

## Comunicato stampa Sensor Instruments

Ottobre 2021

### Controllo del getto nebulizzato in luce trasmessa

21.10.2021. Sensor Instruments GmbH:

Quando si progettano i sistemi di spruzzatura, è importante assicurarsi che la tecnologia del sensore sia adatta alla geometria del cono di nebulizzazione e alla quantità erogata della rispettiva applicazione. Inoltre, la geometria del cono di nebulizzazione e la quantità erogata dipendono dalla sostanza utilizzata (primer, adesivo, solvente, acqua, alcool, vernice, ecc.) così come dall'apertura dell'ugello nebulizzatore, dalla sovrappressione e dal dosaggio della quantità erogata. In particolare quando si usano sostanze dure e adesive (colla) come agente di nebulizzazione, può capitare che una parte dell'apertura dell'ugello nebulizzatori si incollì, il che porta a un cambiamento sia della quantità erogata che della geometria di nebulizzazione. Il getto nebulizzato può quindi essere cambiato sia nella direzione che nell'angolo di apertura.

Quando si progetta il sistema di controllo del getto nebulizzato, è importante porsi alcune domande chiave:

1. La valutazione qualitativa del processo di nebulizzazione (sì/no o il processo di nebulizzazione è ok/non è ok) è sufficiente o è necessaria anche un'analisi più dettagliata (geometria del getto nebulizzato, quantità erogata)?
2. Quale sostanza (primer, adesivo, solvente, acqua, alcool, vernice, ecc.) viene spruzzata e come viene scansionata in modo ottimale la sostanza (interazione con la scansione ottica: dimensione e distribuzione delle gocce)?
3. Quali variabili influenti determinano/disturbano la qualità del getto nebulizzato nel processo? Quali sono le condizioni generali per la scansione ottica del processo di spruzzatura?

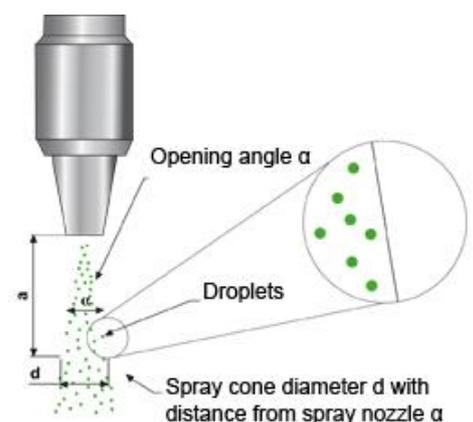
Lo scopo del controllo del getto nebulizzato in linea è il controllo automatico della qualità del processo di nebulizzazione durante il processo di produzione.

#### Principio di misura:

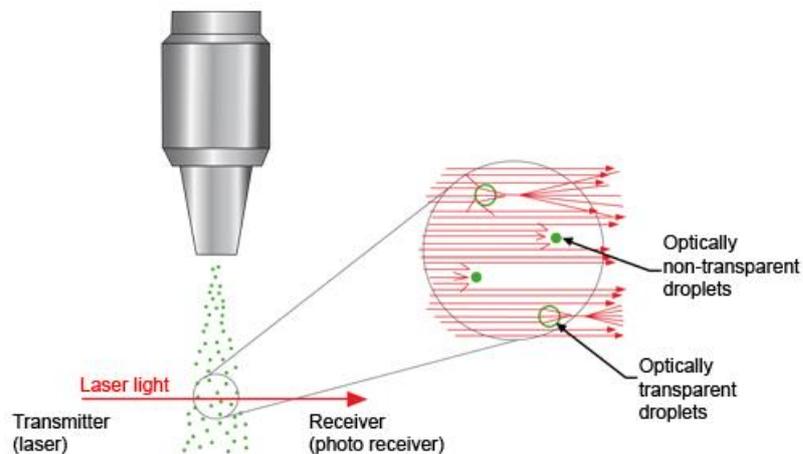
#### **Cos'è in realtà un getto nebulizzato?**

Un getto nebulizzato è di solito una "struttura sciolta" di piccole gocce, che si creano come risultato dell'atomizzazione del liquido di nebulizzazione sull'uscita dell'ugello, o dal vortice nell'ugello. La dimensione delle gocce è compresa tra qualche micrometro e qualche centinaio di micrometri e dipende principalmente dalla sostanza nebulizzata impiegata. Queste gocce lasciano l'apertura dell'ugello nebulizzatore a una certa velocità e sono poi rallentate a causa dell'attrito dell'aria.

Il getto nebulizzato è determinato dall'angolo di apertura del cono di nebulizzazione e dalla quantità erogata (gocce/unità di tempo o portata del liquido di nebulizzazione).

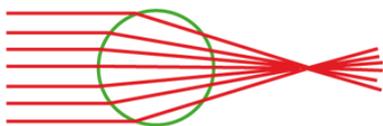


## Come viene rilevato il getto nebulizzato?

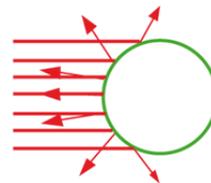


Per poter esprimersi in merito alla quantità erogata, attraverso il cono di nebulizzazione viene posto un raggio luminoso, ad esempio con una barriera fotoelettrica a luce trasmessa laser. Dopo l'uscita, l'intensità del fascio luminoso è misurata al ricevitore. Nel suo percorso attraverso il cono di nebulizzazione, una parte del raggio laser viene deviata dalle singole gocce del getto nebulizzato e non raggiunge il ricevitore.

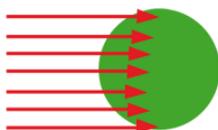
La deflessione è causata dalla riflessione sulla superficie delle gocce o dalla focalizzazione del raggio laser, perché le gocce, se sono otticamente trasparenti, funzionano come microlenti. Tuttavia, una parte della luce viene anche assorbita dalle goccioline o non raggiunge il ricevitore a causa della diffrazione sulla superficie.



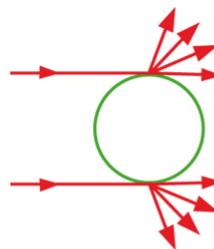
1) Messa a fuoco della radiazione laser



2) Riflessione della radiazione laser



3) Assorbimento della radiazione laser



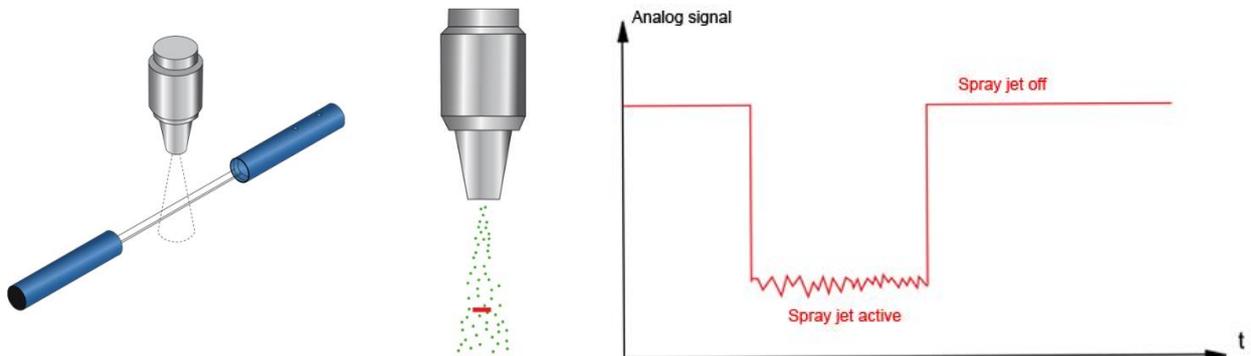
4) Diffrazione della radiazione laser

## Metodi di controllo del getto nebulizzato in luce trasmessa:

### 1. Il metodo a fascio singolo a luce trasmessa

→ Sensori D-LAS2, SPECTRO-1-CONLAS o A-LAS

A questo scopo, un raggio luminoso laser, preferibilmente con un'apertura a fessura, viene puntato centralmente nel getto nebulizzato.



La diminuzione del segnale rispetto all'assenza del getto nebulizzato serve come misura della quantità erogata. Questo metodo viene utilizzato principalmente quando occorre solo fare un'affermazione sulla quantità erogata oppure sulla presenza o meno di un getto nebulizzato!

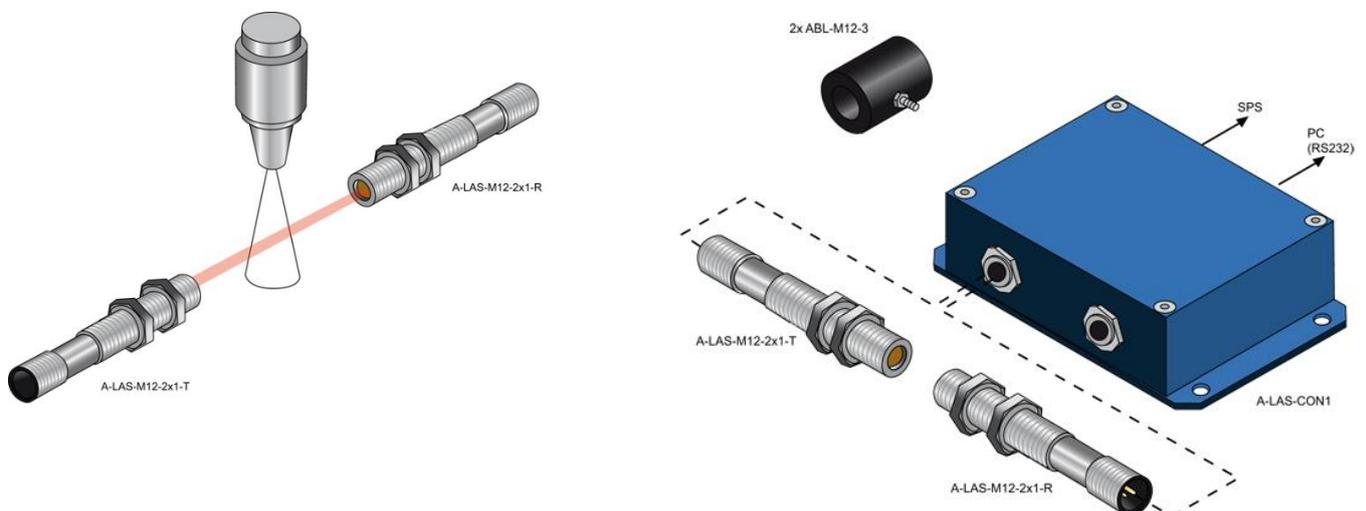
Il funzionamento di un sistema A-LAS-CON1 per il [controllo del getto nebulizzato](#) e il [controllo del microdosaggio](#) sono spiegati più in dettaglio in due [video formativi](#). Cliccando sul rispettivo link, sarete reindirizzati al video corrispondente sul nostro canale YouTube.

### Esempio: Sistemi a barriera fotoelettrica unidirezionale con controller: Serie sensori: Serie A-LAS

Tipo di sensore: A-LAS-M12-2x1-T (trasmettitore) + A-LAS-M12-2x1-R (ricevitore) + A-LAS-CON1 (controller)

Con l'aiuto del controller, incluso il software A-LAS-CON1-Scope, il sistema può essere calibrato prima dell'effettivo processo di spruzzatura.

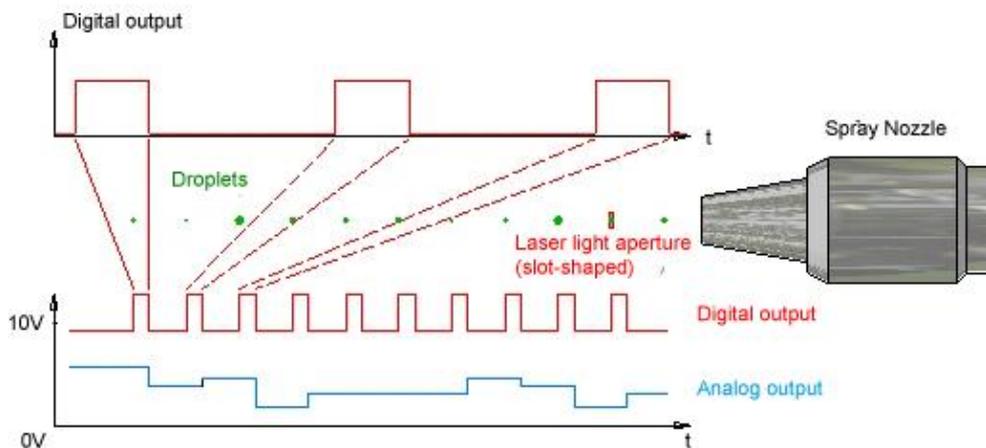
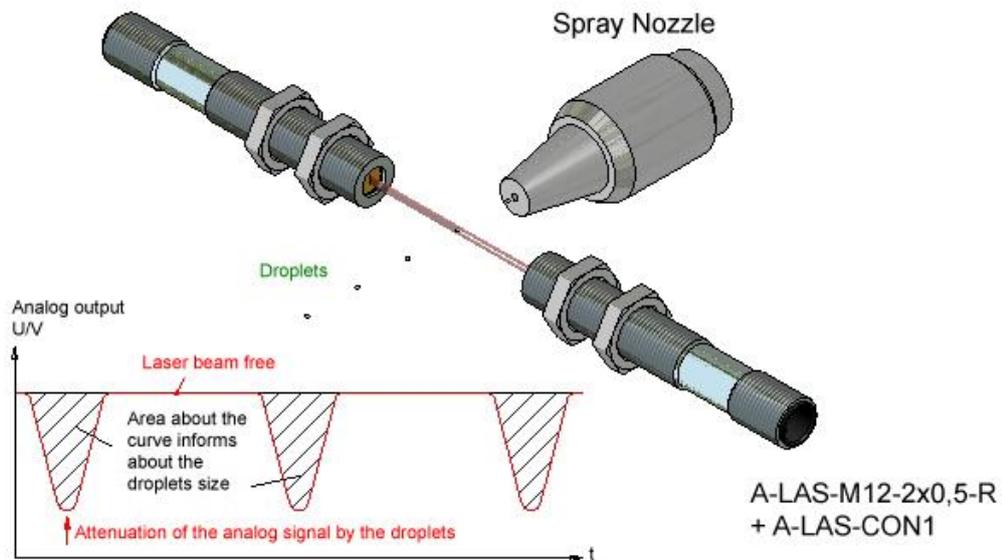
Questo rende possibile rilevare anche le più piccole quantità erogate, poiché qualsiasi contaminazione può essere compensata dalla calibrazione (al 100%) e la soglia di rilevamento può quindi essere vicina al valore del 100% (ad esempio 99,7%). L'unità di controllo fornisce sia un segnale analogico che un segnale digitale in uscita che informa della caduta al di sotto della soglia di rilevamento.



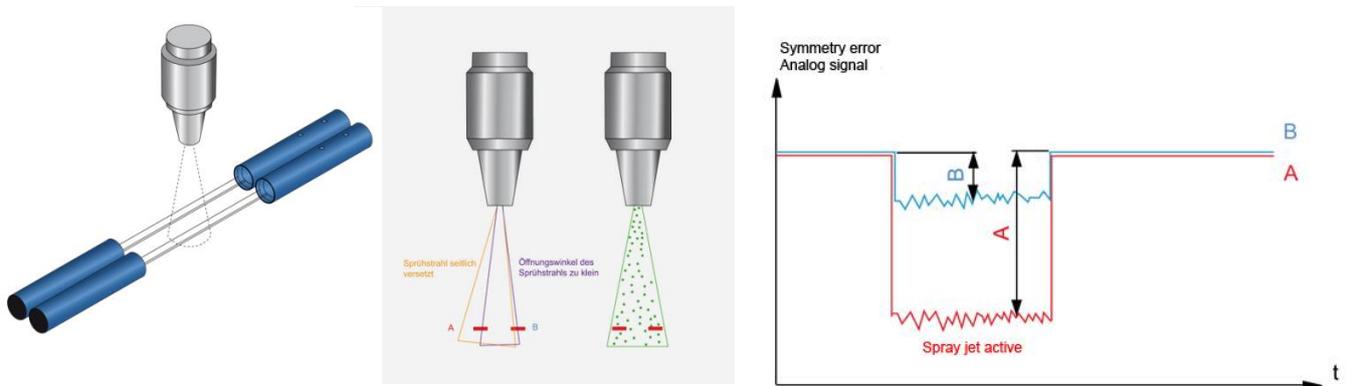
Se il sensore è abbastanza veloce, è possibile rilevare brevi interruzioni causate da bolle d'aria. Nel controllo dei microdosaggi, dove si devono caratterizzare le singole gocce, è possibile anche analizzare la dimensione delle gocce.

La soluzione ideale per il controllo del microdosaggio è un sensore della serie A-LAS con un'apertura adattata alle dimensioni della goccia in combinazione con l'unità di controllo A-LAS-CON1, poiché questo sistema di sensori ha un'elevata frequenza di scansione e di commutazione. Sull'uscita analogica, la dimensione della goccia viene bufferizzata fino all'arrivo della goccia successiva.

A-LAS-M12-2x0,5-T



**2. Il metodo a doppio fascio di luce trasmessa**  
**→ sensori A-LAS-CON1 o sensori SI-JET**



La simmetria del fascio è valutata come segue, o la quantità erogata è calcolata come segue:

$$\text{NORM} = \frac{A}{A+B} * 4096 = \text{SIMMETRIA}$$

$$\text{INT} = \frac{A+B}{2} * 4096 = \text{QUANTITÀ EROGATA}$$

Oltre al controllo della quantità erogata, questo metodo è inoltre in un certo qual modo adatto al controllo della simmetria. Ciò significa che è possibile rilevare già qui la deriva laterale del cono di nebulizzazione. Il sistema a doppio fascio è utilizzato principalmente quando è necessario un controllo semplice, ma economico, della simmetria del cono di nebulizzazione.

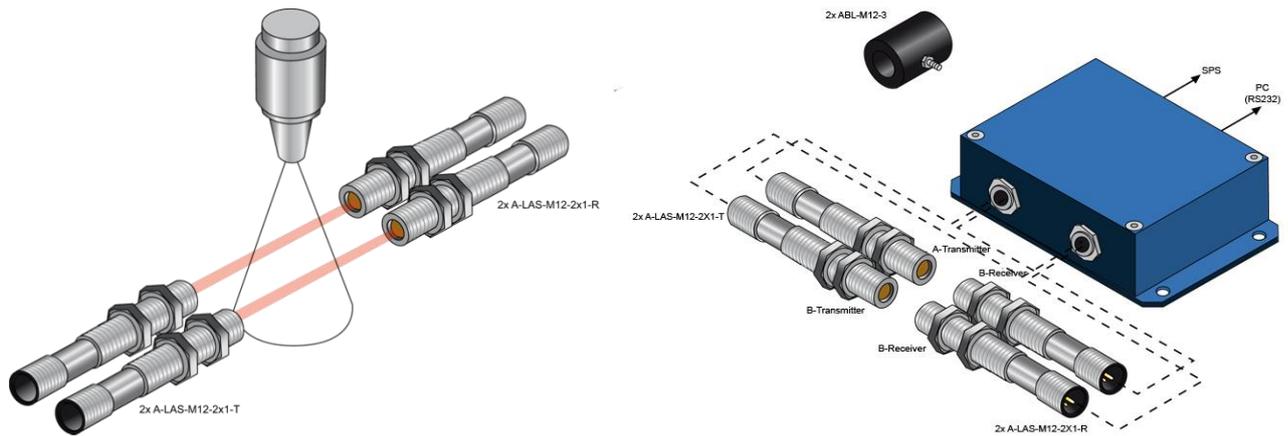
Esempio: Sistemi a barriera fotoelettrica unidirezionale a doppio fascio: Serie di sensori: Serie A-LAS

Tipo di sensore: A-LAS-M12-2x1-T (trasmettitore) + A-LAS-M12-2x1-R (ricevitore) + A-LAS-CON1 (controller)

I due sensori laser A-LAS sono controllati e valutati dall'unità di controllo A-LAS-CON1. La calibrazione avviene tra i processi di spruzzatura effettivi, attivata da un segnale digitale esterno (ad esempio dal PLC), che indica all'unità di controllo quando la calibrazione può essere effettuata. Un semplice controllo di simmetria può essere effettuato con i due sensori laser. È anche possibile monitorare la quantità erogata. Per evitare la contaminazione delle coperture ottiche dei sensori laser, si usano gli attacchi per l'aria di soffiaggio ABL-M12-3.

Sono disponibili 3 segnali di uscita digitali: SIMMETRIA OK / NOK. - SEGNALE A OK / NOK. - SEGNALE B OK / NOK.

Il sistema controlla se SEGNALE A, SEGNALE B e SIMMETRIA rientrano nell'intervallo di tolleranza specificato.



### 3. Metodo a luce trasmessa a triplo fascio → Sensori SI-JET o il nuovo sistema laser SI-JET-CONLAS3

Con questo metodo, è possibile rilevare anche piccole deviazioni di simmetria o di quantità.



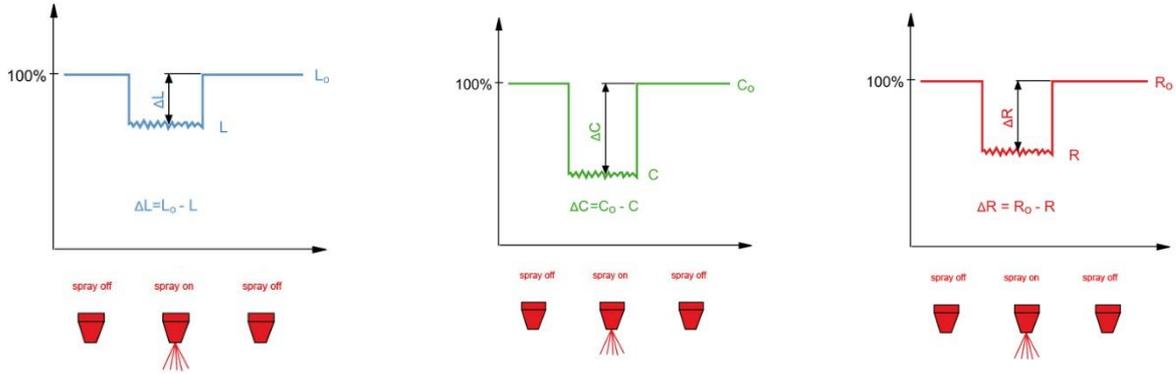
Si può scegliere tra diversi metodi di analisi: ABSOLUTE e RELATIVE. In entrambi i metodi, si valutano la densità del getto nebulizzato (DENSITY) e il rapporto dei due fasci marginali (SYM1) e infine il rapporto tra il fascio centrale e i due fasci marginali (SYM2) sono valutati.

In modalità ABSOLUTE, i valori L, C, R sono usati direttamente nelle seguenti equazioni:

$$\text{DENSITY} = \frac{(L+C+R)}{3} \quad \text{SYM1} = \frac{L}{L+R} * 1000 \quad \text{SYM2} = \frac{C}{C + \frac{L+R}{2}} * 1000$$

L, C, R sono valori grezzi dei 3 canali con un valore compreso tra 0 e 4096 (12 bit).

Nella modalità RELATIVE, il rapporto dei rispettivi valori grezzi L, C, R si forma durante il processo di spruzzatura con i dati grezzi L0, C0, R0, che sono presenti quando la spruzzatura non ha luogo. I dati grezzi L0, C0 e R0 formano quindi ognuno il valore del 100%!



In questo caso, per la quantità erogata si applica quanto segue:

$$\text{DENSITY} = \Delta C$$

E per le due simmetrie:

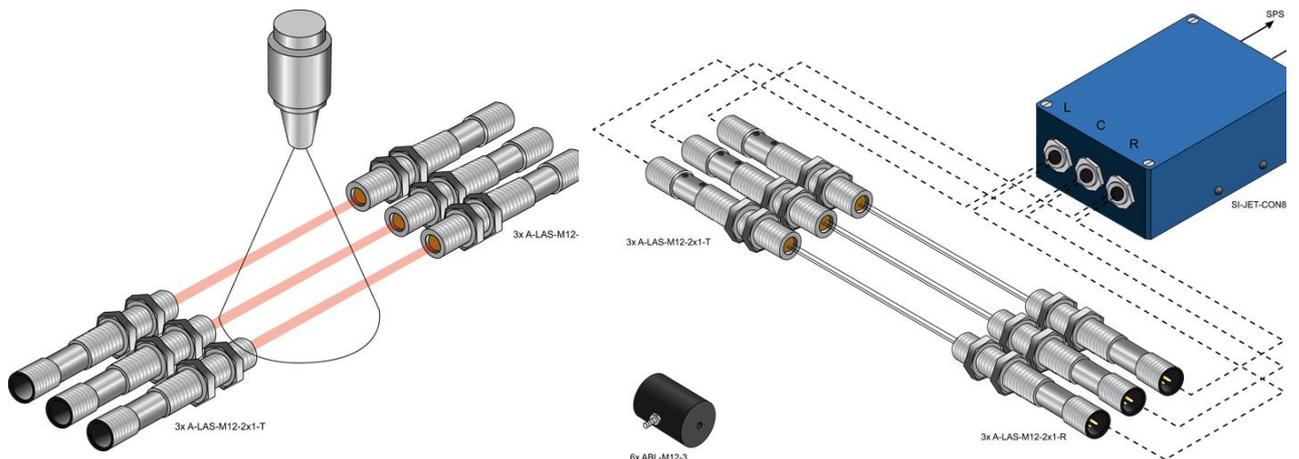
$$\text{SYM1} = \frac{\Delta L}{\Delta L + \Delta R} * 1000$$

$$\text{SYM2} = \frac{\Delta C}{\Delta C + \frac{\Delta L + \Delta R}{2}} * 1000$$

Esempio: Barriera fotoelettrica unidirezionale a triplo fascio - versione divisa: Serie sensori: Serie SI-JET

Tipo di sensore: A-LAS-M12-2x1-T (trasmettitore) + A-LAS-M12-2x1-R (ricevitore) + SI-JET3-CON8 (controller)

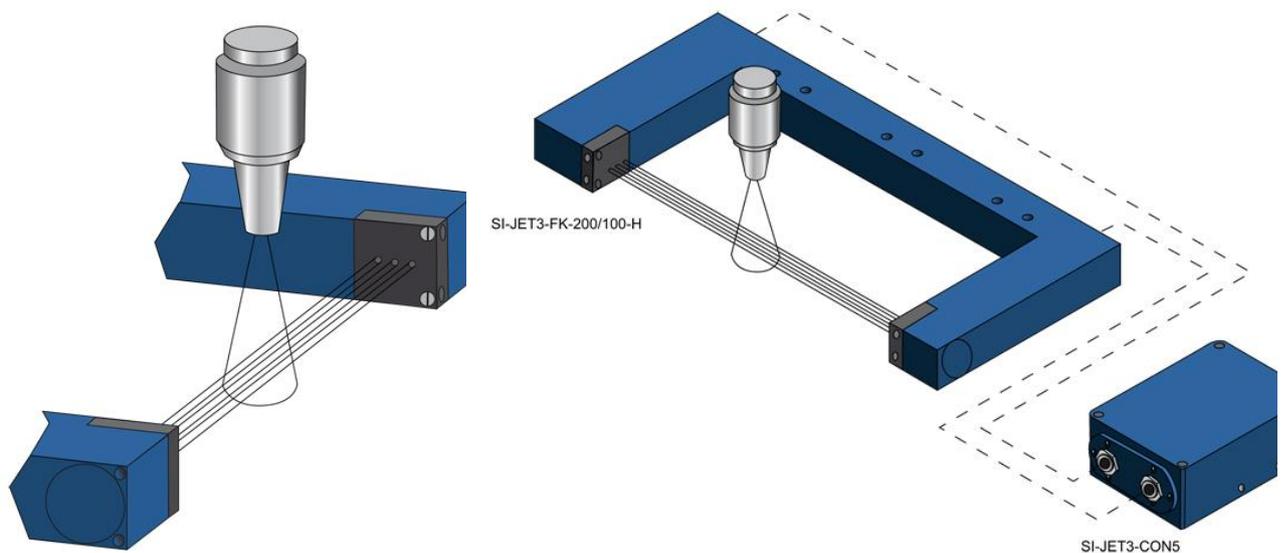
I tre frontend dei sensori sono valutati dall'unità di controllo SSI-JET3-CON8. Per la valutazione viene utilizzato il software SI-JET2-Scope V3.0. È possibile valutare sia la quantità erogata (DENSITY) che la simmetria (SYM1, SYM2). In modalità di valutazione RELATIVE, la contaminazione è compensata dalla calibrazione automatica. È possibile preimpostare fino a 31 diverse tolleranze del getto nebulizzato, in modo che le 5 uscite digitali possano essere utilizzate per avvisare tempestivamente di eventuali derive nel getto.



Esempio: Barriera fotoelettrica unidirezionale a triplo fascio - versione a forcella: Serie sensori: Serie SI-JET

Tipo sensore: SI-JET3-FK-200/100-H (frontend) + SI-JET3-CON5 (elettronica di controllo)

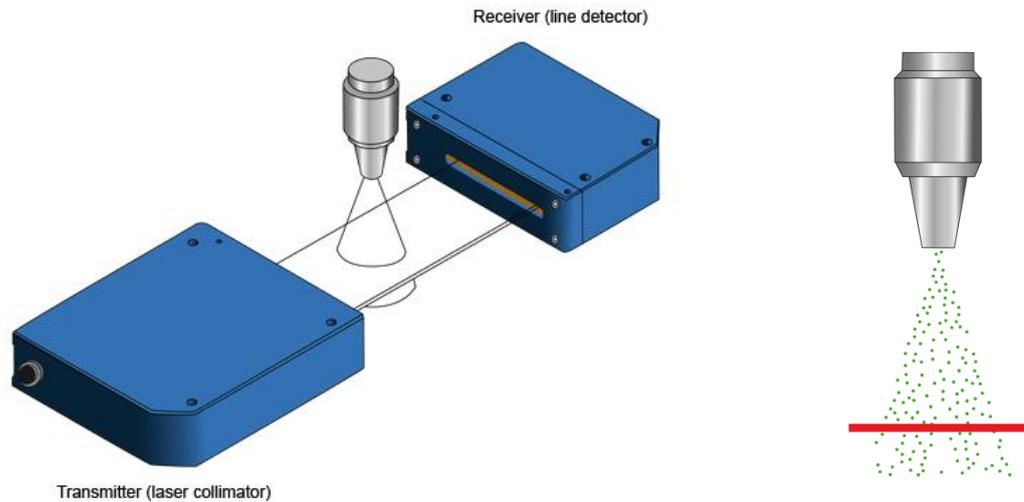
La forcella dispone di tre fasci di luce, ciascuno con un diametro di 3 mm e una distanza da centro a centro di 5 mm. Il software SI-JET2-Scope V3.0 viene utilizzato per valutare la quantità erogata (DENSITY) e la simmetria (SYM1, SYM2). Nella modalità di valutazione RELATIVE, che può essere utilizzata quando l'intervallo di spruzzatura rientra nell'intervallo di un minuto, viene eseguita una calibrazione tra gli intervalli di spruzzatura per compensare la possibile contaminazione. La modalità ABSOLUTE si usa con un getto continuo. 5 uscite digitali fino a 31 livelli forniscono informazioni sui rispettivi livelli di tolleranza. Questo rende inoltre semplice implementare un display di tendenza (ad esempio tramite un PLC).



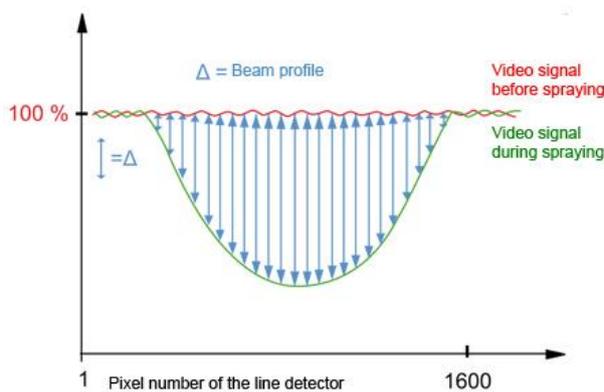
#### **4. Il metodo della banda luminosa**

➔ **L-LAS-TB-xx-AL-SC Sensori con il software L-LAS Spray Control Scope**

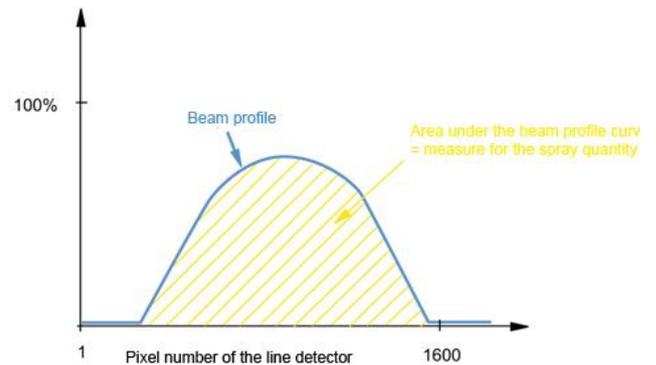
Una banda luminosa viene diretta sul getto nebulizzato. La banda luminosa è di solito più ampia del diametro del cono di nebulizzazione, affinché il getto nebulizzato sia rilevato in toto. Sul lato opposto del getto nebulizzato è presente un ricevitore di linea CCD che fornisce un'alta risoluzione lungo la linea. Questo permette di valutare il profilo del getto senza lacune. Per determinare il profilo del getto, si confronta la differenza percentuale tra i due segnali video (segnali di linea) registrati prima del processo di spruzzatura e durante il processo di spruzzatura.



Il profilo del getto (profilo di attenuazione) fornisce informazioni sulla distribuzione locale della sostanza nebulizzata nel getto.



Profilo del getto basato sull'attenuazione da parte del getto nebulizzato

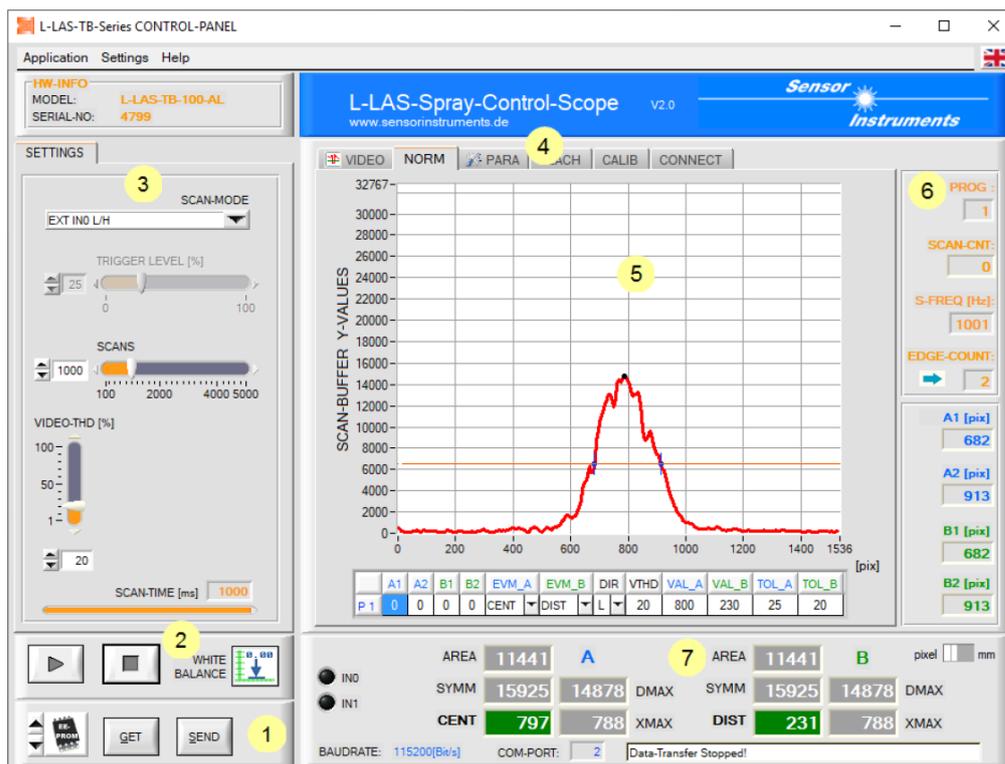


Profilo del getto invertito come mostrato in L-LAS Spray Control

Acquisendo molte scansioni consecutive, è possibile calcolare una distribuzione statistica delle gocce disciolte spazialmente sulla linea CCD. Il metodo è adatto per l'analisi dettagliata e il controllo di qualità degli ugelli nebulizzatori.

L'analisi con il metodo della banda luminosa fornisce dati dettagliati sul profilo del fascio. È adatto per procedure di spruzzatura robotizzate in cui il robot potrebbe portare periodicamente l'ugello in una cosiddetta posizione di aggancio per eseguire un test di spruzzatura della durata di 1 - 2 secondi per l'analisi.

La figura seguente descrive la funzione più importante e gli elementi operativi del software operativo per PC L-LAS-Spray-Control-Scope v2.0:



L'interfaccia utente di L-LAS Spray Control Scope offre molte funzioni:

- Visualizzazione dei dati di misura in campi di uscita numerici e grafici.
  - Impostazione della sorgente luminosa.
  - Impostazione della polarità delle uscite di commutazione digitale OUT0, OUT1, OUT2.
  - Selezione di una modalità di valutazione adatta.
  - Salvataggio dei parametri nella RAM, nella memoria EEPROM dell'elettronica di controllo o in un file di configurazione sul disco fisso del PC.
- 1 Campi funzione per l'invio/lettura dei parametri di regolazione (trasferimento dei parametri).
  - 2 Campi funzione START/STOP per lo scambio di dati RS232 al sensore.
  - 3 Visualizzazione dello stato di funzionamento attuale del sensore (modalità di attivazione, soglia di valutazione, ...)
  - 4 Riga di tabulazione per passare tra le diverse finestre grafiche di tabulazione.
  - 5 Uscita grafica (visualizzazione della progressione del valore misurato nel tempo con valore di apprendimento e banda di tolleranza)
  - 6 Elementi di visualizzazione numerica (frequenza di misura, numero di bordi, numero di programma, ...)
  - 7 Visualizzazione del valore misurato in [mm] o [pixel].

Il getto viene valutato nel sensore L-LAS, che può confrontare i parametri del getto con i valori impostati. Se tutti i parametri sono OK, viene impostata un'uscita digitale. In alternativa, il risultato che include il profilo del fascio può anche essere letto da un PLC attraverso il protocollo RS-232.

Esempio: Serie L-LAS-TB-xx-T/R-AL-SC - Sensori di linea laser standard per il controllo del getto:

I sensori di linea sono utilizzati dove sono richieste misure precise o dove è necessario determinare le dimensioni di un oggetto con estrema precisione.

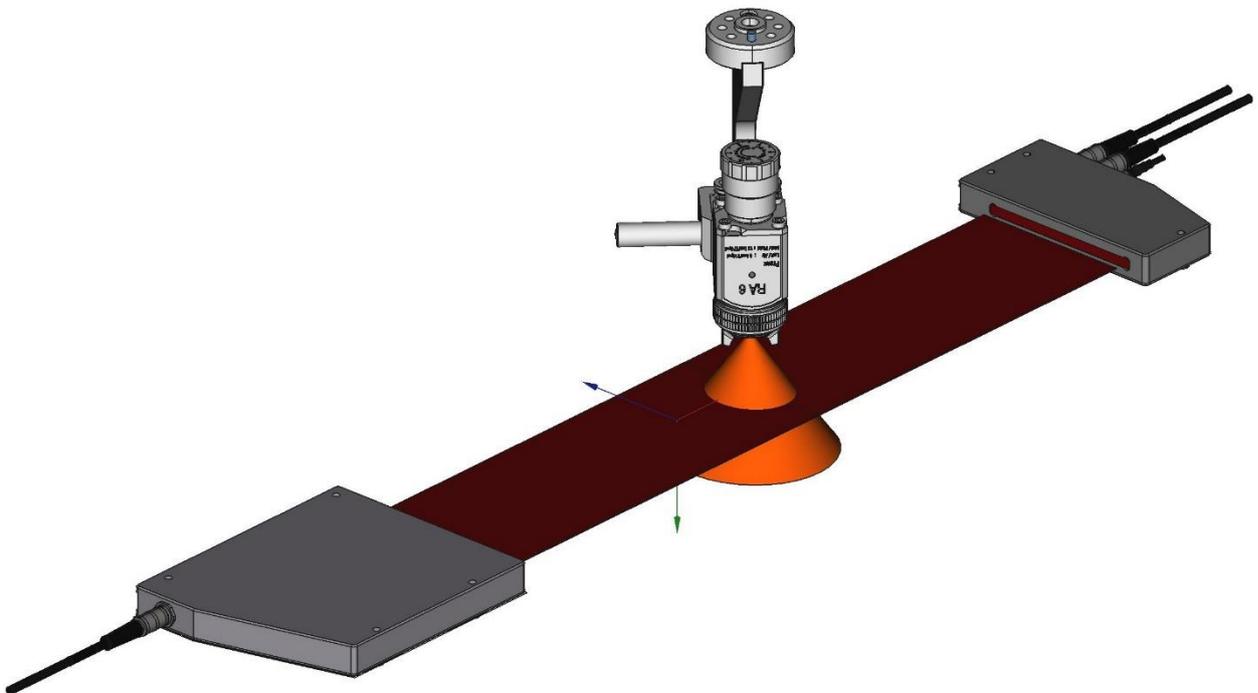
Un sistema di sensori LAS-TB-xx-AL-SC consiste in un trasmettitore (L-LAS-TB-xx-T-AL-SC) e un ricevitore con unità di controllo (L-LAS-TB-xx-R-AL-SC). Le ottiche del trasmettitore e del ricevitore sono solitamente protette da soffiatori d'aria.

I nostri sensori di controllo degli spruzzi della serie L-LAS sono forniti con un pacchetto software standard. Il software L-LAS-Spray Control-Scope v2.x fornisce un profilo del getto nebulizzato che può essere memorizzato come file con numeri sequenziali nella memoria del PC e può quindi essere utilizzato per esaminare il profilo di spruzzatura.

Attualmente sono disponibili i seguenti tipi di sensori:

- (a) Il L-LAS-TB-28-T/R-AL-SC ha una fotocellula laser larga 28 mm con una risoluzione molto elevata. Il rilevatore di linee ha circa 2000 pixel.
- (b) Il L-LAS-TB-50-T/R-AL-SC funziona con una fotocellula laser larga 48 mm. Il rilevatore di linee ha circa 770 pixel.
- (c) Il L-LAS-TB-75-T/R-AL-SC con una fotocellula laser di 73 mm di larghezza e un rilevatore di linee con circa 1200 pixel.
- (d) Il L-LAS-TB-100-T/R-AL-SC con una fotocellula laser di 98 mm di larghezza e un rilevatore di linee con circa 1600 pixel.

A seconda dei requisiti dell'applicazione, è possibile selezionare altri campi di misura (vedi serie L-LAS-TB-AL).



Sistema di sensori L-LAS-TB-100-T/R-AL-SC per l'analisi del getto nebulizzato con banda luminosa di 98 mm

## 5. Utilizzo del controllo del getto nebulizzato in atmosfere potenzialmente esplosive → Sensori SI-JETcon fibre ottiche

Per garantire che il controllo del getto possa essere effettuato anche in un ambiente in cui prevale un'atmosfera esplosiva pericolosa come una miscela di aria e gas, vapori o nebbie infiammabili per lunghi periodi di tempo, vengono utilizzate delle fibre ottiche.

Questo significa che si può lavorare anche nella zona potenzialmente esplosiva Ø della direttiva operativa ATEX. I componenti elettronici e optoelettronici del sistema di controllo del getto nebulizzato sono situati fuori dalla zona Ø. Solo i componenti ottici o optomeccanici (frontend optomeccanico) si trovano nell'area . La connessione tra il frontend e l'unità di valutazione è stabilita tramite fibre ottiche.

Va notato che la densità di potenza ottica non supera un certo limite. Tuttavia, la densità di potenza ottica dei prodotti SI è molto al di sotto dei limiti consentiti.

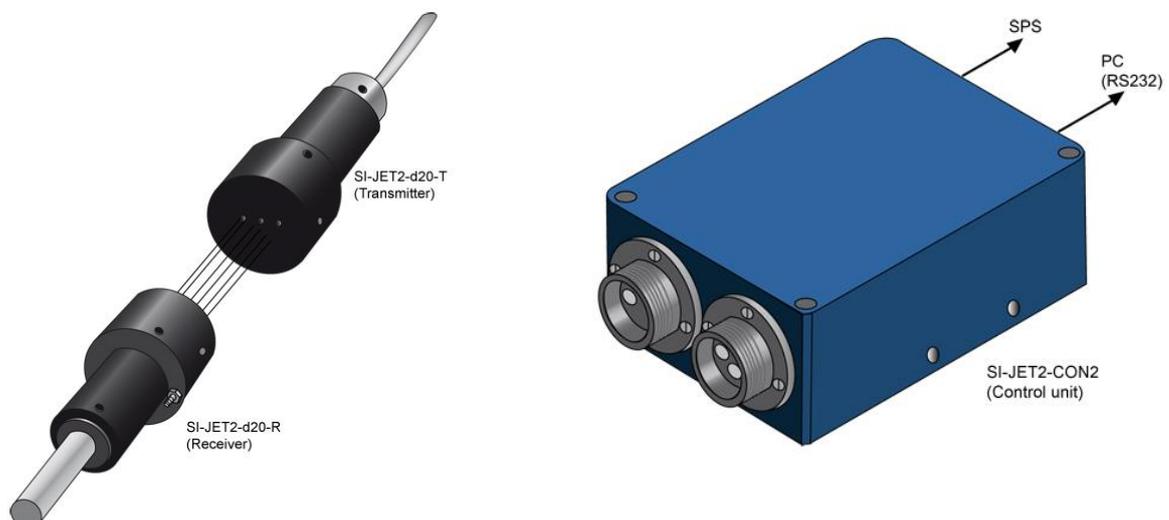


È possibile trovare maggiori informazioni sul nostro sito web → GLOSSARIO → [Controllo del getto nebulizzato](#)

Utilizzando cavi in fibra ottica, si possono realizzare sistemi a getto singolo, doppio e triplo a seconda dei requisiti dell'applicazione del getto.

### Esempio di un sensore a fascio: SI-JET2-d20-T (trasmettitore) + SI-JET2-d20-R (ricevitore) + SI-JET2-CON2.

La parte anteriore speciale viene alimentata con luce rossa tramite un conduttore a onde luminose e un orifizio integrato nella parte superiore dell'aria di soffiaggio genera 3 fasci, ciascuno con un diametro di 3 mm e una distanza da centro a centro di 5 mm. La valutazione viene effettuata con il software SI-JET2-Scope V3.0. L'unità di controllo SI-JET2-CON2 è munita di 5 uscite digitali che possono anche essere utilizzate per implementare un display di tendenza (ad esempio da un PLC).



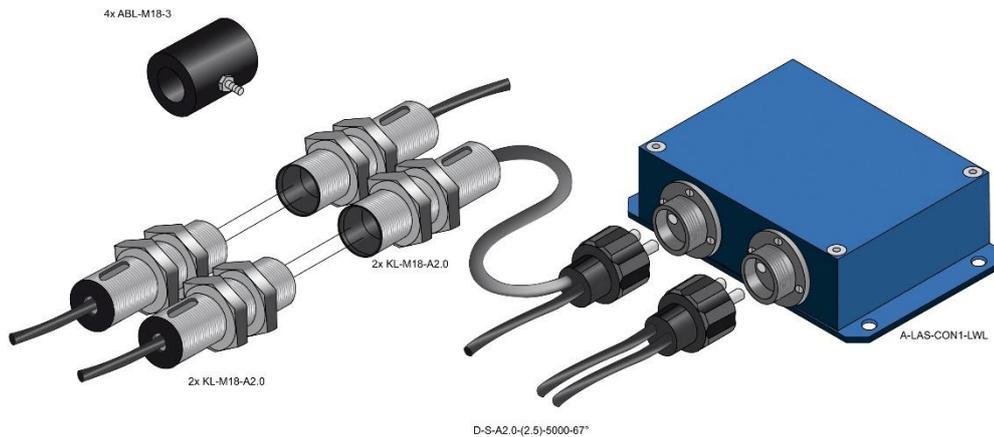
Esempio di una barriera fotoelettrica unidirezionale a doppio fascio per l'uso nelle aree soggette a rischio di esplosione: Serie sensori: Serie A-LAS

Conduttore a onde luminose D-S-A2.0-(2.5)-500-67° + ottica di dotazione KL-M18-A2.0 (2) + unità di controllo A-LAS-CON1-FIO.

A-LAS-CON1-FIO esegue operazioni di controllo e valutazione analogamente a A-LAS-CON1.

Poiché in questo caso i componenti elettronici e optoelettronici sono integrati nell'unità di controllo e non nei frontend dei sensori, questo modello è adatto per il funzionamento in aree soggette a rischio di esplosione.

Per proteggere le unità ottiche si utilizzano attacchi per aria compressa del tipo ABL-M18-3.



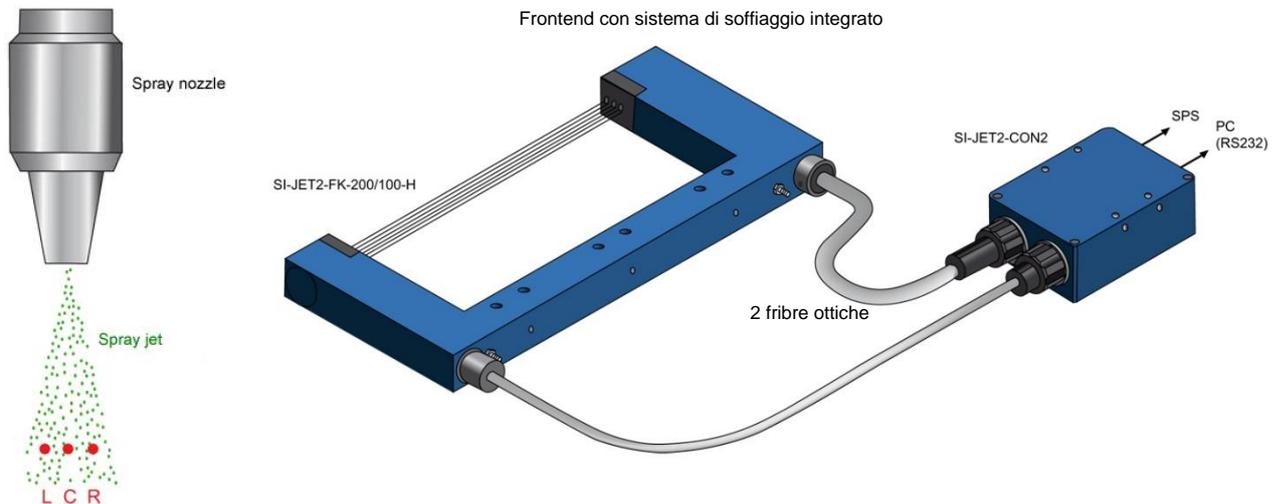
Esempio di sensore a triplo fascio: KL-M18-A2.0 (frontend)+ R3-M-A2.0-(2.5)-500-67°-3x (conduttore a onde luminose) + SI-JET2-CON3 (unità di controllo)

Con questo tipo di sensore, i tre fasci di luce rossa possono essere adattati individualmente al rispettivo getto nebulizzato. Per la valutazione viene utilizzato il software SI-JET2-Scope V3.0. Soprattutto per gli ugelli nebulizzatori con un grande angolo di apertura, questo tipo offre vantaggi decisivi.



Esempio di sensore a triplo fascio integrato in una forcella: SI-JET2-FK-200/100-H (frontend) + SI-JET2-CON2 (unità di controllo)

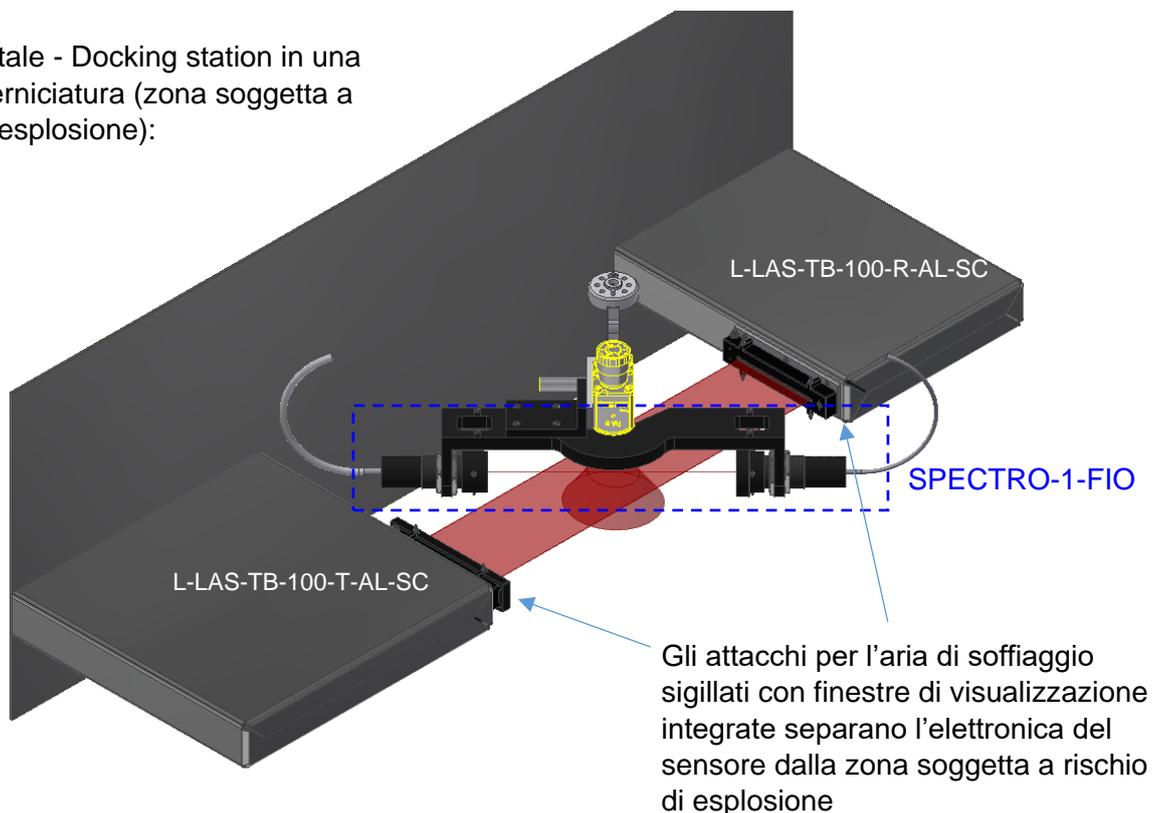
In questa versione, i 3 fasci sono anche distanziati (centralmente) di 5 mm, il fascio di luce rossa ha un diametro di 3 mm. Con l'aiuto dell'unità di controllo SI-JET2-CON2 è possibile realizzare una visualizzazione di tendenza dei parametri del getto, ad esempio in combinazione con un PLC.



Esempio di un sistema combinato: SPECTRO-1-FIO (fissato all'ugello) e L-LAS-TB-100-T/R-AL-SC (stazione di prova):

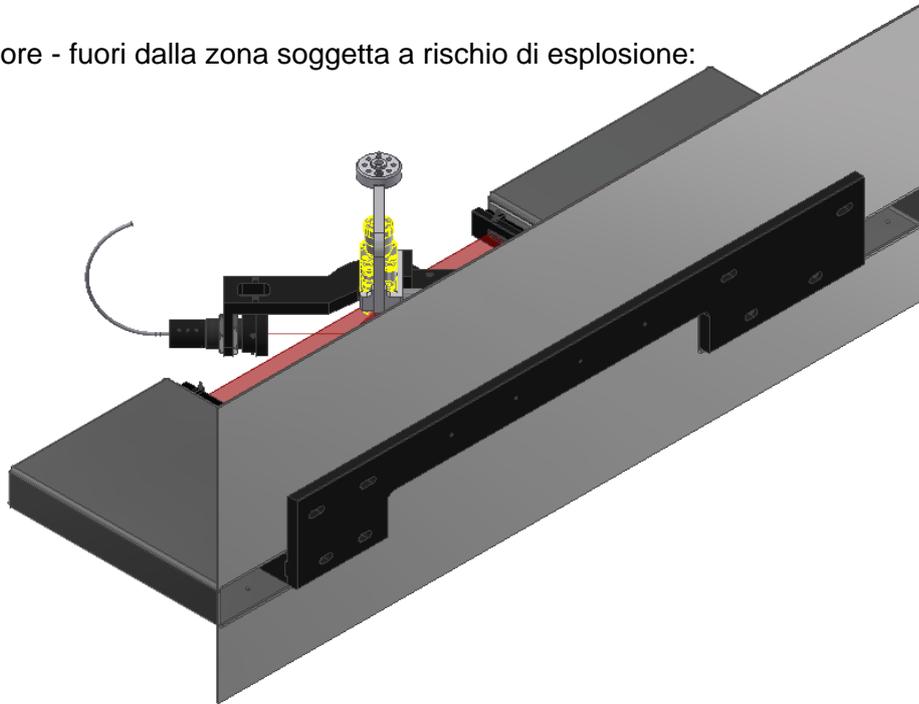
È una bella sfida integrare i sistemi di linea laser (L-LAS) in una zona soggetta a rischio di esplosione perché non è possibile far uso di fibre ottiche. Tuttavia, a seconda dell'applicazione, sosteniamo anche i nostri clienti con progetti che consentono il funzionamento in zone soggette a rischio di esplosione.

Vista frontale - Docking station in una cella di verniciatura (zona soggetta a rischio di esplosione):



Il sistema combinato consiste in un sistema a fascio singolo con conduttore a onde luminose (SPECTRO-1-FIO) per il monitoraggio continuo durante il processo di spruzzatura e un L-LAS-TB-100-T/R-AL-SC in uno speciale alloggiamento. La fotocellula laser attraversa la zona soggetta a rischio di esplosione attraverso due finestre con unità di aria soffiante che separano l'elettronica del sensore dalla zona Ex.

Vista posteriore - fuori dalla zona soggetta a rischio di esplosione:



Poiché l'elettronica del sensore si trova al di fuori dell'area soggetta a rischio di esplosione (parte della parete della cabina di verniciatura con collegamento all'aria esterna), solo l'energia ottica che viene irradiata nell'atmosfera infiammabile per la misurazione è rilevante per la valutazione del pericolo (EN IEC 60079-28). Il funzionamento del sistema di sensori SI è pienamente attuabile, poiché la potenza della luce irradiata (energia di accensione) è significativamente al di sotto del valore limite di 5mW/mm<sup>2</sup>.

#### **Contatto:**

Sensor Instruments  
Entwicklungs- und Vertriebs GmbH  
Schlinding 11  
D-94169 Thurmansbang  
Telefono +49 8544 9719-0  
Telefax +49 8544 9719-13  
info@sensorinstruments.de