



Soluzioni BHGE per la Flare

Ing. Dorus Bertels
Ultrasonic Flow Specialist Europe

Agenda

COS'E' UNA TORCIA

Esempi

Misura con principio ultrasonico

Come funziona

PANORAMICA DEL REGOLAMENTO

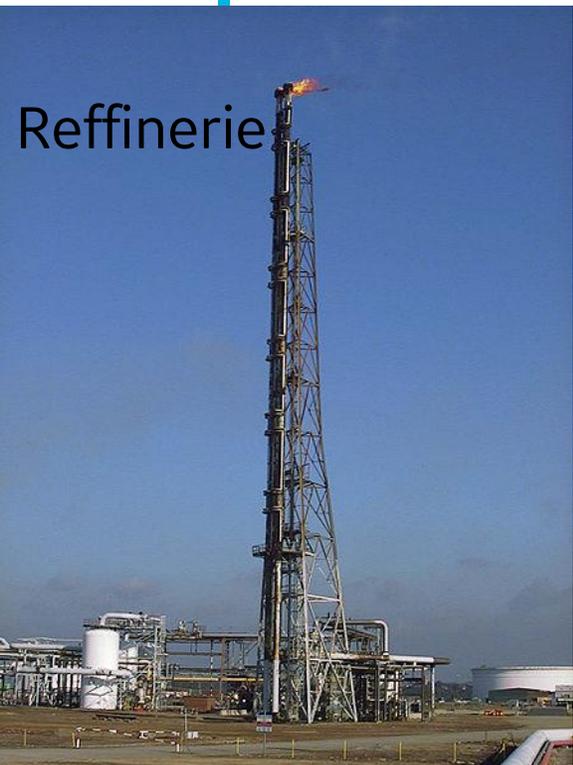
Refinery Sector Rule 63.670

BHGE SOLUZIONE iQ

TAVOLA ROTONDA

Un dispositivo di combustion del gas, un Sistema fognario, per scopi di sicurezza...

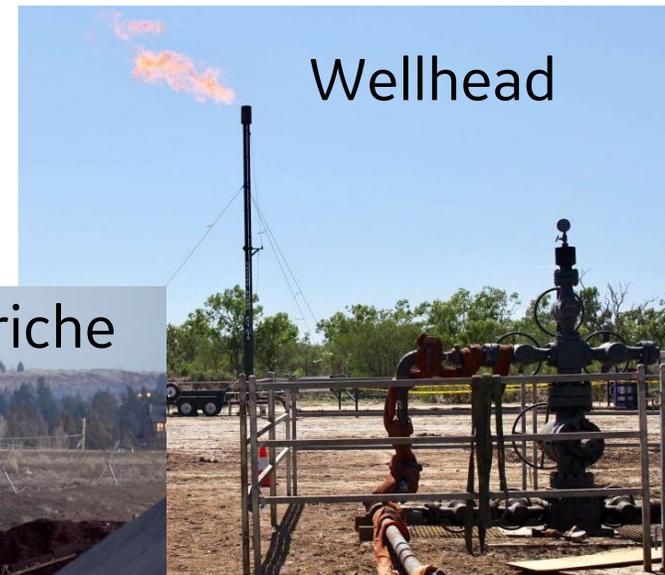
Reffinerie



Piattaforme Offshore



Wellhead



Discariche



LNG



Impianti
Chimici/Petrolochimici





Fermata di emergenza su un Hydrotreater Diesel

30-40 secondi fuoriuscita di enormi quantità di fumo con fiamme verso nord per 300 metri.

Dopo 40 secondi, il vapore impostato *manualmente* sulla base delle informazioni dell'iQ.

Principio di Misura Ultrasonico

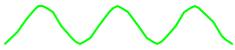
Ultrasuono

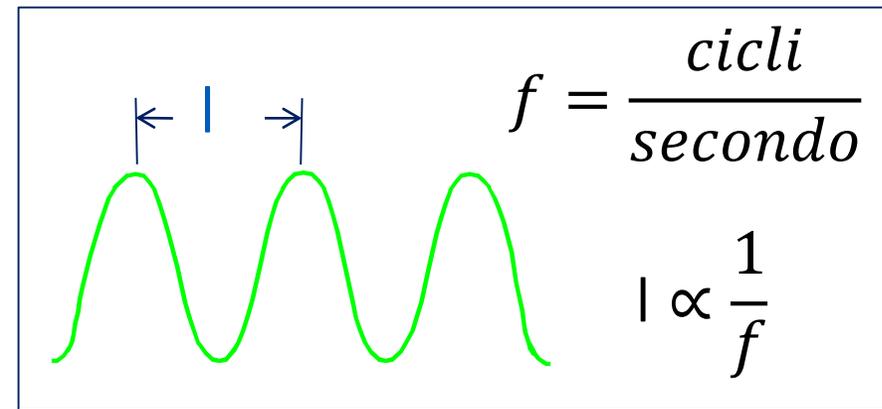
Suono con una frequenza maggiore di 20,000 Hz, vicino il limite superiore dell'udito umano.

Frequenza (f)

1. il numero di periodi o eventi di un determinate tipo che si verificano regolarmente in unità di tempo, di solito in un secondo.
2. il numero di cicli o alternanze completate per unità di tempo di un'onda o un'oscillazione

Tre categorie di frequenza:

1. Subsonico  da 0 a 20 Hz
2. Audio  da 20 Hz a 20 kHz
3. Ultrasonico  >20 kHz



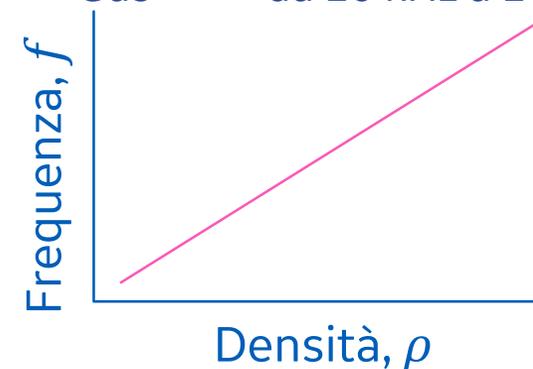
Materiali

Materiali diversi supportano frequenze diverse:

Solidi = da 1 MHz a 100 MHz

Liquidi = da .25 MHz a 5 MHz

Gas = da 20 kHz a 200 kHz



Trasduttore

Una sostanza o un dispositivo, come un cristallo piezoelettrico, un altoparlante o una cellula fotoelettrica che converte l'energia in ingresso in una forma diversa quando diventa energia in uscita.

Come funziona un trasduttore :

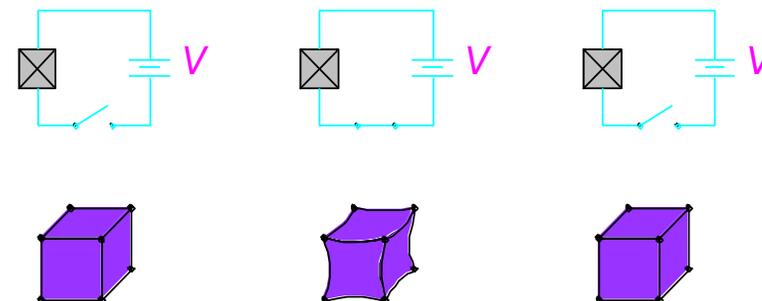
Alcuni corpi cristallini si deformano elasticamente se sottoposti all'azione di un campo elettrico, sono cioè in grado di trasformare energia elettrica in energia meccanica.

Quando l'energia elettrica viene fermata, il cristallo si rilassa e l'energia meccanica si converte in energia sonora

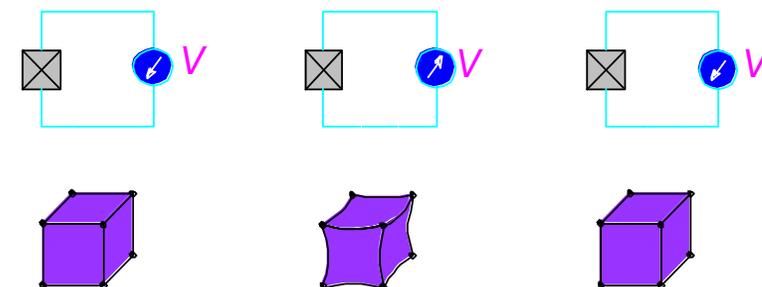
Questo è l'**Effetto Piezoelettrico**

Il trasduttore è **sia** un trasmettitore che un ricevitore (*un ricetrasmettitore, in realtà*) *Shocking Lighter*

TRASMISSIONE



RICEZIONE



Teoria di Funzionamento Tecnica Transit Time

◆ = Il trasduttore è sia
trasmettitore che **ricevitore**

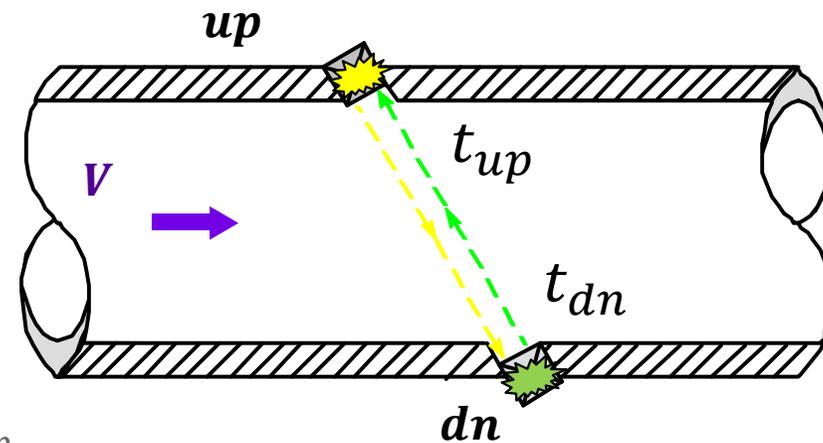
↔ = Impulso Ultrasonico

t = Tempo di Transito

- Direzione a monte (upstream), t_{up}
- Direzione a valle (downstream), t_{dn}

t_{up} = Ultrasuono *decelerato*
dal flusso

t_{dn} = Ultrasuono *accelerato*
dal flusso



$$t_{up} > t_{dn}$$

$$\Delta t = t_{up} - t_{dn}$$

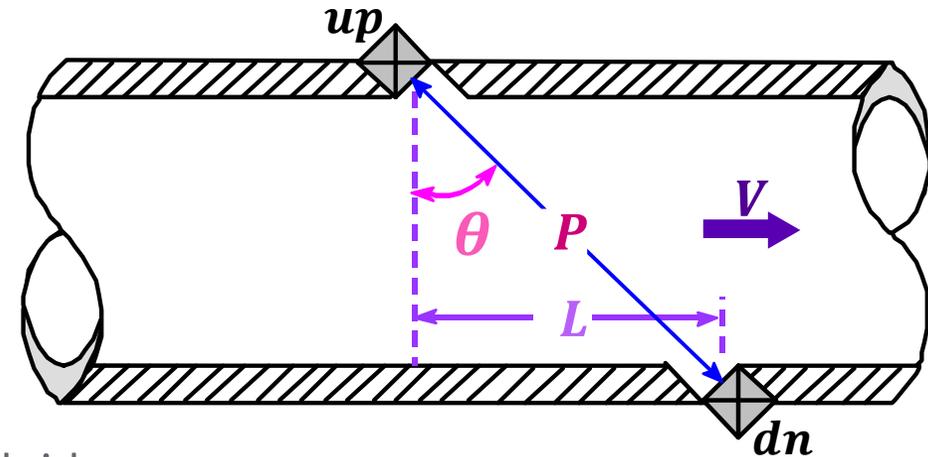
$$V = f(\Delta t)$$

$$Q = V * A$$

Teoria di Funzionamento Tecnica Transit Time

Variabili usate nel calcolo della velocità

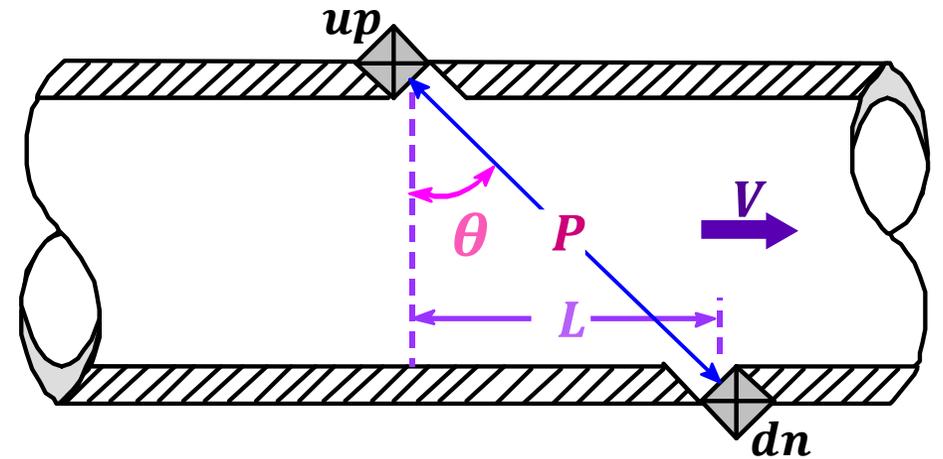
- V = Velocità del Fluido
- c = Velocità del Suono nel Fluido
- t_{up} = Tempo di Transitto in direzione Upstream
- t_{dn} = Tempo di Transitto in direzione Downstream
- Δt = Differenza Tempo di Transitto
- P = Percorso Acustico attraverso il Fluido
- L = Proiezione Assiale del Percorso attraverso il fluido
- θ = Angolo del Percorso



Teoria di Funzionamento Tecnica Transit Time

$$DISTANZA = VELOCITA' * TEMPO$$

$$TEMPO = \frac{DISTANZA}{VELOCITA'}$$



No Flusso

$$t_{up} = \frac{P}{c}$$

$$t_{dn} = \frac{P}{c}$$

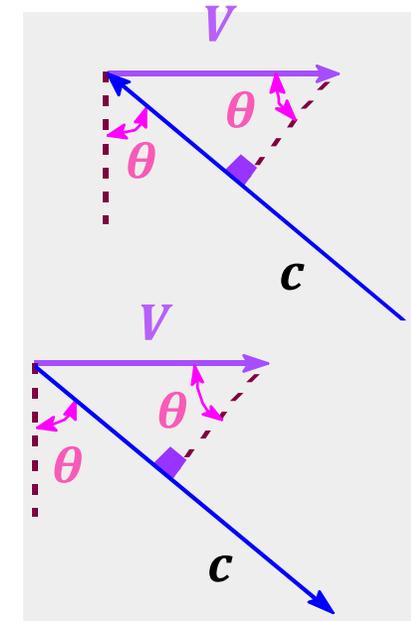
$$\Delta t = t_{up} - t_{dn} = 0$$

Flusso

$$t_{up} = \frac{P}{c - V \sin \theta}$$

$$t_{dn} = \frac{P}{c + V \sin \theta}$$

$$\Delta t = t_{up} - t_{dn}$$



Teoria di Funzionamento

Tecnica Transit Time

$$\frac{1}{t_{up}} = \frac{c - V \sin \theta}{P} \quad \text{and} \quad \frac{1}{t_{dn}} = \frac{c + V \sin \theta}{P}$$

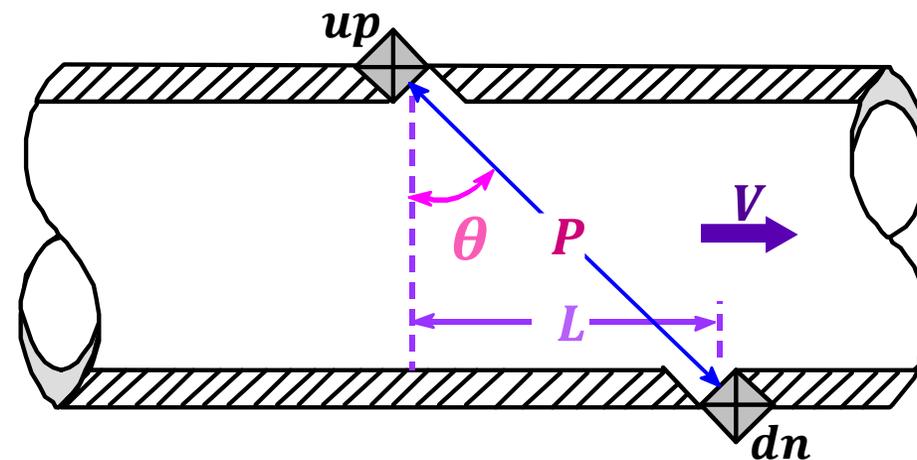
$$\frac{\Delta t}{t_{dn} - t_{up}} = \frac{1}{t_{dn}} - \frac{1}{t_{up}} = \frac{c + V \sin \theta}{P} - \frac{c - V \sin \theta}{P}$$

$$\frac{1}{t_{dn}} - \frac{1}{t_{up}} = \frac{2V \sin \theta}{P}$$

$$V = \frac{P}{2 \sin \theta} \left(\frac{1}{t_{dn}} - \frac{1}{t_{up}} \right)$$

Poichè $\sin \theta = \frac{L}{P}$

$$V = \frac{P^2}{2L} \left(\frac{1}{t_{dn}} - \frac{1}{t_{up}} \right)$$



Teoria di Funzionamento

Tecnica Transit Time

1. VELOCITA'

$$V = \frac{P^2}{2L} \left(\frac{1}{t_{dn}} - \frac{1}{t_{up}} \right)$$

3. VELOCITA' SUONO

$$t_{avg} = \frac{t_{dn} + t_{up}}{2}$$

$$c = \frac{P}{t_{avg}}$$

2. PORTATA VOLUMETRICA

$Q = \text{Velocità} * \text{Area Sezione Trasversale}$

$$Q = V * A$$

Regolamentazione Settore Raffineria (RSR)

63.670



CALENDARIO DI ATTUAZIONE

2015
DICEMBRE

Data
Pubblicazione

2019
GENNAIO

Data richiesta di
attuazione conformità

PANORAMICA SULLA REGOLAMENTAZIONE

- Include TUTTE le sorgenti di emissione, non solo nuove
- La fiamma deve controllare, mantenere e dimostrare un'efficienza di combustione del 96,5% o un'efficienza di distruzione del 98%
- Le fiamme devono mantenere un valore di riscaldamento netto della zona di combustione minima di 270 BTU / scf e riportare i valori ogni 15 minuti
- La torcia deve funzionare senza emissioni visibili, ad eccezione di intervalli che non superino un totale di 5 minuti su 2 ore consecutive
- La fiamma pilota della torcia deve essere mantenuta e le velocità non devono superare 400 ft / s
- Gli operatori devono misurare e controllare tutte le portate ausiliarie per assicurare che la zona di combustione rimanga al di sopra del valore minimo del potere calorifico netto



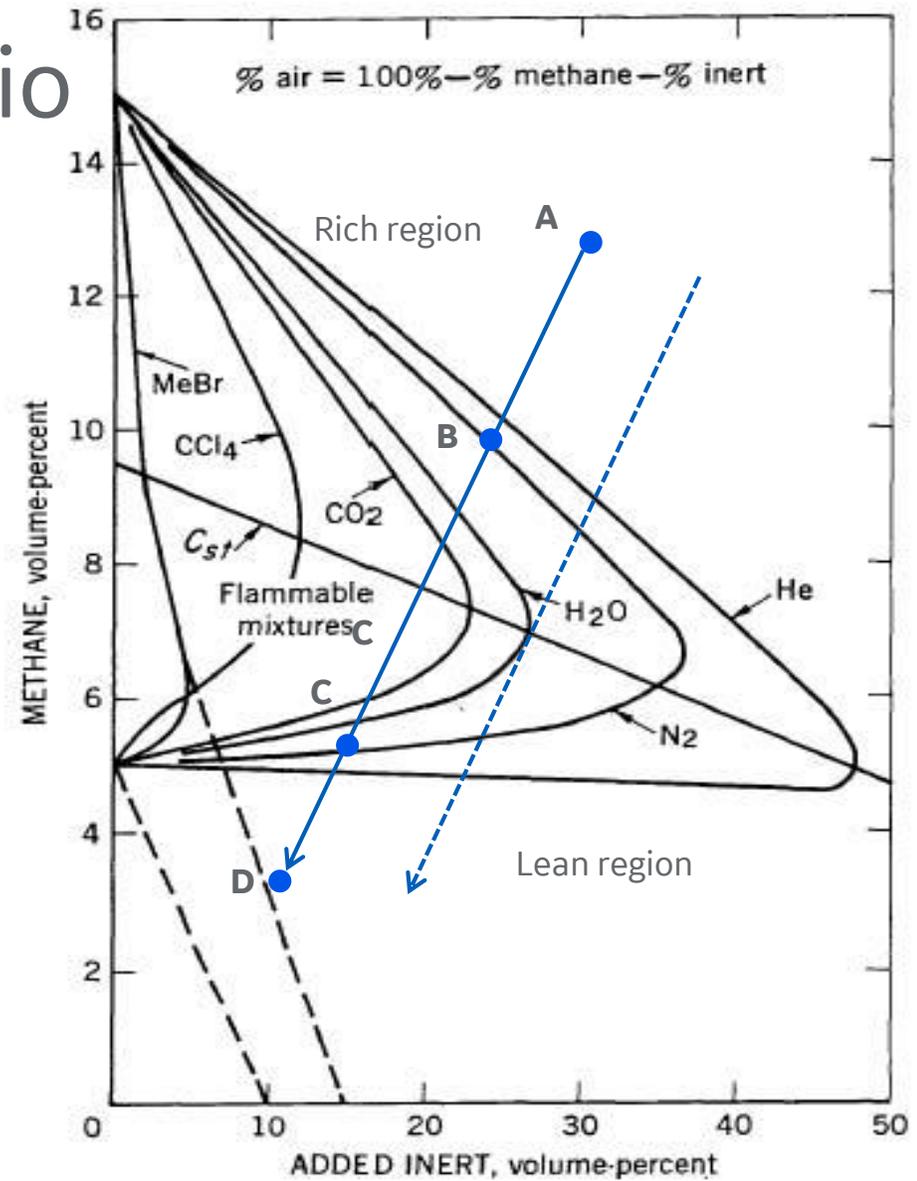
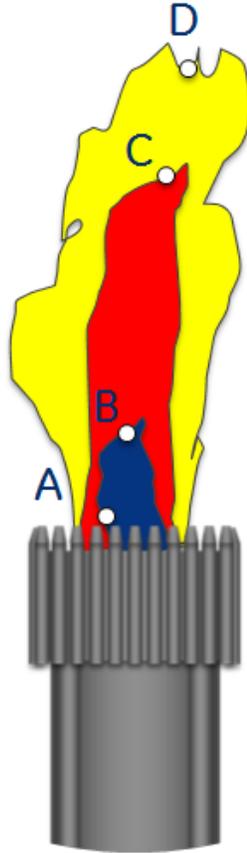
RSR (continua)

TABELLA 13 – REQUISITI CALIBRAZIONE E CONTROLLO QUALITA' PER CPMS

Parametri	Requisiti minimi di precisione
Temperatura	±1% del normale range di misura o 2.8 °C, il migliore
Velocità per tutte le portate di gas ad eccezione del flare vent gas	±5% del normale range di misura o 0.5 GPM, il migliore per portate liquide ±5% del normale range di misura o 10 CFM, il migliore per portate gas ±5% del normale range di misura per portate massiche
Velocità Flare vent gas	±20% della portata per velocità nel range da 0.1 a 1 ft/s ±5% della portata per velocità maggiori di 1 ft/s
Pressione	±5% del normale range operativo o 0.12 kilopascals, il migliore
Potere calorifico dal calorimetro	±2% dello span
Potere calorifico dal cromatografo	Come definito nella specifica di prestazione 9 di 40 CFR parte 60, appendice B
Analizzatore Idrogeno	±2% della concentrazione misurata o 0.1 per cento volume, il migliore

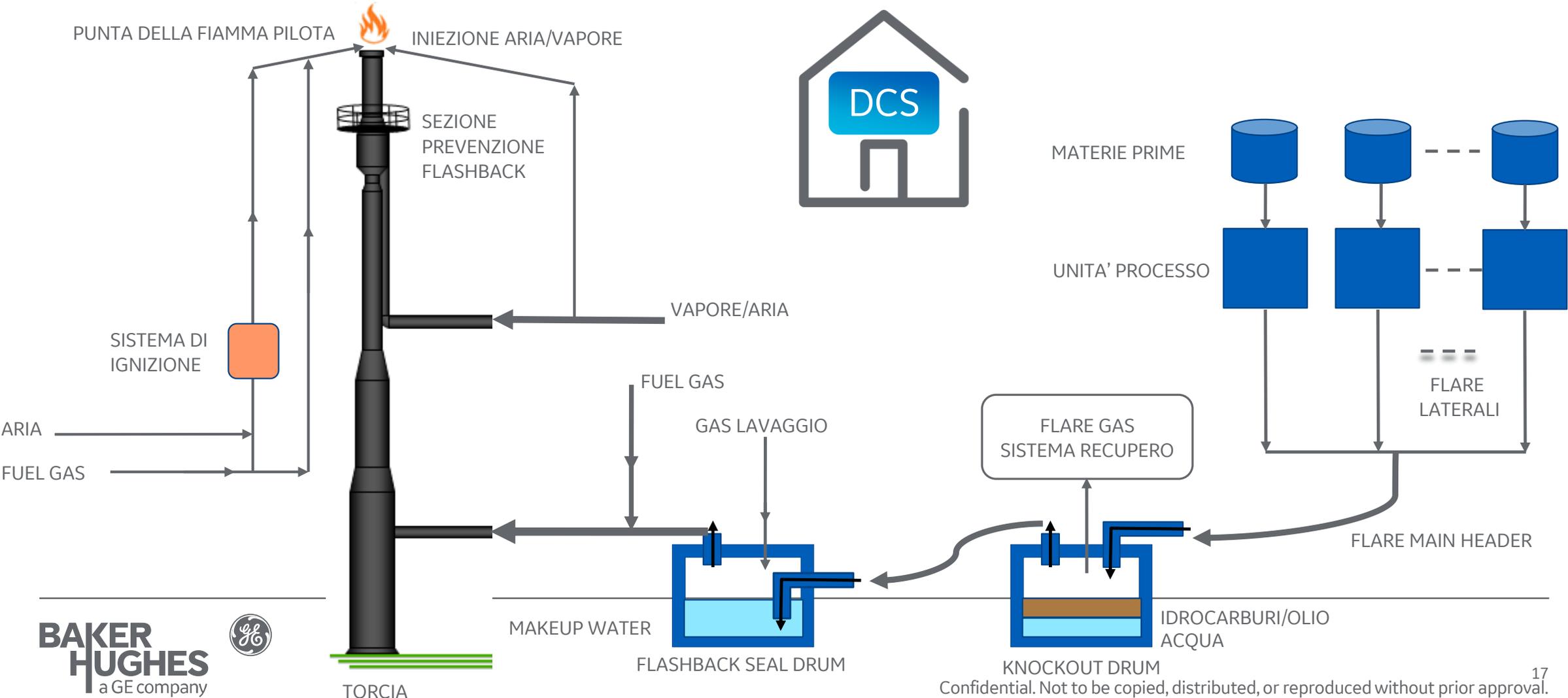
Controllo Torcia- Perché è necessario

- Al punto "A" appena dopo il flare tip, la combustione è ricca e l'ossigeno scarseggia
- Al punto "B", la torcia sta entrando nella zona di combustione poichè il gas si miscela con l'aria
- Al punto "C", la combustione è quasi completa mentre la fiamma avanza attraverso la zona di combustione
- Al punto "D" la combustione è completa perchè la miscela è troppo ricca di aria
- La linea tratteggiata rappresenta l'eccesso di vapore e la combustion potrebbe non verificarsi



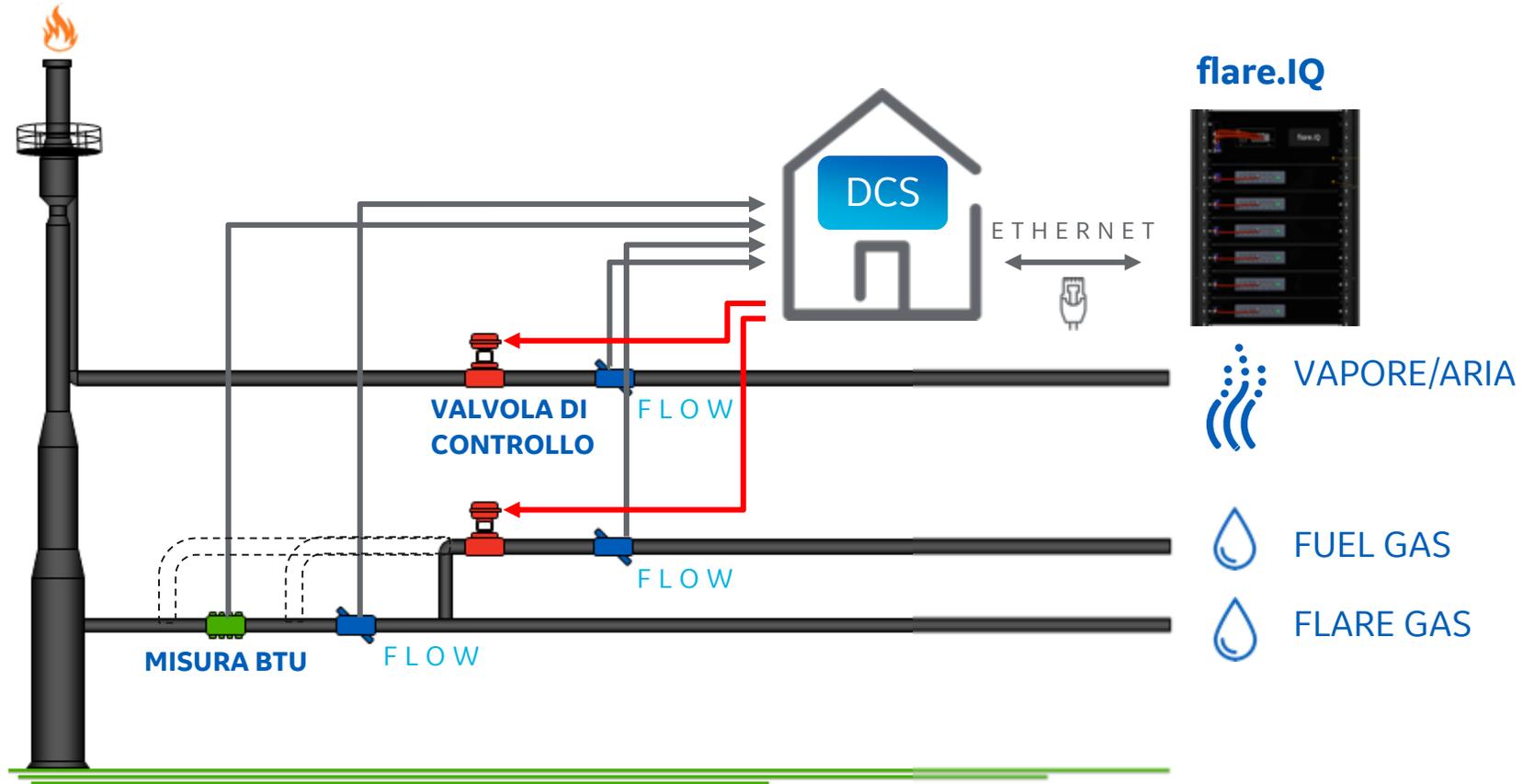
Una Visione Generale di un Tipico Sistema Flare

Refineria, Petrolchimico o Impianto Chimico

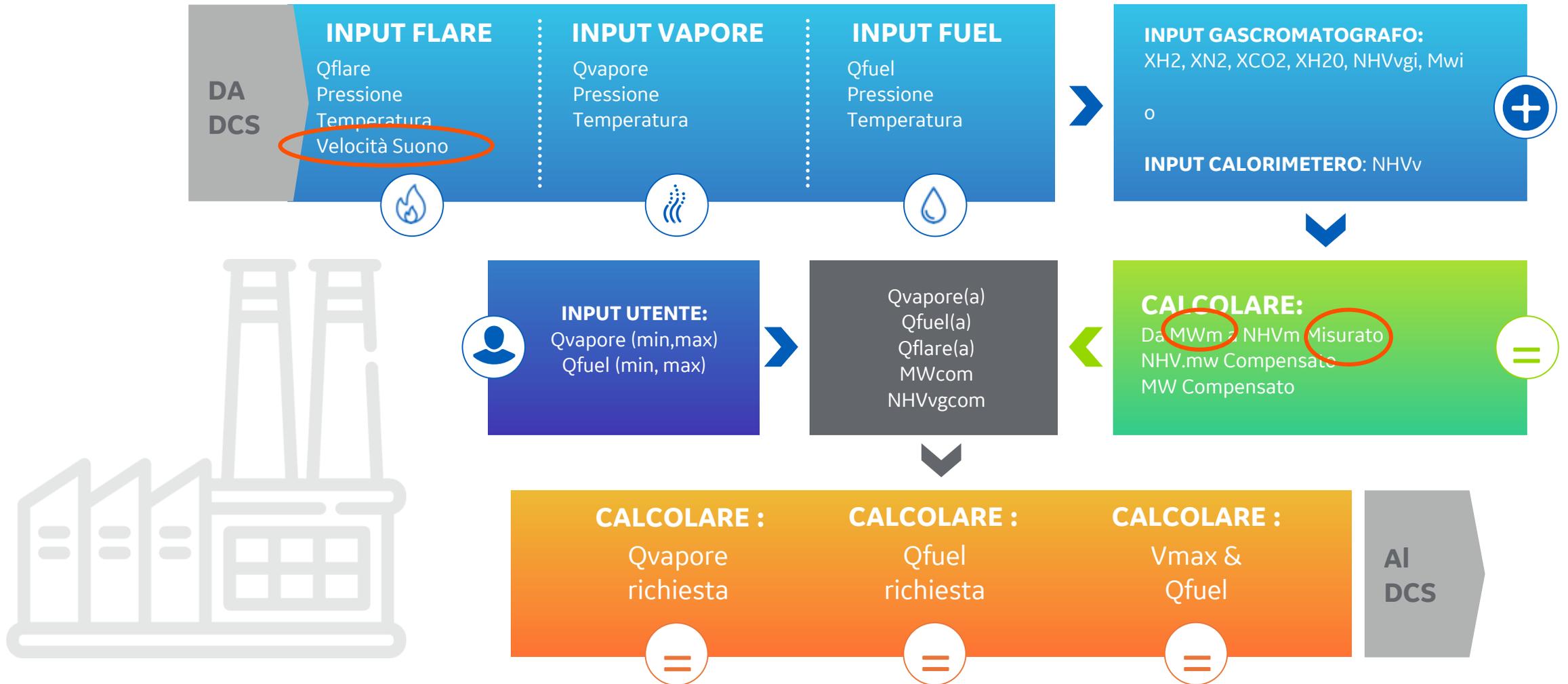


Soluzione GE RSR

Schema generico di controllo su Flare



Logica Flare.IQ - Panoramica



flare.IQ FAQ



Flare.IQ è basato sulla piattaforma HD/SW delle soluzioni di controllo NEXUS.

Sistema robusto con ampia base di installazione nel controllo della turbina



Flare.IQ è un sistema plug and play.

- Flare.IQ viene configurato con mappatura modbus
- Riduce il programma di implementazione eliminando costi e tempi associati al progetto di sviluppo interno
- Approccio sinergico alla distribuzione di soluzioni a livello aziendale per il controllo delle flare



Flare.IQ è uno strumento operativo per il miglioramento dell'efficienza.

Attraverso semplici aggiustamenti permette un notevole miglioramento dell'efficienza



Flare.IQ non è un controllore o un PLC.

- I loop di controllo PID per vapore e gas ausiliari rimangono nel DCS
- Supporta I tecnici nell'ottimizzazione del controllo di processo di un Sistema Flare
- Funziona come strumento avanzato per la gestione dei controlli
- Se necessari, BHGE può fornire programmi di controllo



Flare.IQ non è una black box.

- Al momento dell'installazione il cliente ha accesso agli algoritmi
- Flare.IQ è specifico per i clienti e configurabile

Flare Europea vs US

	GC	MS	Calorimetro	iQ
Investimenti	200.000	200.000	100.000	80.000
Costo di gestione annuale/ calibrazione/ consumabili	500.000	500.000	300.000	0-5.000 può essere combinato con la validazione della flare
Tempo di risposta	10-15min	1-2min	1 min	1-2 sec
Accuratezza NHV	1%	2%	2%	3-10%
Influenzato da	Contenuto d'acqua	Contenuto d'acqua		Gas non organici come N2 e CO2 che influiscono sull'accuratezza. Si possono apportare delle correzioni.

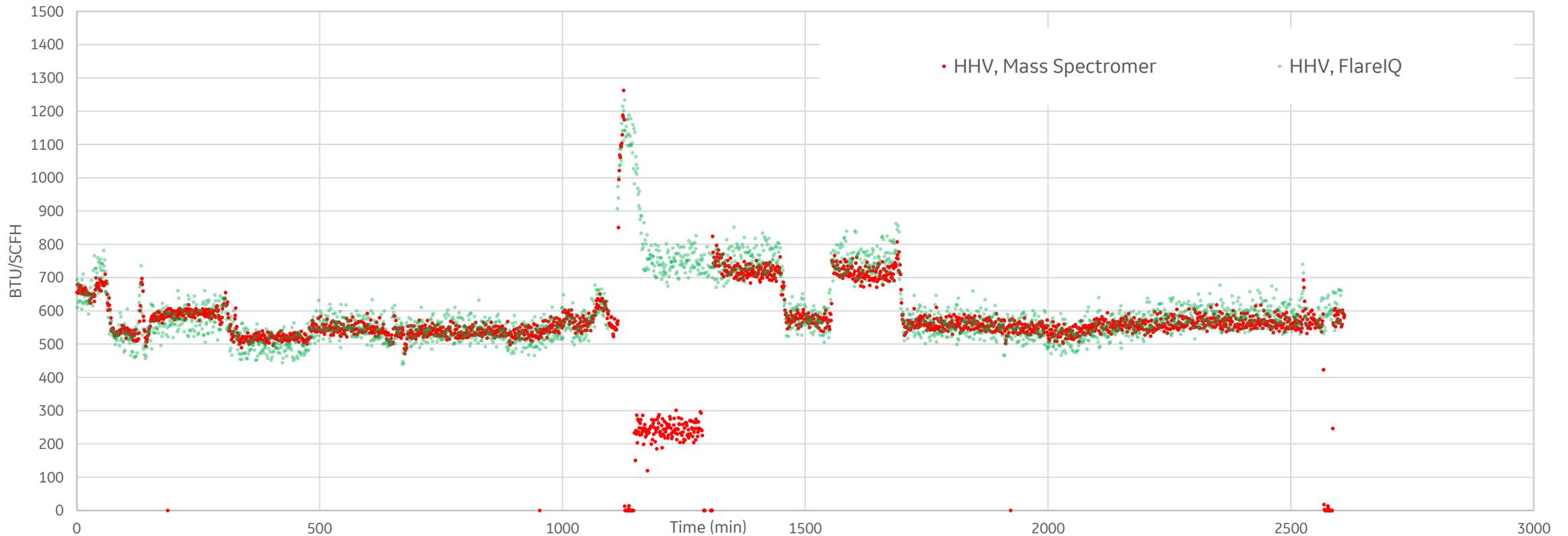
- In US GC, MS o Calorimetri sono mandatori
- iQ può farlo senza con un 10% di accuratezza. La regolazione nel tempo può ridurre questo valore fino al 5%. Con le informazioni sulla vita si può arrivare al 3%.

flare.IQ Test di Validazione in campo

ACCURATEZZA DIMOSTRATA :

3-5%

rispetto allo Spettometro di Massa

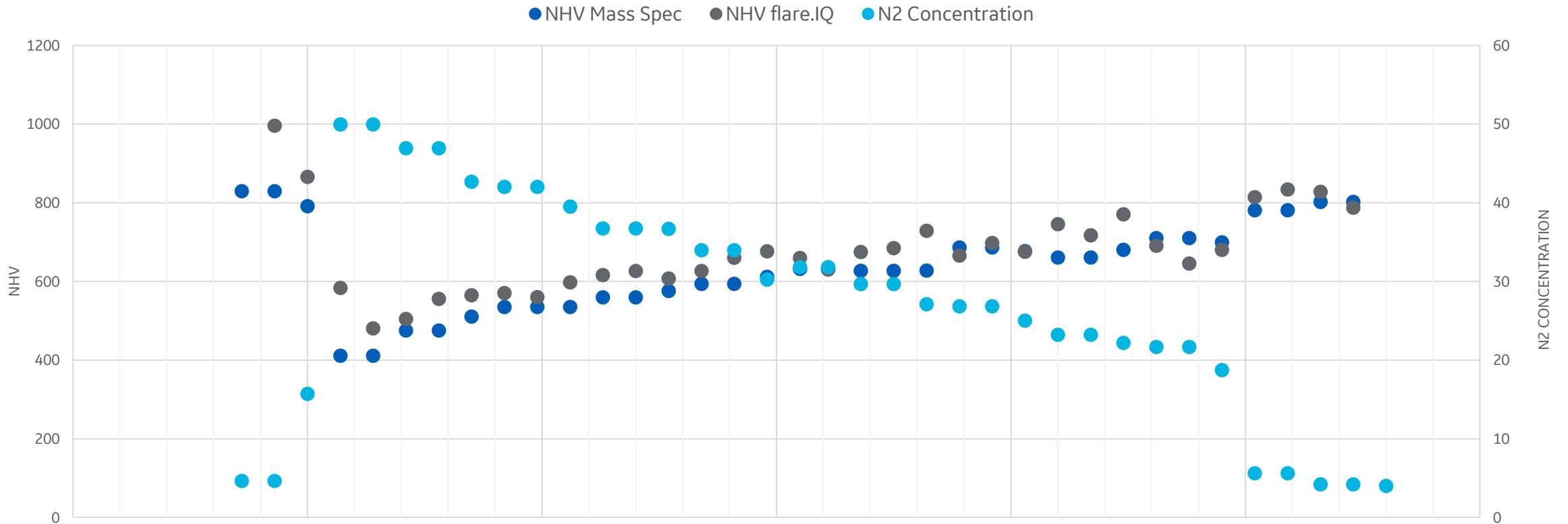


flare.IQ Prestazioni Purga Azoto

ACCURATEZZA DIMOSTRATA :

6%

rispetto allo Spettrometro di Massa

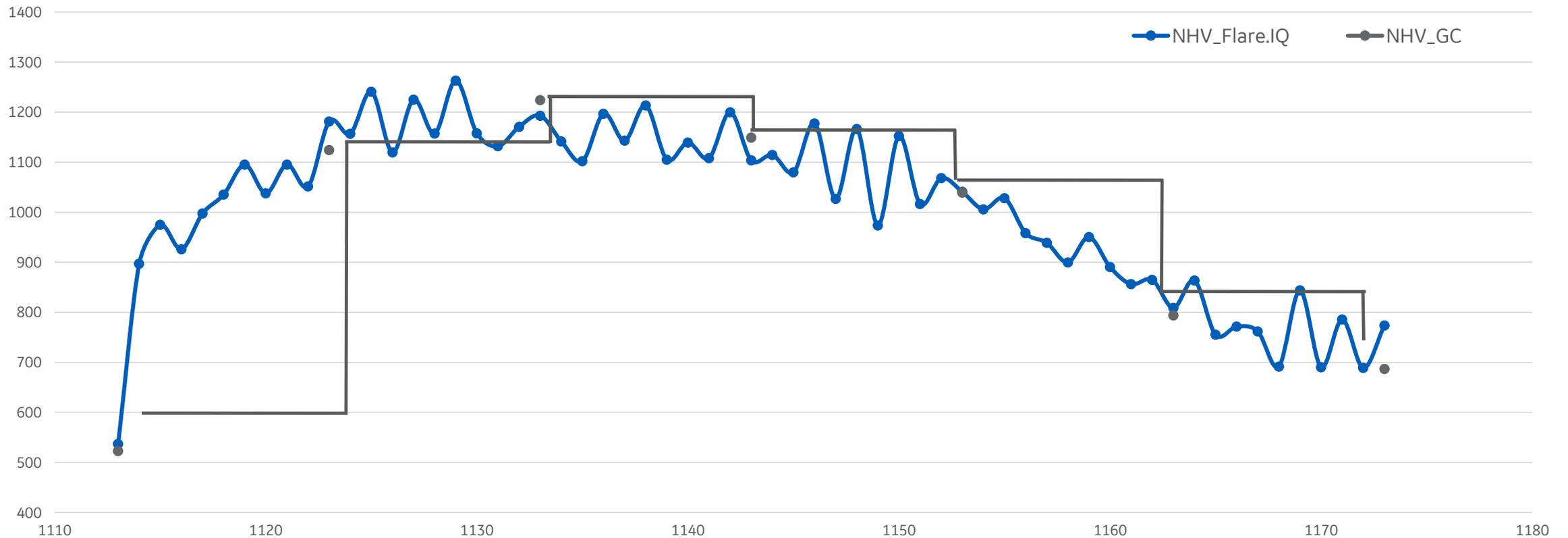


flare.IQ Test di Validazione in campo

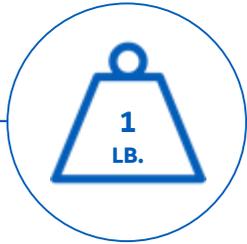
ACCURATEZZA DIMOSTRATA :

3-5%

Rispetto al GC con dati corretti nel tempo



flare.IQ Ottimizzazione del processo



Il tipico controllo sulla flare utilizza il rapporto tra vapore statico e vent gas. Il caso di seguito considera 1 lb vent gas : 1 lb vapore



flare.IQ utilizza la tecnologia brevettata *SmartSteam*, che alterna dinamicamente il rapporto basato sulla velocità del suono



Il caso di seguito mostra come risparmiare 131,000 lbs di vapore al giorno



Considerando come costo di generazione tipico \$6.50/1000 lb, ci sarebbe un risparmio di \$850/giorno

H2 %	N2%	NHVvg (BTU/SCF)	Qflare (MSCF/HR)	MW	Qsteam_flare.IQ (PPH)	Qsteam_typical (PPH)	Delta (PPH)
71%	1%	885	199	19.3	2436	5473	3037
87%	2%	607	294	7.5	1000	9531	8531
80%	1%	671	342	13.5	1320	11174	9854
85%	2%	508	246	7.8	1000	8041	7041
72%	1%	816	273	17.7	1854	10008	8154
87%	2%	478	272	8.4	1000	7444	6444
82%	3%	561	194	10.3	1000	4749	3749
74%	1%	795	266	15.3	1269	9326	8057
78%	2%	604	181	13.8	1000	7176	6176

Percorso per la conformità alla RSR



FASE I

RSR Valutazione
Conformità



FASE II

Installazione e start-up
delle attrezzature



FASE III

Installazione Flare.IQ e
supporto tecnico

RSR Valutazione Conformità

MAPPA DEL PROCESSO

Step 1



INDAGINE IN CAMPO:

I tecnici BHGE eseguono rilevazioni in campo

Step 2



RSR REPORT DI CONFORMITA':

I dati raccolti vengono inviati a Boston per la stesura del Report di Conformità RSR

Step 3



PRESENTAZIONE REPORT:

BHGE incontra il cliente per mostrare i risultati

Valutazione Flare vs. Valutazione Conformità RSR

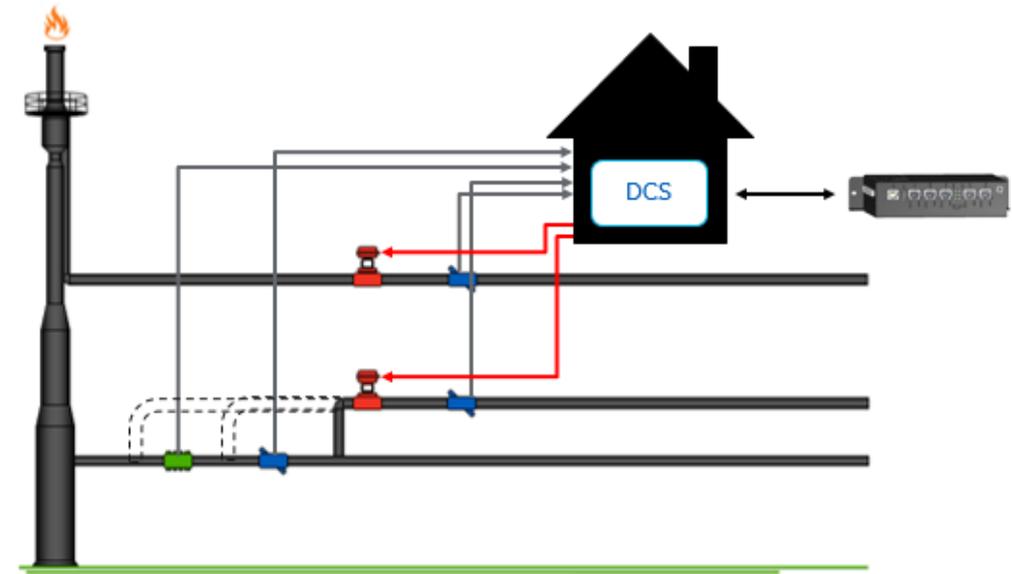
DIFFERENZE NELLO SCOPO

Valutazione Flare



Dichiarazione accuratezza del misuratore
GF868

Valutazione di Conformità RSR



Analisi dell'intero Sistema flare

Fase II

INSTALLAZIONE E START-UP DELLE ATTREZZATURE

Per la conformità dovrebbero essere installati almeno i seguenti strumenti:

- Misuratore di portata vapore
- Misuratore di portata Make-up/fuel gas
- Misuratore di portata aria
- Misuratore di portata Flare
- Valvole di controllo
- Ogni altro strumento appena identificato

Opzioni aggiuntive :

- Estensione di garanzia
- Ricambi
- Corsi di addestramento
- Contratti di assistenza tecnica

Misuratore di portata per flare GF868



Valvole di controllo Masoneilan



Misuratore di portata per flare Z1G/GM868



Misuratore di portata per vapore GS868



Fase III

FLARE IQ Installazione e supporto tecnico

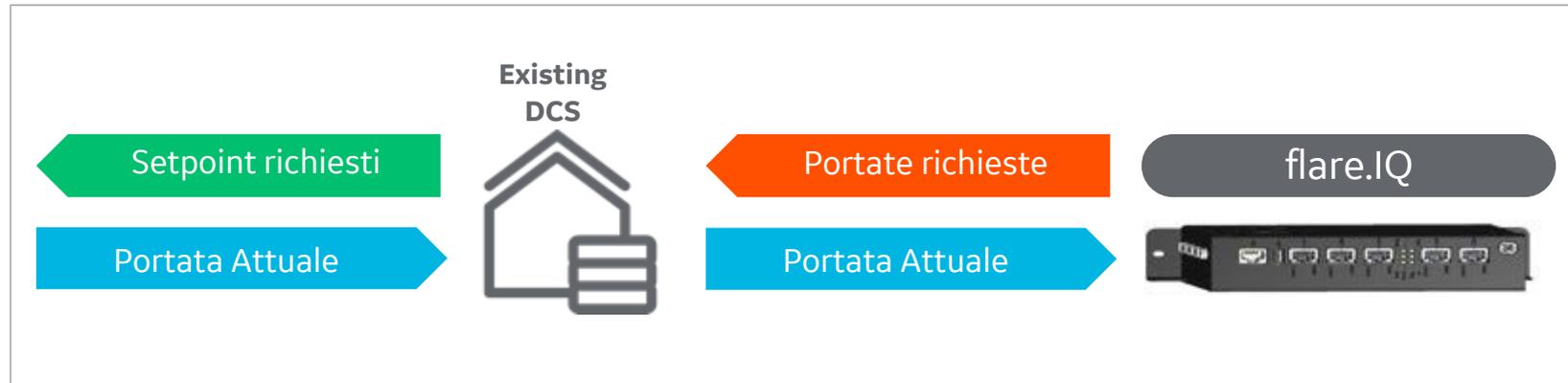
Integrazione di tutti i componenti necessari (fluidi, termici e meccanici) richiesti per una soluzione di controllo automatizzata della combustione nella flare.

Il prodotto include:

- Flare IQ è un controllore pre-programmato progettato esclusivamente per essere conformi alla EPA RSR 63.670
- Flare IQ includes tutti i calcoli e le portate richiesti per la conformità alla RSR 63.670
- Flare IQ “impara” come funziona la flare e regola la portata di vapore nel tempo

L'assistenza in Fase III include :

- Start up e commissioning in sito
- Contratto di assistenza tecnica per le attività BHGE
- Supporto alla programmazione remota introduttiva



BAKER
HUGHES
a GE company



Back Up

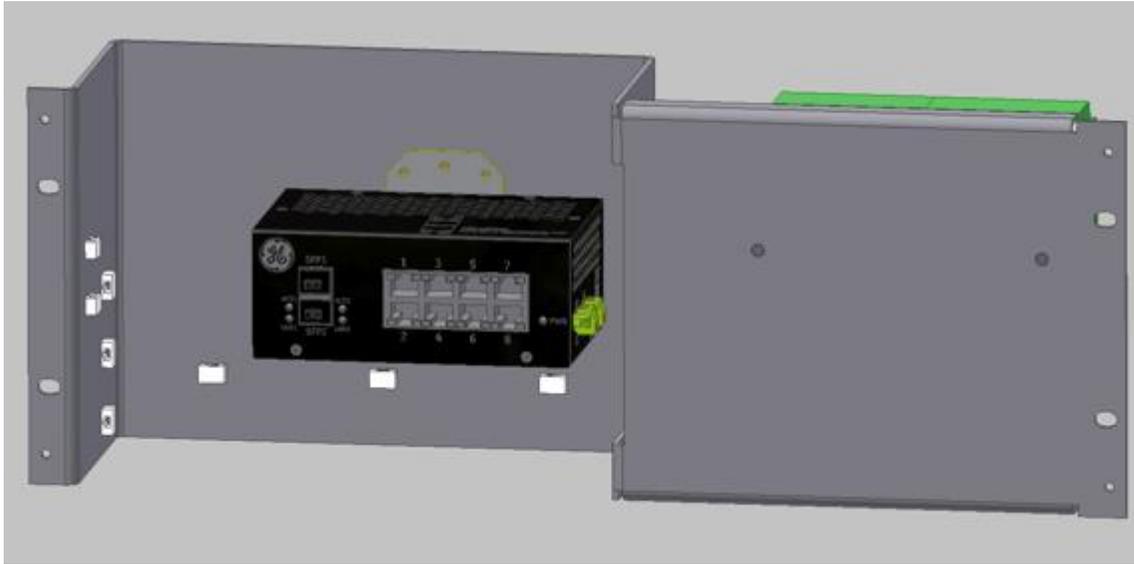
Configurazione Hardware



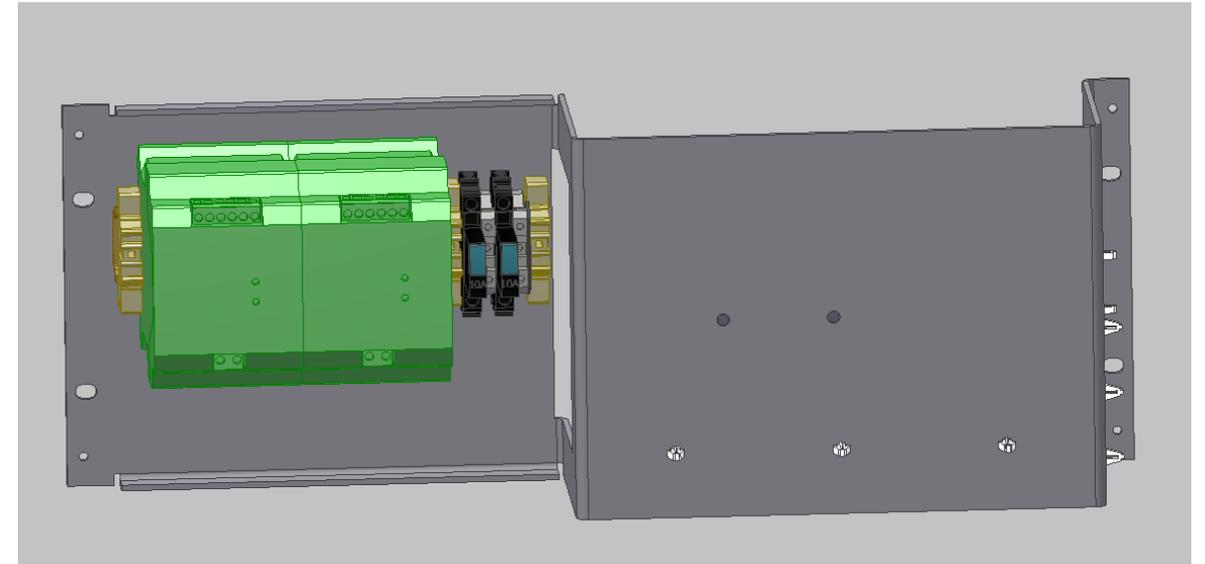
4U high power distribution and network module. One power distribution and network module can support up to six MPU50 DPU modules.

2U high MPU50 DPU module.

Modulo Alimentazione & Rete

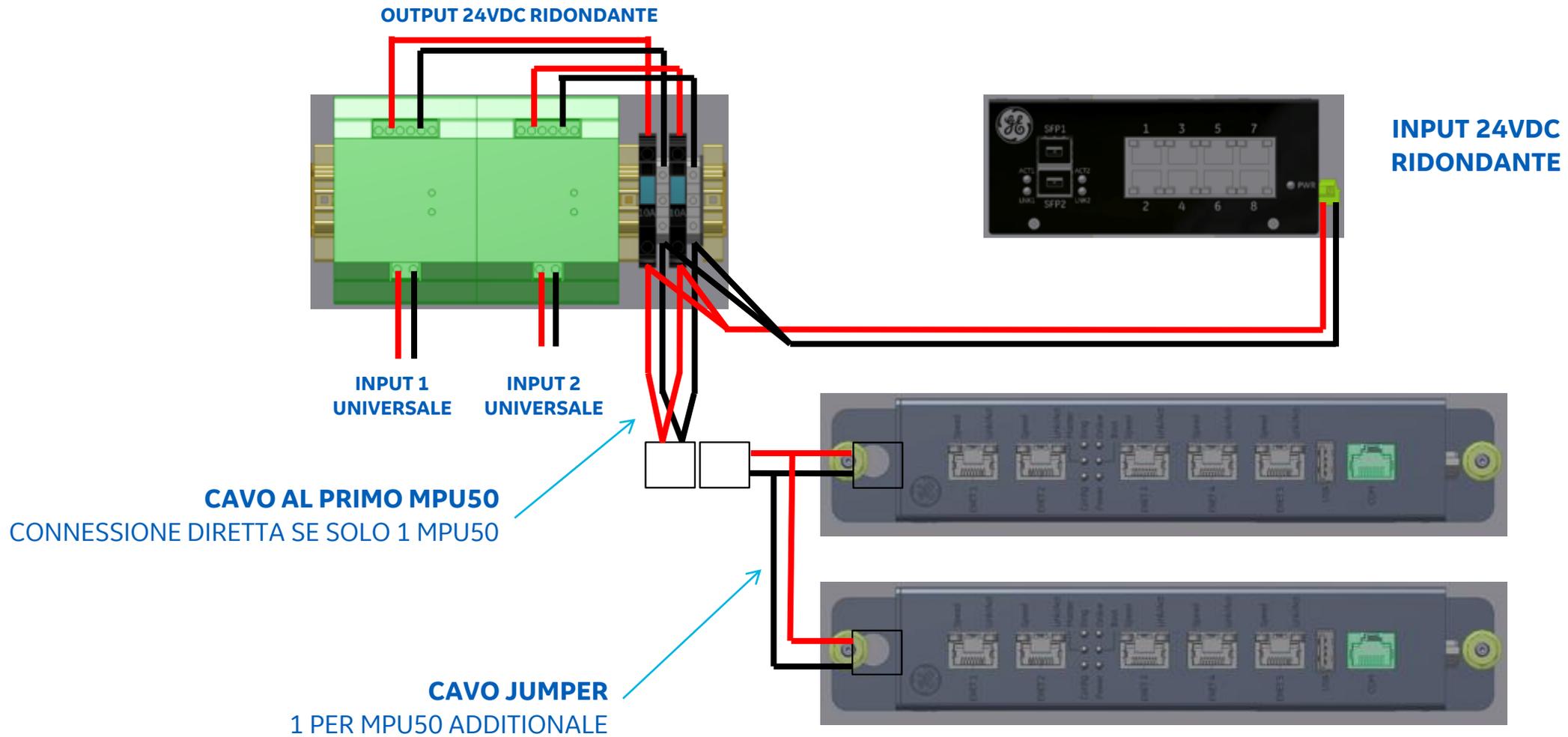


**INTERRUTTORE FRONTALE
ETHERNET A 8 PORTE**



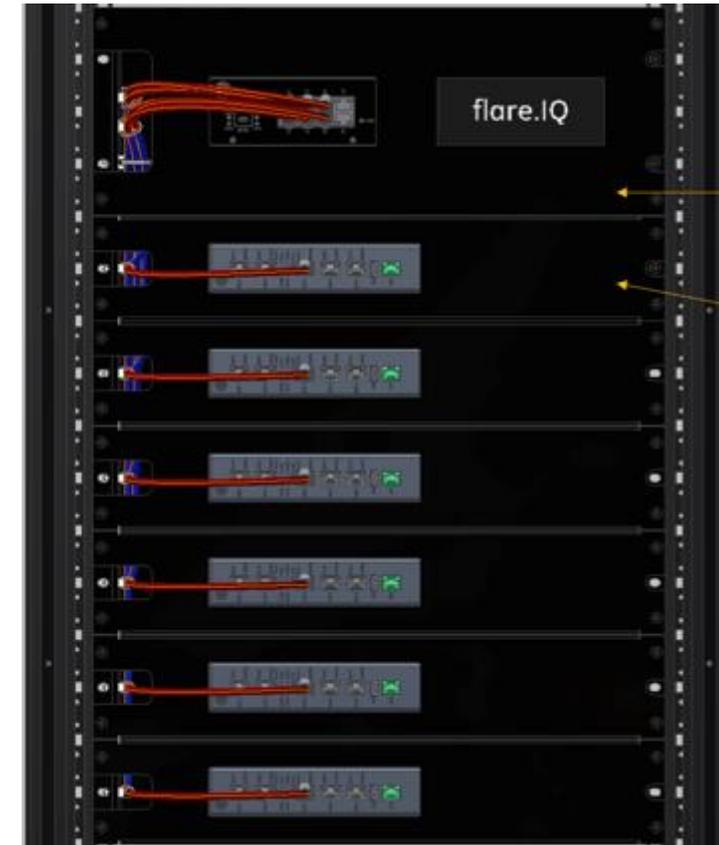
**FRONTALE POSTERIORE, RIDONDANTE 5A
24VDC, INGRESSO UNIVERSALE,
ALIMENTATORI.
MINI CIRCUIT BREAKER + TB DISTRIBUTION**

Power Distribution



Specifiche del Controller

- Ingresso 24VDC ridondante
- Processore incorporato Intel® 1.66 GHz 64-bit
- DDR2 667/800 MHz, 1GB memory; 2GB flash memory
- 1Gbps connessione UDH ridondante (Ethernet)
- 1Gbps connessione IOnet ridondante (Ethernet)
- 4 coppie di link seriali intelligenti e ridondanti (1Mbps), Max. 12 Nexus IO moduli per ciascun link ridondante
- 1Gbps tracking port dedicate per il tracking master/slave
- Capacità di connessione del modulo I/O: Max. 48 pcs modulo Nexus IO
- QNX® Sistema operativo real-time
- Fast control loop, 40ms punta massima
- Display Diagnostica LED
- Porta USB/COM per setup del controller
- Sincronizzazione tempo NTP, $\pm 1\text{ms}$, accuratezza SOE 1ms
- Temperatura operativa: 0~60°C



Sfide per il Controllo delle Flare

Schema di controllo multivariabile



Il corretto funzionamento della torcia richiede un'accurato apporto di vapore e gas ausiliari in modo da mantenere una combustione efficiente e un'operatività senza fumo



Le variabili sono interdipendenti

Controllo del vapore automatizzato



Mantiene automaticamente le operazioni senza fumi mentre bilancia $NHV_{cz} > 270 \text{ BTU/scf}$



Evita il controllo manuale dell'operatore in caso di eccesso vapore



Richiede indicatore principale con feedback real-time

Limitazioni della tecnologia



Assenza di misura associata al GasCromatografo (la latenza tipica per questa tecnologia è 5-8 minuti)



Nessun metodo pratico per il monitoraggio dell' NHV_{cz} – richiede feedback di risposta veloce NHV_{vg} , Q_{vapore} , Q_{fuel} , e Q_{flare}

Controllo Fuel

DOMANDA FUEL
da NHV_{cz}



Calcolo NHV nella zona di Combustione

$$NHV_{cz} = \frac{Q_{vg} \times NHV_{vg}}{Q_{vg} + Q_s + Q_{ap}}$$

DOMANDA FUEL
da NHV_{dil}



NHV Diluizione nella Zona di Combustione

$$NHV_{dil} = \frac{Q_{vg} \times Dia \times NHV_{vg}}{Q_{vg} + Q_s + Q_{ap}}$$

DOMANDA FUEL
da V_{max}

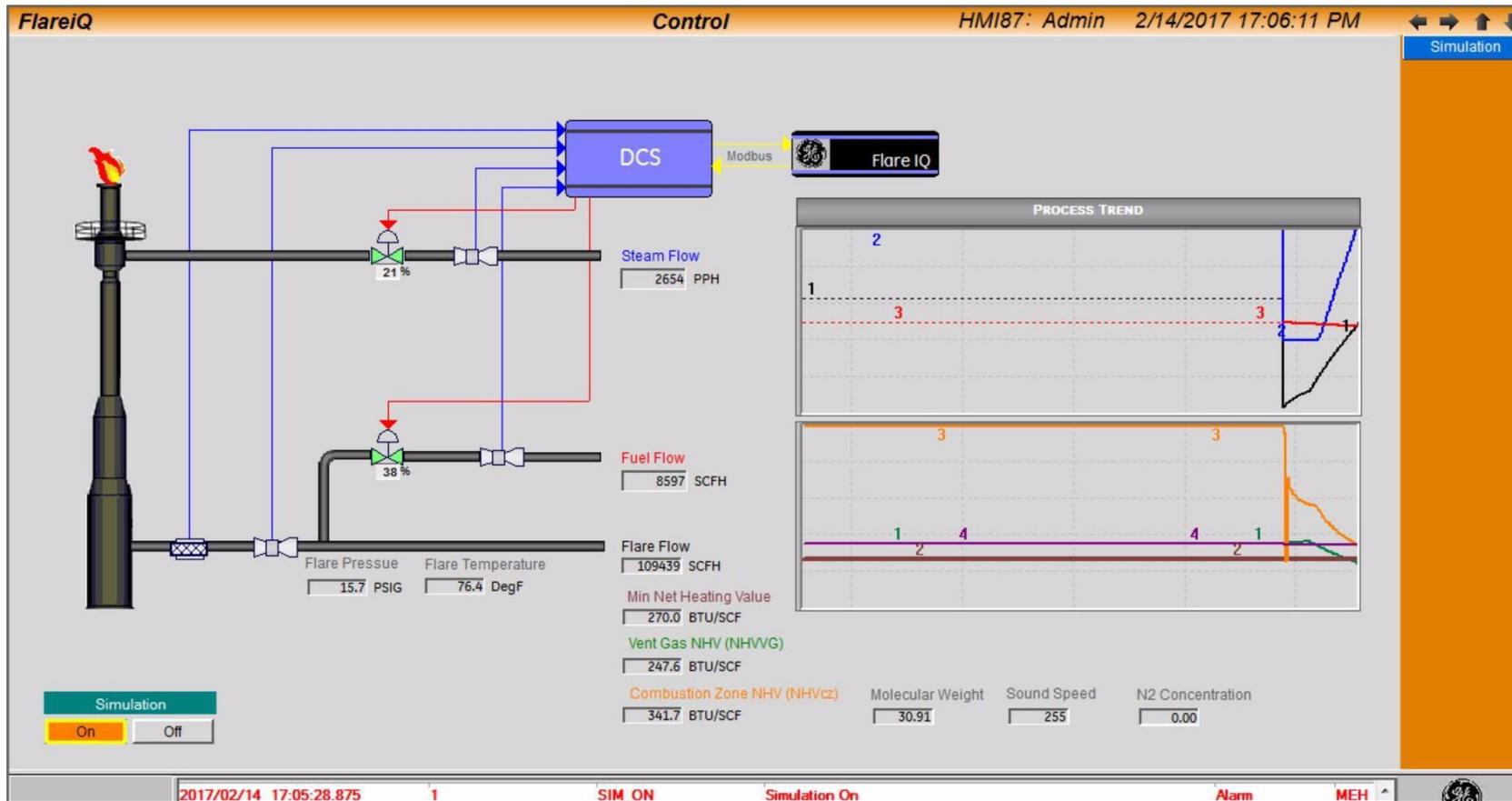


Calcolo Velocità all'uscita della Flare

$$\begin{aligned} \text{Log}(V_{max}) &= \frac{NHV + 1212}{850} \\ V_{tip} &= \frac{Q_{cum}}{\text{Area} \times 900} \end{aligned}$$

$$Q_{fuel} = \text{Max}\{ \underline{Q_{fuel-NHV_{cz}}}, \underline{Q_{fuel-V_{max}}}, \underline{Q_{fuel-NHV_{dil}}} \}$$

Controllo complessivo della flare



VAPORE

FUEL

FLARE

NHV CZ

NHV FLARE

GC REPORT