	16672.7	0.2997	0.2990	12.0	0.00745
n-Pentane	139.365	17691.0	0.3004	0.2996	12.0	0.00746
Hexanes	150.000	36660.0	0.6161	0.6145	29.2	0.01828
Heptanes	174.000	20141.0	0.3210	0.3201	17.6	0.01107
Octanes Plus	214.000	3234.0	0.0764	0.0762	4.8	0.00301
Total:			100.2520	100.0000	1139.2	0.67302

#### Results Summary

Result	Dry
Total Raw Mole% (Dry)	100.2520
Pressure Base (psia)	14.696
Temperature Base	60.0
Gross Heating Value (BTU / Ideal cu.ft.)	1139.2
Gross Heating Value (BTU / Real cu.ft.)	1142.5
Relative Density (G). Real	0.6747
Compressibility (Z) Factor	0.9971
Wobbe Index	1390.9

Figura 15 - Esempio prospetto risultati per analisi del biometano



### 4.2.3 Sistema GENIE Filter

Il sistema GENIE Filter è un filtro per l'analisi di un campione di gas a bassa pressione contenente liquidi trasportati e particelle. Filtra da particolato liquido e solido presenti nel campione, proteggendo così lo strumento; le membrane sono facilmente sostituibili dall'operatore in pochi minuti.

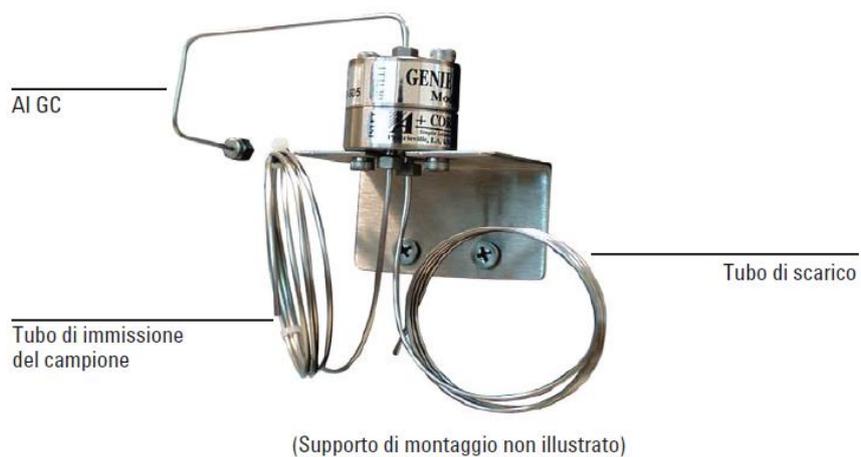


Figura 16- Sistema GENIE Filter



Figura 17- Uso del sistema GENIE Filter su Micro GC Fusion



### 4.3 Software

Il software di gestione del MicroGC FUSION® è **web-based**, quindi si può usare da qualsiasi dispositivo con connessione Wi-Fi tramite browser ed è **svincolato dalla licenza d'uso**.

A richiesta del cliente è possibile gestire Micro GC FUSION® anche con altri software di gestione come, ad esempio, EZ Chrome. Tali software andranno richiesti e quotati a parte.



Figura 15-Schema embedded software

### 4.4 Computer

Il software di gestione del MicroGC FUSION® è integrato nello strumento. Qualsiasi dispositivo dotato di connettività Wi-Fi o Ethernet può essere usato per gestire lo strumento.

Il software plug-in DIABLO EZ Reporter sarà installato su PC dedicato. Eventuali integrazioni con PLC o computer per la gestione sono da valutare con sopralluogo del nostro servizio tecnico.



## 4.5 Scheda tecnica

### 4.5.1 Generalità MicroGC FUSION® a 4 Moduli

<b>Dimensioni</b>	47.5 x 43.2 x 27.1 cm (LxHxP)
<b>Peso</b>	Circa 15 Kg
<b>Alimentazione elettrica</b>	Tramite cavo dotato di spina Schuko© standard 230 VAC 50/60 Hz
<b>Carrier gas da sorgente esterna</b>	Elio e/o Argon. Pressione di lavoro 400 KPa
<b>Nr di Inlet carrier</b>	2 (due)
<b>Nr di Inlet sample</b>	1 (uno)
<b>Pompa di Campionamento</b>	Integrata
<b>Detector</b>	TCD con tecnologia FAST
<b>Ripetibilità</b>	≤ 1% RSD a temperatura e pressioni costanti
<b>Range Dinamico</b>	10 <sup>6</sup> ± 10%
<b>Iniettore riscaldato</b>	Volume fisso, variabile, large e con Backflush.
<b>Detector</b>	Volume interno 240 nL
<b>Condizioni operative della colonna</b>	Temperatura (Tamb +15°C) – 250°C; pressione 70 – 340 KPa
<b>Tempo di analisi</b>	Tipicamente tra 60 – 500 sec (proporzionale al numero di componenti)
<b>Condizioni d'uso</b>	Indoor e outdoor con adeguata protezione dagli agenti atmosferici
<b>Grado di protezione Micro GC</b>	Reso idoneo all'ambiente di installazione
<b>Programmata di Temperatura</b>	Temperatura massima 250°C (oppure in base alla fase della colonna), Risoluzione 0.1°C, Tasso di riscaldamento 5°C al secondo (massimo, dipende dalla colonna).
<b>Software</b>	Web-based, compatibile con i più comuni browser, EZ Chrome, Diablo EZ Reporter 4.0
<b>Connettività</b>	Wireless Ethernet IEEE 802.11 <sup>g/n</sup> Ethernet connessione RJ-45 Protocollo MODBUS©

Tabella 6 - Generalità dello strumento



#### 4.5.2 Condizioni operative

<b>Condizioni ambientali</b>	Temperatura 0 – 40°C
<b>Umidità relativa</b>	5 – 95%
<b>Altitudine</b>	Fino a 4572 m s.l.m.
<b>Condizioni del campione</b>	Temperatura 0 – 140°C Pressione 0 – 1,7 barg (0 – 69 bar con Sample Conditioner)

Tabella 7 - Condizioni operative

#### 4.5.3 Certificazioni

Il sistema MicroGC FUSION® tiene in considerazione e rispetta tutte le norme e le leggi vigenti in materia di qualità, sicurezza e ambiente. Seguono copie dei certificati:

- i. Dichiarazione di conformità europea.



**EU DECLARATION  
OF  
CONFORMITY**

25

This declaration is issued under the sole responsibility of the manufacturer INFICON. The object of the declaration is to certify that this equipment, designed and manufactured by:

**INFICON Inc.  
Two Technology Place  
East Syracuse, NY 13057  
USA**

is in conformity with the relevant Community harmonization legislation. It has been constructed in accordance with good engineering practice in safety matters in force in the Community and does not endanger the safety of persons, domestic animals or property when properly installed and maintained and used in applications for which it was made.

**Equipment Description:** MICRO GC FUSION 2-Module  
MICRO GC FUSION 4-Module

**Applicable Directives:** 2014/35/EU (LVD)  
2014/53/EU (RED) as applicable to WiFi options  
2014/30/EU (EMCD)  
2011/65/EU (RoHS2)

**Applicable Standards:**

**Safety:** EN 61010-1:2010 3<sup>rd</sup> Edition

**Emissions:** ETSI EN 300 328 v1.9.1 (2.4 Ghz)  
(ERM for equipment operating in the 2.4 GHz ISM band)

ETSI EN 301 893 v1.7.1 (5 Ghz)

EN 61326-1:2013 (Radiated & Conducted Emissions)  
(EMC – Measurement, Control & Laboratory Equipment)

CISPR 11/EN 55011 Edition 2009-12 Emission standard for industrial,  
Scientific and medical (ISM) radio RF equipment



Immunity: EN 61326:2013 (Industrial EMC Environments)  
(EMC – Measurement, Control & Laboratory Equipment)  
Immunity per Table 2

ETSI EN 301 489-17 V2.2.1:2012 (General EMI)  
(ERM - EMC - Specific conditions for 2.4 GHz)

RoHS: EN50581:2012

Wireless Restrictions:

Countries	Restrictions
France	Outdoor use limited to 10mW e.i.r.p. within the band 2454 to 2483.5 MHz.
Italy	If used outside of own premises, general authorization is required.
Luxembourg	General authorization is required for public service.
Romania	On a secondary basis. Individual license required.
Austria, Denmark, Finland, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Liechtenstein, Luxembourg, The Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland, The United Kingdom	None

**CE Implementation Date:** January 24, 2017

**Authorized Representative:**

Peter Maier  
President, Intelligent Sensor Solutions  
INFICON Inc.

ANY QUESTIONS RELATIVE TO THIS DECLARATION OR TO THE SAFETY OF INFICON'S PRODUCTS SHOULD BE DIRECTED, IN WRITING, TO THE AUTHORIZED REPRESENTATIVE AT THE ABOVE ADDRESS.

