

THE LINDE GROUP

*Linde*

Elevate prestazioni, risultato di  
competenza ed innovazione.

I gas per saldatura Linde.



# Sommario.

03 Introduzione

04 Due linee di prodotto – Linea Competence e Linea Performance

06 Un'introduzione ai nostri gas di saldatura

07 Specifiche Gas e Miscele

08 Caratteristiche selezionate per usi specifici

10 CORGON®: saldatura MAG per gli acciai da costruzione

12 CRONIGON®: saldatura MAG per gli acciai inossidabili

14 VARIGON®: saldatura MIG delle leghe di alluminio

16 Gas di saldatura per la brasatura ad arco

18 VARIGON®: saldatura TIG

20 VARIGON®: saldatura al plasma

21 Gas di processo per la saldatura laser e laser-ibrida

22 Gas per protezione al rovescio

24 Gas di saldatura per materiali speciali

26 Soluzioni di fornitura Linde Gas: efficienza ed economicità

27 Servizi e Corsi di Formazione

---

CORGON®, CRONIGON®, GENIE®, LASGON®, LINDATA®, LINFASST®, LIPROTECT®, LISY®tec e VARIGON® sono marchi registrati del Gruppo Linde.

Nicrofer® è un marchio registrato di ThyssenKrupp VDM.

## Le nostre moderne tecnologie ci rendono competitivi.



Linde Gas Italia, presente sul mercato italiano dal 1991, fa capo alla multinazionale tedesca The Linde Group, conosciuta fino a poco tempo fa come Linde AG. L'azienda nasce nel 1879 quando a Wiesbaden, in Germania, Carl von Linde, pioniere della tecnica del freddo, fonda la "Società per la produzione di macchine per il ghiaccio".

La Divisione Gas Tecnici & Engineering con sede a Monaco di Baviera viene costituita nel 1903, anno in cui Carl von Linde costruisce e brevetta il primo impianto di frazionamento dell'aria.

Nel corso degli anni, con l'acquisizione di AGA nel 2000 e di BOC nel 2006, Linde AG cambia denominazione in The Linde Group e diviene azienda leader a livello mondiale nel settore Gas Tecnici & Engineering.

1,5 milioni di Clienti in oltre 50 Paesi hanno scelto Linde; Clienti che utilizzano le nostre tecnologie applicate ai gas, la nostra vasta gamma di materiali e si affidano alla consulenza dei nostri Specialisti di prodotto.

La posizione di leadership è frutto, da una parte, delle innovazioni in materia di prodotti e servizi e

dall'altra del contributo attivo e consapevole dei nostri Collaboratori.

Oggi il cambiamento è una costante che dà forma all'economia, ai mercati e alle attività commerciali. La crescita esplosiva, soprattutto in varietà, dei moderni materiali di saldatura, i rapidi sviluppi nel campo dell'elettronica e una maggior consapevolezza dell'importanza di un ambiente di lavoro sicuro e salutare: sono tutti fattori che influenzano e accelerano la domanda di nuovi gas e miscele per la saldatura.

Quale fornitore leader di tecnologie abbiamo una speciale responsabilità nei confronti dei nostri Clienti: proseguire la tradizione del nostro fondatore Carl von Linde che faceva del progresso e dello sviluppo un vero stile di vita.

Attingendo alla nostra enorme esperienza ed al nostro know-how in materia di applicazioni con gas industriali lavoreremo al Vostro fianco per individuare le migliori applicazioni tecnologiche per i Vostri processi.

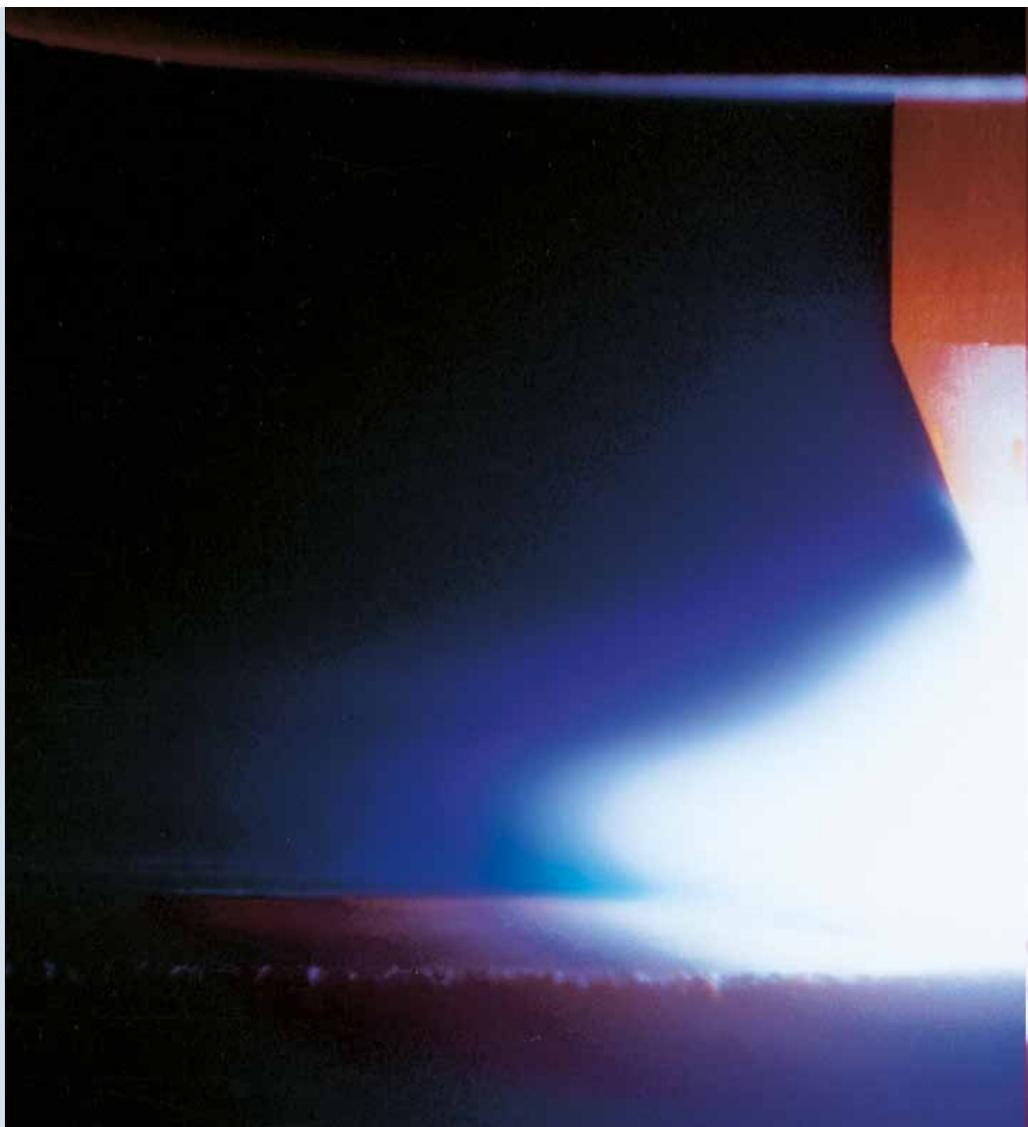
Lasciate che la nostra esperienza Vi aiuti ad investire in nuovi mercati, prodotti e persone!

# Uno strumento versatile che crea valore aggiunto al processo. Due linee di prodotto: Linea Competence e Linea Performance.

## Linea Competence

Gas e miscele di elevatissima qualità supportati dall'eccezionale servizio Linde. Questa linea comprende i nostri "classici" come ad esempio CORGON® 18, CRONIGON® 2 ed Argon: prodotti indispensabili nelle tecnologie di saldatura e annoverati tra i gas più venduti a livello mondiale. Inoltre questa linea comprende anche alcune recenti innovazioni come VARIGON® N<sub>2</sub>: un gas impiegato nei processi TIG che ha uno specifico effetto metallurgico per le applicazioni su acciai duplex.

- Affidabilità
- Qualità
- Versatilità
- Semplicità d'uso



Al fine di ottenere una saldatura tecnologicamente ed economicamente di elevata qualità si devono ottimizzare con sinergia tutti gli elementi coinvolti nel processo di saldatura (generatore, attrezzatura, eventuale materiale d'apporto e gas di protezione). E' fondamentale perciò sviluppare una nuova attitudine nei confronti del prodotto che vendiamo; i gas di saldatura sono molto più che un semplice prodotto consumabile nel processo di saldatura poiché influenzano e determinano:

- la facilità d'innesco,
- la stabilità dell'arco,
- la velocità di saldatura,
- la geometria della zona fusa,
- il grado di penetrazione,
- l'aspetto superficiale della saldatura,
- le proprietà meccaniche,
- le caratteristiche metallurgiche,
- il trasferimento del metallo d'apporto,
- l'ambiente di lavoro.

Tutte queste proprietà si possono sviluppare in modo ottimale. Il potenziale di un procedimento di saldatura può essere sfruttato appieno utilizzando la selezione specifica di gas e miscele come strumento per ottimizzare le varie esigenze produttive.

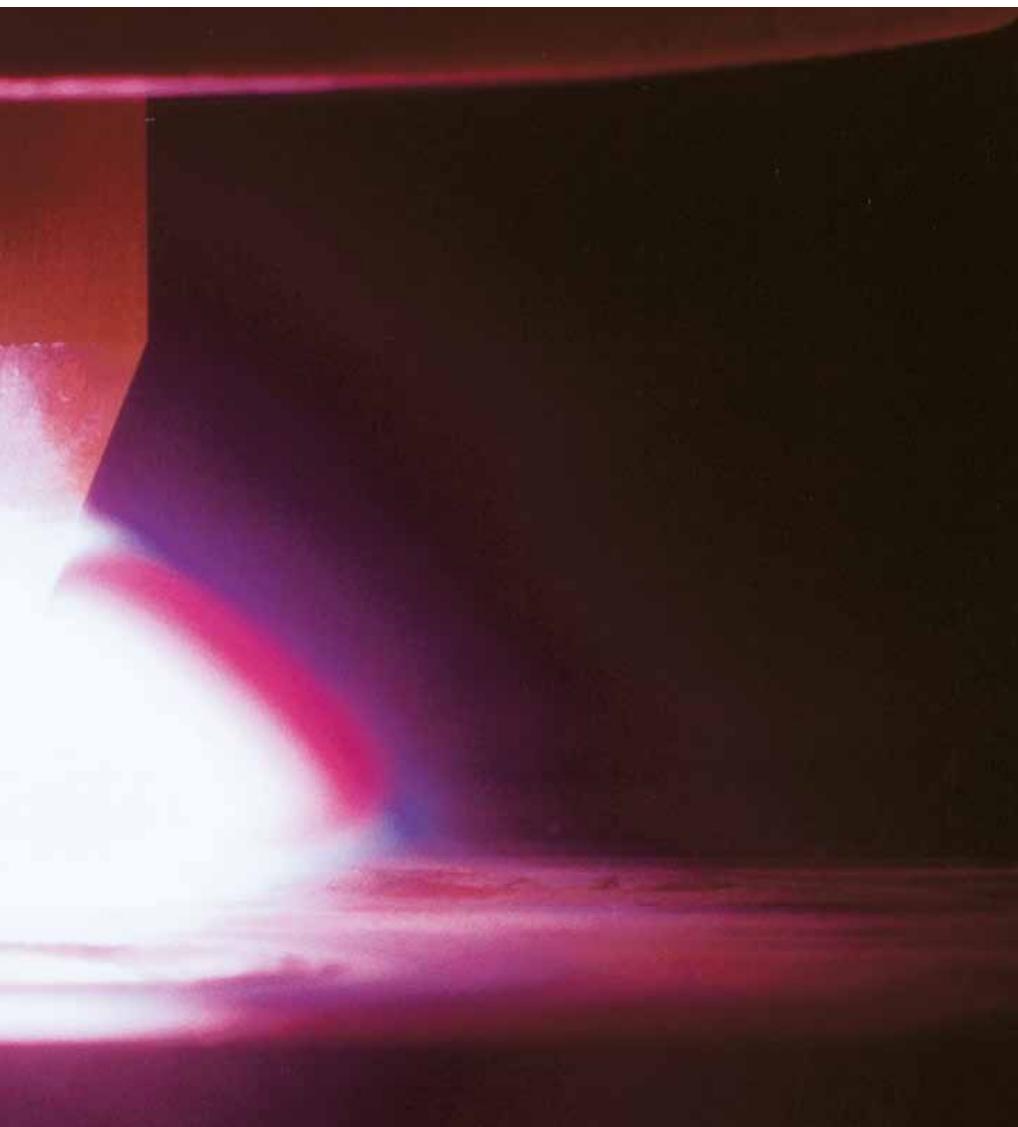
Ciò che Linde fornisce come contributo attivo e come valore aggiunto alla Vostra catena produttiva è la conoscenza di come questo strumento funziona.

Per stare al passo con le crescenti esigenze nel campo della saldatura, i nostri Clienti ci richiedono soluzioni sempre più specifiche.

I progressi fatti a livello di attrezzature e materiali, i nuovi strumenti di misurazione e simulazione richiedono gas più avanzati ed innovativi.

Materiali specifici e costosi necessitano di soluzioni altrettanto affinate, a volte persino a livello molecolare.

I gas richiedono la medesima diversificazione che caratterizza la gamma di materiali e di tecnologie. Per rendere il prodotto più trasparente e la scelta più semplice abbiamo deciso di proporVi, d'ora in poi, due linee di prodotto. Entrambe le linee includono gas di protezione per ogni possibile combinazione di materiale e processo.



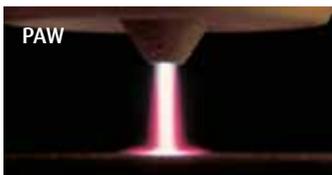
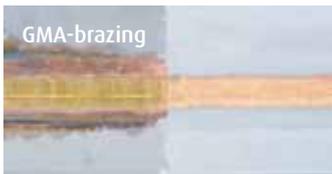
### Linea Performance

Prodotti specialistici altamente produttivi con aggiunta di elio e idrogeno. Questi due componenti, dosati nelle varie percentuali, incrementano il trasferimento di energia sul giunto, aumentano l'affidabilità e la produttività di saldatura. Nel caso di esigenze a livello qualitativo elio ed idrogeno possono essere usati a parità di velocità di saldatura per migliorare le caratteristiche metallurgiche.

- Maggiore produttività
- Migliore qualità
- Maggiore affidabilità
- Maggiore competitività

# Un'introduzione ai nostri gas di saldatura.

## Gas e miscele per ogni procedimento.



Procedimento	Materiali	Competence Line	Performance Line
MAG Metal-Activ-Gas	<b>Acciai non legati</b> acciai per costruzione a grana fine, acciai per apparecchi a pressione, per tubi, per costruzioni navali, acciai laminati a caldo e a freddo	Anidride Carbonica CORGON® 10 CORGON® 15 CORGON® 18 CORGON® 20 CORGON® S5 CORGON® S8	CORGON® 1 CORGON® 2 CORGON® 3 T.I.M.E. CORGON® He30
	<b>Acciai inossidabili</b> acciai resistenti alla corrosione, al caldo, acciai duplex	CRONIGON® 2 CRONIGON® S1 CRONIGON® S2	CRONIGON® He20 CRONIGON® He50
MIG Metal-Inert-Gas	Alluminio, rame, Nichel e sue leghe	Argon (MIG) Argon	Serie CRONIGON® Ni VARIGON® S VARIGON® He30S Serie VARIGON® He
GMA-brazing Gas metal arc brazing	Acciai rivestiti e non rivestiti, acciai inossidabili ferritici	Argon CRONIGON® S1	Serie VARIGON® He VARIGON® HeS
TIG Tungsten-Inert-Gas	Tutti i metalli saldabili, acciai legati e non, metalli non ferrosi	Argon	VARIGON® He15 VARIGON® He30 VARIGON® He50 VARIGON® He70 Elio
	Alluminio e sue leghe	Argon	Serie VARIGON® He Serie VARIGON® HeS
	Acciai inossidabili austenitici, leghe di nichel	Argon	Serie VARIGON® H VARIGON® I22 VARIGON® I25
	Acciai duplex e superduplex	Argon VARIGON® N	VARIGON® N2He
	Acciai completamente austenitici.	Argon VARIGON® N	VARIGON® N2H1
PAW Plasma Arc Welding	Tutti i metalli saldabili per fusione	Argon	Serie VARIGON® He Serie VARIGON® H
Protezione a rovescio	Tutti i materiali sui quali si vuole evitare l'ossidazione al rovescio	Argon Azoto Serie VARIGON® N	Forming gas Serie VARIGON® H Osservare le informazioni di sicurezza!
Laser	Tutti i metalli saldabili per fusione	Argon	Serie LASGON® Miscele speciali Elio
Saldatura ad arco di prigionieri	Acciaio Alluminio	CORGON® 18 Argon	CORGON® 10He30 VARIGON® He30S

# Specifiche gas e miscele.

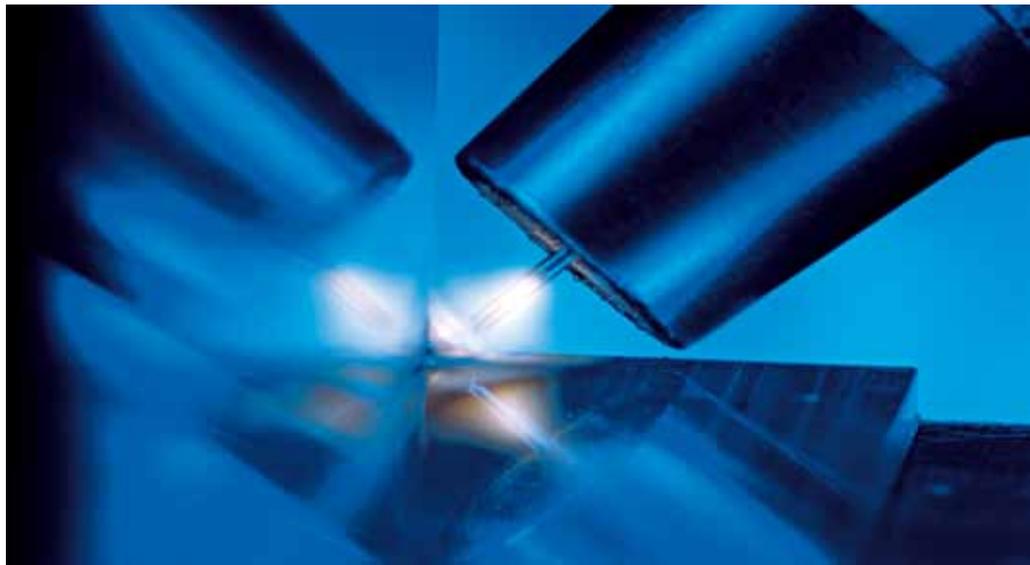
Competence Line	Performance Line	UNI/EN/ISO 14175	Anidride carbonica Vol.- %	Ossigeno Vol.- %	Azoto Vol.- %	Elio Vol.- %	Idrogeno Vol.- %	Argon Vol.- %
Argon (Ar)		I1						●
	Argon 5.0	I1						●
	Elio (He)	I2				●		
Anidr. carbonica (CO <sub>2</sub> )		C1	●					
CORGON® 10		M20	●					balance
CORGON® 15		M20	●					balance
CORGON® 18		M21	●					balance
	CORGON® He30	M20	●			●		balance
CORGON® S5		M22		●				balance
CORGON® S8		M22		●				balance
	CORGON® 1	M23	●	●				balance
	CORGON® 2	M23	●	●				balance
	CORGON® 3	M14	●	●				balance
CRONIGON® 2		M12	●					balance
	CRONIGON® He20	M12	●			●		balance
	CRONIGON® He50	M12	●			●		balance
CRONIGON® S1		M13		●				balance
CRONIGON® S2		M13		●				balance
	CRONIGON® Ni10	Z	●			●	●	balance
	T.I.M.E.	M24	●	●		●		balance
VARIGON® N2		N2			●			balance
VARIGON® N3		N2			●			balance
	VARIGON® N2He	N2			●	●		balance
	VARIGON® He15	I3				●		balance
	VARIGON® He30	I3				●		balance
	VARIGON® He50	I3				●		balance
	VARIGON® He70	I3				●		balance
	VARIGON® S	Z		●				balance
	VARIGON® He30S	Z		●		●		balance
	VARIGON® I22	R1				●	●	balance
	VARIGON® I25	R1				●	●	balance
	VARIGON® H2	R1					●	balance
	VARIGON® H5	R1					●	balance
	VARIGON® H6	R1					●	balance
	VARIGON® H10	R1					●	balance
	Forming gas 95/5	N5			balance		●	
	Forming gas 90/10	N5			balance		●	
	Forming gas 85/15	N5			balance		●	
	Forming gas 80/20	N5			balance		●	
Azoto (N <sub>2</sub> )		N1			●			

Note: Oltre ai gas di protezione sopra elencati, Linde è in grado di fornire miscele specifiche sulla base delle Vostre esigenze.

# Le performance delle nostre miscele sono il risultato delle Vostre esigenze.

## Caratteristiche selezionate per usi specifici.

Nella saldatura AC-MIG l'aggiunta di ossigeno nella serie VARIGON® S/HeS facilita l'innesco e la stabilità dell'arco; l'immagine a fianco ci mostra l'arco di saldatura in AC-MIG.



Una conoscenza approfondita delle caratteristiche chimiche e fisiche dei gas e delle loro combinazioni in miscele è essenziale per ottenere un risultato specifico nelle applicazioni di saldatura. La qualità dell'arco in saldatura è direttamente influenzata dalle caratteristiche del gas/miscela di protezione. Infatti le proprietà del gas hanno un impatto diretto sulla geometria, sulla stabilità e sul grado di penetrazione dell'arco. Inoltre i gas di protezione per le proprie caratteristiche fisiche e chimiche hanno un ruolo determinante sulle qualità metallurgiche finali del giunto di saldatura. Qui di seguito Vi presentiamo alcuni principi che servono come esempio.

### Energia di ionizzazione e dissociazione

Nel caso di gas monoatomici inerti come Ar e He la ionizzazione avviene direttamente. I gas biatomici o poliatomici come H<sub>2</sub> o CO<sub>2</sub> devono prima essere dissociati nell'arco e questo processo necessita di ulteriore energia. Se la quantità di energia necessaria non è molto elevata, l'innesco dell'arco è più semplice. Se sono presenti componenti difficili da ionizzare, come per esempio H<sub>2</sub> o CO<sub>2</sub>, la tensione di saldatura deve essere adeguatamente aumentata. Comunque questa energia elettrica addizionale viene rilasciata nuovamente in forma di energia ricombinata e ciò permette di avere maggiore immissione di calore e un incremento della velocità di saldatura.

### Conducibilità termica

Parte del calore dell'arco viene trasferita al pezzo da saldare via plasma o attraverso il flusso di gas. He e H<sub>2</sub>, specialmente ad alte temperature, possono influire significativamente sull'efficienza del processo. Una buona conducibilità termica ha effetto positivo sulla formazione del cordone, sulla temperatura e sulla velocità di saldatura.

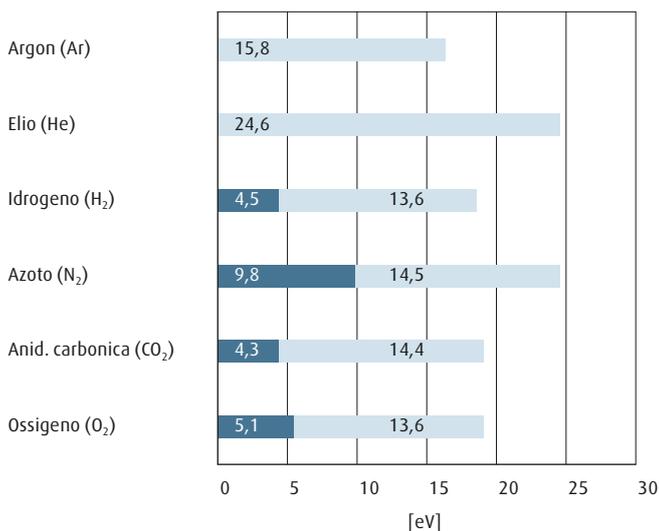
### Reattività chimica e impatto metallurgico

CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> sono entrambi gas attivi e ossidanti. Specialmente ad alte temperature reagiscono velocemente con il materiale e formano ossidi. In determinate quantità gli ossidi di metallo possono migliorare la stabilità dell'arco; questo fenomeno è positivamente utilizzato, per esempio nella serie dei gas speciali VARIGON® HeS e CRONIGON®. Se sono presenti percentuali più alte di gas attivo, per esempio nel caso della saldatura MAG degli acciai da costruzione, un aumento dell'ossidazione ottiene come effetto la generazione di calore. Il prodotto dell'ossidazione, altrimenti conosciuto come scoria o silicato, si ritrova spesso sul cordone. L'O<sub>2</sub> come gas attivo di protezione ha un effetto ossidante maggiore rispetto alla CO<sub>2</sub>. Nel caso in cui lo standard di qualità necessita di minori livelli di questi depositi, la componente di gas attivo del CORGON®/CRONIGON® può essere diminuita. Comunque questo deve essere fatto solo dopo aver preso in considerazione gli aspetti della fusione, penetrazione e porosità. In caso di un maggiore contenuto di CO<sub>2</sub>, si può verificare un aumento del carbonio equivalente in funzione del metallo utilizzato.

## Energia di dissociazione e ionizzazione dei gas componenti

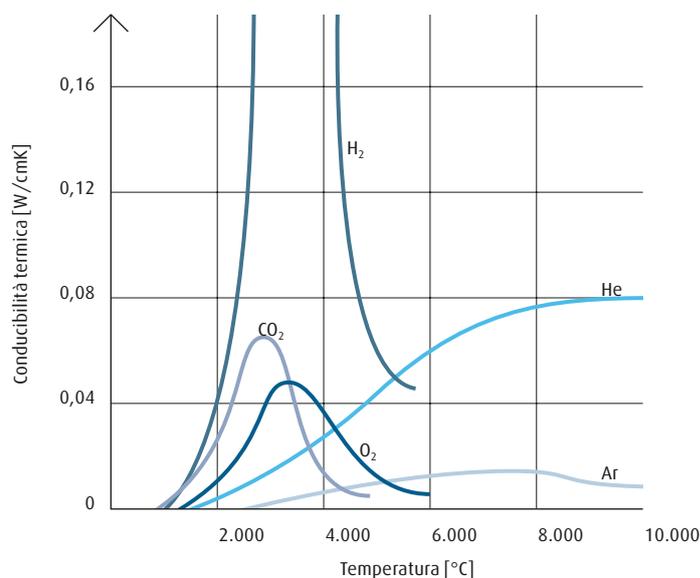
Parametri per le proprietà di innesco, tensione di saldatura ed energia dell'arco

■ Energia di ionizzazione, 1° stadio    ■ Energia di dissociazione



## Conducibilità termica dei gas

Il trasferimento di calore dall'arco al metallo dipende dal livello di conducibilità del gas: elio e idrogeno offrono un'elevata conducibilità termica.



L'azoto è considerato un gas inerte alle basse temperature, la sua reazione dipende dal metallo e dalle condizioni del processo. Un esempio di reattività positiva è l'effetto austenitico della miscela VARIGON® N nella saldatura TIG dei materiali completamente austenitici o degli acciai Duplex. L'utilizzo nella saldatura MAG invece è sconsigliato per la formazione di pori e la fragilità che si avrebbero di conseguenza.

L'idrogeno è unico per la sua componente riducente nella saldatura ad arco. Può essere usato, per esempio, nella saldatura e nel forming-gas TIG - PAW degli acciai inossidabili austenitici con i gas VARIGON® H, in pratica nel caso in cui è importante prevenire l'ossidazione su metalli sensibili o molto costosi. Grazie alla loro conducibilità termica e all'addizionale energia di ricombinazione, i gas VARIGON® H permettono una maggiore velocità di saldatura rispetto all'argon nei processi TIG - PAW. Sfortunatamente queste proprietà così benefiche non possono essere sfruttate per saldare tutti i metalli. Per esempio l'idrogeno causa formazione di porosità sull'alluminio e cricche se utilizzato su metalli ferritici. Si consigliano pertanto test di valutazione sui materiali prima di definire il gas di processo.

Argon e Elio sono i gas inerti usati in saldatura. Dato che non reagiscono con alcun metallo, possono essere impiegati con tutti i metalli saldabili per fusione.

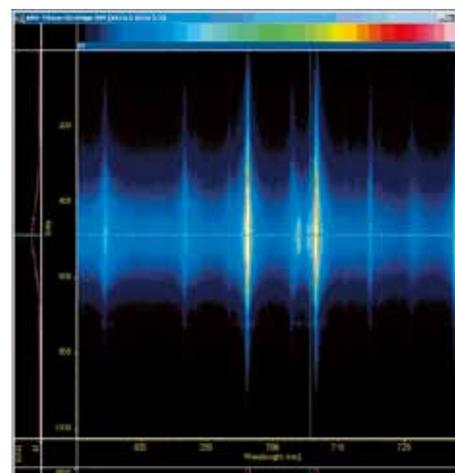
### Altre proprietà rilevanti dei gas

Caratteristiche fisiche: influiscono sul trasferimento del materiale, sul bagno, forma di penetrazione e qualità d'innesco arco saldatura. La conducibilità termica: influisce sulla formazione del cordone, sulla temperatura del bagno e sulla velocità di saldatura.

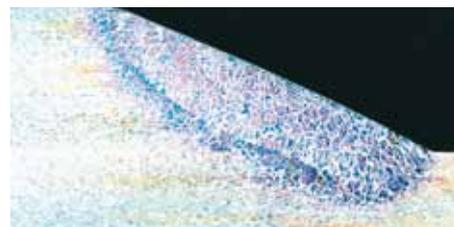
Le caratteristiche chimiche: influiscono sul comportamento metallurgico e sulla superficie del cordone di saldatura.

### Livelli di purezza e raccomandazioni di miscelazione

I gas protettivi di saldatura sono regolati e standardizzati dalla norma ISO 14175. Questi standard specificano, tra l'altro, i requisiti minimi in materia di qualità dei componenti e delle miscele. Comunque in base al materiale, al processo, ai requisiti di metodo e qualità possono essere necessarie caratteristiche qualitative ancora maggiori.



Applicazione di metodi di ricerca scientifica per lo studio delle caratteristiche dell'arco: sezione analisi spettrale del processo di saldatura MIG di alluminio con VARIGON® He30S.



Influenza metallurgica del gas di protezione: controllo del rapporto austenite/ferrite nella saldatura TIG degli acciai duplex con VARIGON® N.

# Testati in condizioni estreme.

## CORGON®: Saldatura MAG per gli acciai da costruzione.

### Linea Competence

CORGON® 10	CORGON® 18
------------	------------

CORGON® S5	CORGON® S8
------------	------------

Anidride Carbonica (CO <sub>2</sub> )	
---------------------------------------	--

### Linea Performance

CORGON® He30	CORGON® 1-2-3
--------------	---------------



Nella saldatura di “acciai per impieghi strutturali” quindi acciai da costruzione, acciai al carbonio-manganese, acciai bonificati ad alta resistenza e acciai microlegati, la scelta del gas di protezione più adatto dipende dai seguenti fattori: metallo di base, materiale d’apporto, spessore, grado di meccanizzazione, tipo di giunto e posizione di saldatura.

La saldatura MAG a filo pieno con miscele di argon e CO<sub>2</sub>, come il CORGON® 18, è di gran lunga il metodo di saldatura più comune per la saldatura degli acciai strutturali. Grazie ai vantaggi insuperabili in termini di qualità e convenienza, le miscele di gas sono molto più utilizzate rispetto alla CO<sub>2</sub> pura. Così la regola generale del pollice fa riferimento a quanto gas attivo, CO<sub>2</sub> o O<sub>2</sub> deve essere usato: il meno possibile e quanto basta. Grazie al maggior livello di meccanizzazione ed al maggiore impiego della tecnica pulsata, le miscele di gas con livelli inferiori di CO<sub>2</sub> o O<sub>2</sub> sono diventate di uso comune. Comunque un livello inferiore di gas attivo dà come risultato un minore apporto termico che può compromettere il grado di penetrazione

e quindi la qualità di saldatura. In questo caso l’aggiunta di elio si è dimostrata una soluzione efficace.

Un contenuto di He pari a 20-40% può aumentare lo scambio di calore tra l’arco ed il componente, senza i noti svantaggi dei componenti ossidanti. Le miscele CORGON® He sono consigliate per aumentare la velocità di saldatura, migliorare la qualità, compensare eventuali mancanze di preparazione del giunto e ridurre il rischio di mancata fusione.

La saldatura MAG ad alto rendimento è descritta nella norma DVS 0909-1 come un processo con un tasso di deposito superiore a 8 kg/ora equivalenti ad una velocità di avanzamento filo fino a 30 m/min con fili pieni da 1,2 mm.

Il concetto LINFAS<sup>®</sup> offre soluzioni specifiche e talvolta brevettate per questo settore altamente produttivo. Il giusto processo, il tipo di arco, il gas di protezione e la sua fornitura vengono selezionati, tenendo conto delle singole esigenze del Cliente.

Nel caso di saldatura a filo continuo singolo pieno o animato, twin arc o metodo tandem, un

appropriato uso delle miscele CORGON® può dare risultati eccezionali con un minimo sforzo.

Il gas di protezione per il filo animato viene selezionato con lo stesso criterio che si usa per il filo pieno. Per via dell’anima i fili animati sono flessibili e sono caratterizzati da un arco debole. Grazie al flusso contenuto la potenza richiesta per la fusione è inferiore rispetto a quella con filo pieno; questo può anche dare un’inferiore immissione di calore.

Per alcuni lavori risulta vantaggioso l’impiego di un filo animato con o senza scoria. Per esempio quando si salda all’aperto, fuori posizione, una scoria che solidifica velocemente può agire da sostegno. Con un’attenta definizione della composizione del flusso, delle reazioni metallurgiche e chimiche della saldatura si può influenzare anche il bagno. Come regola si utilizza CORGON® 18 o CO<sub>2</sub>; non sono raccomandati livelli inferiori di CO<sub>2</sub>, in quanto la penetrazione può diventare critica.

### Influenza dei componenti del gas di protezione sulla penetrazione e aspetto superficiale del cordone di saldatura: esempio di saldatura ad angolo in un giunto a T spessore lamiera 10 mm

Saldatura MAG robotizzata a velocità costante di avanzamento e alimentazione filo.



CORGON® 10

CORGON® 18

CORGON® 55

CORGON® 10He30

### Effetto della composizione del gas di protezione nella saldatura MAG

Composizione del gas →	Ar + CO <sub>2</sub>	Ar + CO <sub>2</sub> + He Linea Performance	Ar + O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Criteri ↓				
Penetrazione in posizione di saldatura piana	Buona	Buona	Adeguata; buona su spessori sottili	Buona
Penetrazione in posizione di saldatura forzata	Più sicura con l'aumentare del tenore di CO <sub>2</sub>	Più sicura con l'aumentare del tenore CO <sub>2</sub>	Critica, bagno molto fluido	Sicura
Evitare mancanza di fusione	Buona	Migliore grazie al contenuto di elio	Critica per aumento dello scorrimento bagno di saldatura	Adeguata
Grado di ossidazione	Diminuisce con la diminuzione del tenore di CO <sub>2</sub>	Diminuisce con la diminuzione di CO <sub>2</sub>	Elevato se paragonato a miscele con CO <sub>2</sub>	Elevato
Porosità	Diminuisce con l'aumento del tenore di CO <sub>2</sub>	Ridotta per la presenza di elio	Massima sensibilità	Molto bassa
Possibilità di ponte	Migliore con il diminuire del tenore di CO <sub>2</sub>	Migliore grazie al contenuto di elio	Buona	Ridotta
Spruzzi	Diminuisce con la diminuzione del tenore di CO <sub>2</sub>	Diminuiscono con la diminuzione di CO <sub>2</sub>	Minimi	Elevati
Incidenza alterazioni metallurgiche	Bassa	Molto Bassa	Aumenta con piccoli spessori	Alta
Apporto di calore	Aumenta con l'aumentare del tenore di CO <sub>2</sub>	Aumenta con l'aumentare del tenore di CO <sub>2</sub> e elio	Minimo	Alto
Tipi di arco raccomandati	Short arc Spray arc Arco pulsato	Short arc, Spray arc (high-performance) Arco pulsato (high-performance)	Spray arc Arco pulsato	Short arc

# Specifiche caratteristiche di materiale richiedono gas di protezione specifici.

## CRONIGON®: Saldatura MAG per gli acciai inossidabili.

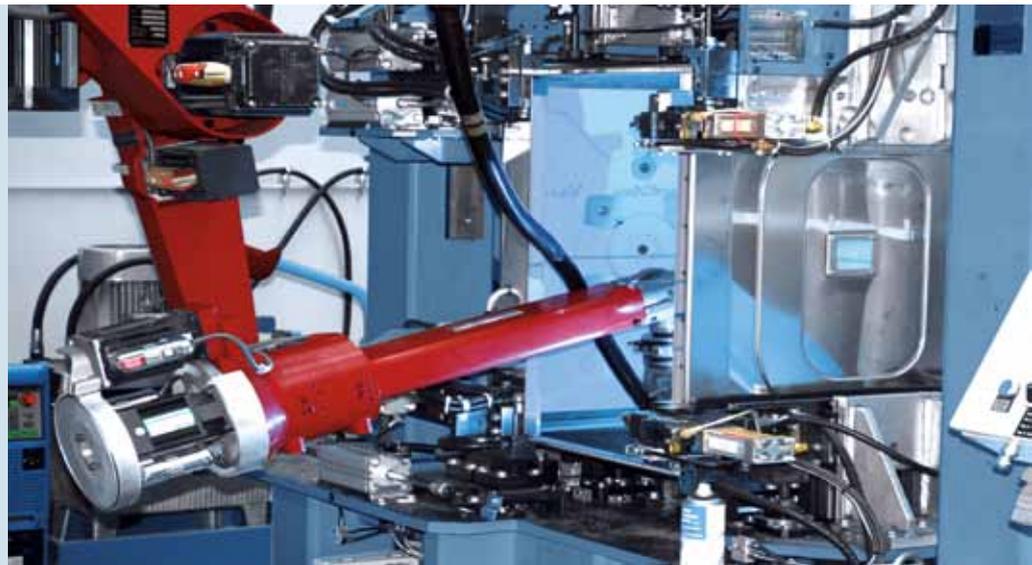
### Linea Competence

CRONIGON® 2	CRONIGON® S1
CRONIGON® S2	

### Linea Performance

CRONIGON® He20	CRONIGON® He50
----------------	----------------

CRONIGON® He50 nella saldatura MAG di componenti professionali da cucina (Fonte: Convotherm)



I gas di protezione usati per gli acciai inossidabili sono differenti rispetto a quelli impiegati nella saldatura MAG degli acciai non legati, in quanto contengono una quantità inferiore di gas attivi come ossigeno e anidride carbonica. Questo è necessario per prevenire un'eccessiva ossidazione dello strato passivo responsabile delle proprietà di resistenza alla corrosione di questi metalli. È importante ricordare che le proprietà ossidanti dell'ossigeno sono superiori a quelle della CO<sub>2</sub>. Non è comunque raccomandabile saldare in un'atmosfera inerte, usando per esempio argon, sia per l'instabilità dell'arco sia per la minore capacità di penetrazione.

Il tenore di carbonio del metallo da saldare è un fattore chiave per salvaguardare la resistenza alla corrosione. Negli acciai inossidabili a basso tenore di carbonio (ELC) non bisogna superare il valore di 0,03% nel deposito di saldatura. Per evitare variazioni di carbonio equivalente dovuto al gas di protezione, il tenore di CO<sub>2</sub> dei prodotti sopra menzionati deve limitarsi ad un massimo del 2,5%. Se il processo di saldatura viene condotto in maniera appropriata si previene la sensibilizzazione a fenomeni di corrosione. Il grafico nella pagina seguente illustra la tendenza dei vari gas a causare arricchimento o perdita di carbonio sul metallo da saldare.

Le linee guida che seguono sono applicabili se come materiale d'apporto, viene impiegato un filo pieno composto da un filo laminato a caldo e quindi trafilato a freddo con una superficie liscia, avvolto su una bobina o fusto. Per utilizzo di fili di riempimento, la cui anima contiene elementi di lega o sostanze che formano scorie di norma, viene raccomandato un gas di protezione UNI 14175-M12, come per esempio CORGON® 18, in quanto la scoria che si forma previene l'ossidazione o l'arricchimento di carbonio.

È comunque consigliato prima di utilizzare un gas di protezione, verificare le raccomandazioni del produttore del filo e confrontarsi con il tecnologo del fornitore di gas.

### Avvertenze importanti per l'uso

Gli acciai inossidabili austenitici e ferritici possono essere saldati in short arc, spray arc e arco pulsato. L'arco spray comincia già con velocità di avanzamento filo inferiori del 20% rispetto al caso dei materiali non legati. La tecnica pulsata apporta notevoli vantaggi nella saldatura degli acciai altolegati, soprattutto con filo pieno; garantisce apporto di materiale stabile e con spruzzi minimi nell'intero campo di fusione.

Grazie al loro contenuto di elio le miscele Linde della Linea Performance offrono una maggior emissione di energia ed una più elevata temperatura dell'arco. In questo modo è possibile incrementare ancora maggiormente la produttività dei processi MAG.

Anche nel caso in cui non fosse sfruttata la possibilità di incremento della velocità di saldatura, per i materiali molto viscosi, come le leghe a base di nichel, si potrebbe beneficiare di una più elevata immissione di energia, di maggiore fluidità e migliore qualità del bagno.

### Influenza del gas sull'ossidazione superficiale

Saldatura MAG su acciaio inossidabile 1.4301/304, spessore lamiera 8 mm, saldatura automatica



CRONIGON® S1



CRONIGON® 2

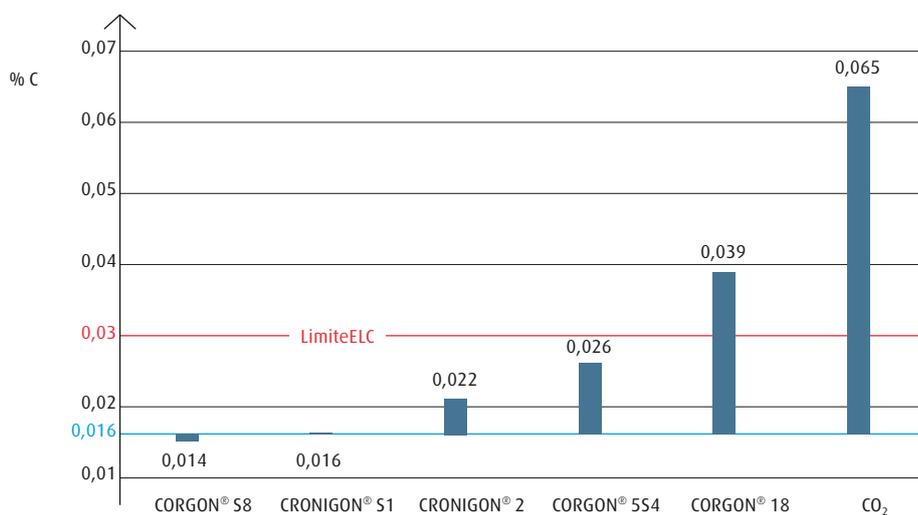


CRONIGON® He50

Per gli acciai inossidabili austenitici/ferritici, come gli acciai Duplex, si raccomandano gli stessi gas; poiché gli acciai Duplex hanno impiego in ambienti soggetti a corrosione, non è consigliabile l'uso delle miscele argon-ossigeno. A causa delle loro elevate proprietà ossidanti queste miscele ridurrebbero inevitabilmente la resistenza alla corrosione.

### Arricchimento e perdita di carbonio con differenti gas di protezione

Contenuto di carbonio nel materiale d'apporto: 0,016 %



### I gas di protezione in breve

	CRONIGON® 2	CRONIGON® S1	CRONIGON® S2	CRONIGON® He20	CRONIGON® He50
Ossidazione	Buona	Buona	Buona	Ottima	Ottima
Proprietà del bagno	Buona	Buona	Buona	Ottima	Ottima
Velocità di saldatura	Buona	Limitata	Buona	Ottima	Ottima
Saldatura multi-pass	Buona	Buona	Limitata	Buona	Ottima
Spruzzi	Buona	Buona	Ottima	Buona	Buona
Stabilità dell'arco	Buona	Buona	Ottima	Buona	Buona
Penetrazione	Buona	Limitata	Buona	Ottima	Ottima

# Qualità evidente non solo nella stabilità dell'arco. VARIGON®: saldatura MIG delle leghe di alluminio.

## Linea Competence

Argon

## Linea Performance

VARIGON® He

VARIGON® HeS

VARIGON® S

Massima produttività: saldatura MIG-Tandem di componenti di sicurezza su telai per l'industria automobilistica con VARIGON® He15S (Fonte: BMW AG)



Le saldature MIG dell'alluminio si possono effettuare in short arc, spray arc ed arco pulsato. I vantaggi della tecnica pulsata sono una ridotta quantità di spruzzi e la possibilità di utilizzare fili di diametro maggiore.

Un filo di diametro maggiore è più semplice da alimentare e, a parità di fusione, ha un tasso di deposito con una superficie più piccola; di conseguenza vengono introdotte meno impurità e meno umidità attraverso il filo.

La tecnica ad arco pulsato oggi si avvale di impianti di saldatura sia in corrente continua che in corrente alternata.

La saldatura con corrente alternata permette una mirata distribuzione dell'energia dell'arco tra il pezzo da saldare e l'elettrodo. Questa tecnologia estende l'applicazione della saldatura MIG dell'alluminio anche su componenti di piccolo spessore. Inoltre l'utilizzo di fili di diametro superiore favorisce il legame con il materiale base.

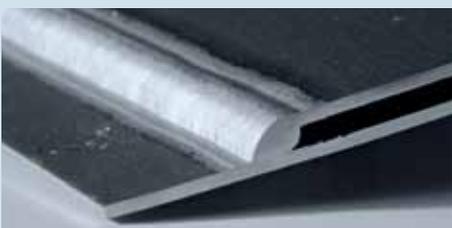
L'argon è di gran lunga il gas di protezione più usato per la saldatura MIG dell'alluminio. Ha caratteristiche molto adattabili e può essere usato per tutti i tipi di arco e in tutte le posizioni.

Ulteriori miglioramenti si possono ottenere usando VARIGON® S, miscela in cui all'argon si aggiunge gas attivo per stabilizzare l'arco.

I vantaggi sono migliore estetica del cordone di saldatura, arco più stabile e minori spruzzi.

## Migliorare le performance non significa solo aumentare la velocità di saldatura

Esempi di miglioramenti qualitativi ottenuti con l'uso dei gas specifici



Saldatura AC-MIG con VARIGON® He15S su lamiera di spessore 1 mm e gap 1,5 mm



Stabilità direzionale dell'arco MIG con VARIGON® He30S su spessori diversi, giunto a T su lamiera 3 mm con 8 mm



Confronto stabilità dell'arco con VARIGON® S (sinistra) e Argon (destra)

Le miscele della linea performance sono utilizzate quando è richiesta un'elevata qualità di saldatura o un incremento della produttività. Tutti i gas della serie VARIGON® He e VARIGON® He S contengono elio che migliora l'apporto di calore, aumenta la geometria del bagno e incrementa la velocità di saldatura.

### Benefici

- Ridotta porosità
- Migliore penetrazione, prevenzione della mancanza di fusione
- Maggiori velocità di saldatura
- Miglioramento del ponte in caso di gap irregolari
- Minore pre-riscaldamento sui componenti di spessore consistente
- Alimentazione uniforme di calore ed una migliore stabilità direzionale facilitano la saldatura dei componenti con conduttività termica differente, per esempio nelle saldature multipass.
- Distribuzione più uniforme e regolare del cordone con miglioramento delle caratteristiche metallurgiche.

La miglior performance data dall'elio e la stabilità dell'arco ottenuta con l'ossigeno vengono efficacemente combinate nei gas della serie VARIGON® HeS.

### Informazioni sulla saldatura MIG con miscele competence addittivate

#### Tensione d'arco

Con l'impiego di gas addittivati con  $O_2$  il voltaggio dell'arco può essere regolato con un valore inferiore, mantenendo la medesima lunghezza d'arco ed una costante velocità di alimentazione filo.

### Informazioni sulla saldatura MIG con miscele performance

#### Tensione dell'arco

Un contenuto di elio nella miscela di protezione richiede un voltaggio dell'arco più elevato, mantenendo la medesima lunghezza d'arco.

#### Geometria di saldatura

Un maggiore contenuto di elio produce un cordone di saldatura più largo e piatto, mantenendo la medesima velocità di saldatura; a differenza dell'argon che produce un cordone meno penetrato con superficie tondeggianti. Quindi usando miscele a base elio si hanno dei vantaggi, specialmente in caso di carichi dinamici.

#### Volume del gas di protezione

L'elio è più leggero dell'aria. Ciò dev'essere considerato sia nelle misurazioni della potenzialità produttiva sia nella regolazione del valore di portata del gas di protezione.

# Il giunto saldato ad “arco freddo”.

## Gas di saldatura per la brasatura ad arco.

### Linea Competence

Argon

CRONIGON® S1

CRONIGON® 2

### Linea Performance

VARIGON® He

VARIGON® HeS

Brasatura ad arco di componenti idraulici con CuAl8Ni2 e VARIGON® He50 (Fonte: HAWE Hydraulik)



La brasatura ad arco è un metodo alternativo usato principalmente per la realizzazione di giunti di lamiere sottili ( $t < 3,0$  mm) che sono state rivestite per la protezione dalla corrosione. Questo metodo offre enormi vantaggi rispetto alla saldatura MAG, in quanto come metallo d'apporto viene usata una lega con temperatura di fusione più bassa del materiale base.

- Minore apporto termico
- Ridotto rischio di distruzione della zincatura
- Metallo d'apporto di rame con proprietà anticorrosione
- Minima quantità di spruzzi
- Assenza di corrosione sul giunto
- Ridotta distorsione
- Buona possibilità di ponte

La scelta accurata del gas di protezione può ottimizzare le caratteristiche di questo processo. Oltre al gas di protezione, altri fattori chiave influenzano la qualità del giunto in questo processo: il tipo e lo spessore del rivestimento e la lega usata come materiale d'apporto.

Si possono usare sia l'arco corto sia l'arco pulsato. La saldatura ad arco pulsato può essere ulteriormente suddivisa in saldatura ad arco pulsato DC e saldatura ad arco pulsato AC, dato che oggi sono disponibili anche sorgenti a corrente alternata. La brasatura ad arco AC permette un'accurata distribuzione dell'energia tra il pezzo da saldare e l'elettrodo; procedimento meno aggressivo con il rivestimento del materiale base che permette una maggiore possibilità di ponte.

Sul risultato finale della lavorazione il gas di protezione ha effetti molto diversificati a seconda della lega usata del metallo di base e delle condizioni della sua superficie. L'argon è il gas universale per la brasatura a filo dato che può essere usato con tutte le leghe, per tutti i tipi di arco e in tutte le posizioni. Offre notevoli proprietà di adattabilità e un apporto di calore basso. Gli svantaggi dell'argon sono una certa

instabilità dell'arco ed una tendenza alla formazione di porosità. Sebbene la formazione di porosità non influisce sulla resistenza del giunto, restano comunque visibili a fine lavorazione. Questo comporta un ulteriore lavoro di finitura soprattutto nelle aree visibili.

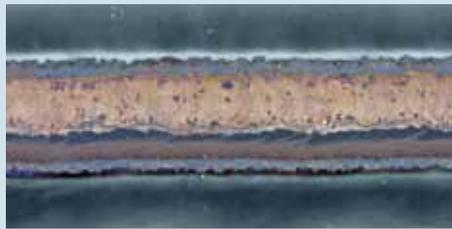
Nella brasatura ad arco di lamiere rivestite con metallo d'apporto tipo SG-CuSi3 il risultato può essere migliorato aggiungendo componenti attivi come, in particolare, CRONIGON® S1; anche CRONIGON® 2 stabilizza l'arco e riduce la porosità. Il leggero aumento di apporto termico rispetto all'argon si traduce in maggiore velocità del processo e migliore estetica del cordone.

### Migliore stabilità del cordone e bagno di saldatura

Brasatura GMA di lamiera zincata con SG-CuSi3 usando CRONIGON® S1



Argon



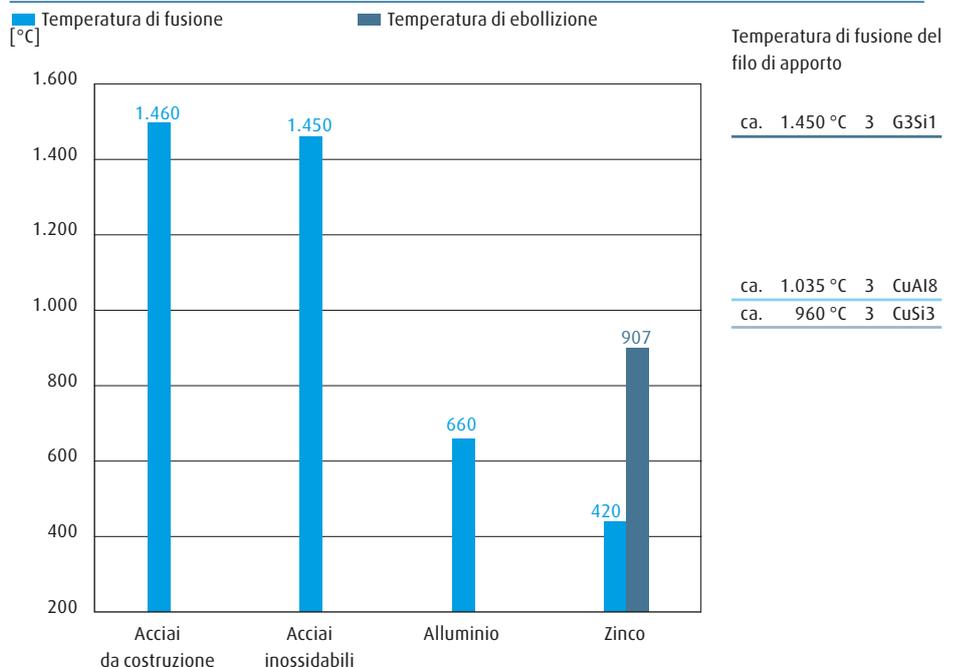
CRONIGON® S1

Il contenuto di componenti attivi nei gas di protezione deve essere minimo durante la brasatura con leghe di CuAl. In tal caso comunque aggiungendo quantità specifiche di elio si può migliorare il risultato finale. I prodotti della linea VARIGON He e VARIGON HeS migliorano l'aspetto della saldatura, offrono flusso e caratteristiche di bagno eccellenti e, grazie alla maggiore velocità di brasatura, hanno come risultato un minor apporto termico.

I gas di protezione Performance Line rappresentano inoltre i gas di scelta per la saldatura dell'acciaio inox. In assenza di vapori di zinco che disturbano l'arco i vantaggi sopra descritti sono persino più evidenti.

Sono possibili anche brasature ad arco con procedimento TIG (Tungsten Inert Gas) e PAW (Plasma Arc Welding). Dato che l'elettrodo di tungsteno non può essere utilizzato con gas ad elevato contenuto di componenti attivi, si può impiegare soltanto argon o gas inerti della linea VARIGON He e VARIGON He S.

Basso punto di fusione della lega di rame per la brasatura ad arco che permette un minor apporto termico e quindi minor evaporazione dello Zn.



# Requisiti di elevata qualità. VARIGON®: Saldatura TIG.

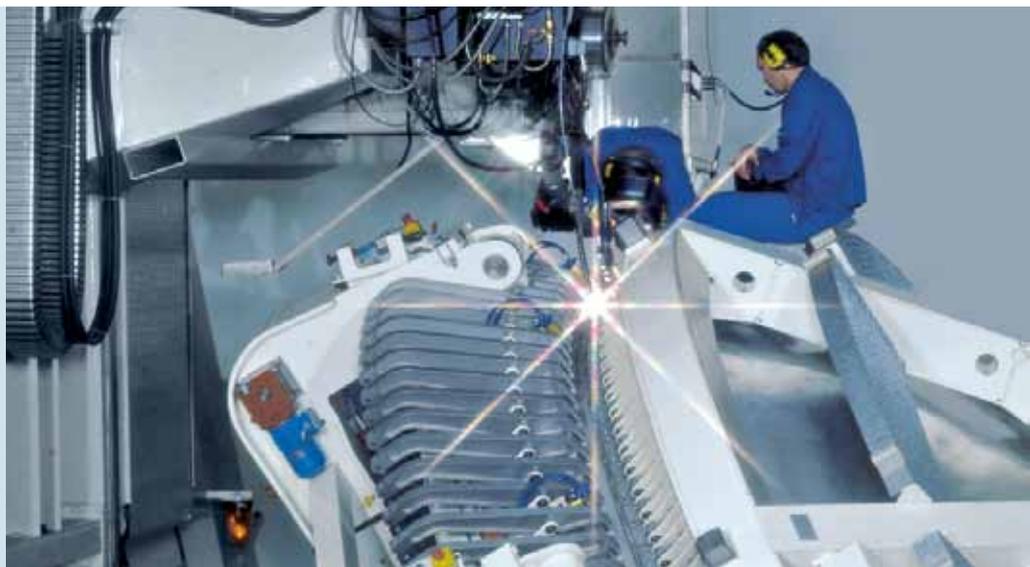
## Linea Competence

Argon	VARIGON® N
-------	------------

## Linea Performance

VARIGON® H	VARIGON® He
VARIGON® HeS	VARIGON® N2He20
VARIGON® N2H1	VARIGON® S

TIG – Procedimento di saldatura ad arco con risultati di elevata qualità; l'utilizzo è frequente anche nell'industria aerospaziale



Nella saldatura TIG l'arco scocca tra il pezzo da saldare e un elettrodo infusibile in tungsteno. Per proteggere l'elettrodo di tungsteno e il bagno di saldatura devono essere usati gas inerti come l'argon. Questo procedimento di saldatura è adatto per tutti i metalli saldabili per fusione. Il tipo di corrente, la polarità e il gas protettivo usati dipendono dal materiale di base. La saldatura TIG può essere eseguita con o senza materiale d'apporto.

### Indicazioni per l'uso

L'aggiunta di idrogeno o elio ha un effetto positivo sullo sviluppo e la trasmissione di energia soprattutto nella saldatura TIG. La Linea Performance offre un'ampia gamma di gas speciali che, grazie al loro contenuto di elio e idrogeno, permettono un notevole incremento produttivo.

I prodotti della Serie VARIGON® H sono principalmente raccomandati per la saldatura TIG degli acciai inossidabili austenitici e per le leghe di nichel. Il contenuto di idrogeno permette un maggiore scambio di energia nell'arco; questo porta come risultato una maggiore penetrazione e/o maggiori velocità di saldatura. Il contenuto di idrogeno può essere anche del 15%, sebbene per la saldatura manuale il limite massimo è fissato a 6,5%. In linea di principio, i gas che contengono idrogeno sono raccomandati soprattutto per la saldatura automatica in quanto c'è una maggiore difficoltà di controllo del calore ed il bagno è molto fluido. I gas contenenti idrogeno non devono essere usati per saldare le leghe di alluminio e gli acciai sensibili all'idrogeno, in quanto questo può apportare un incremento della porosità e della fragilità.

Siccome l'elio, come l'argon, è un gas inerte, le miscele della serie VARIGON® He possono essere usate anche per le leghe di alluminio, tutti i tipi di acciaio e per i metalli sensibili ai gas.

I Gas VARIGON® He30S e VARIGON® S oltre a contenere argon e elio sono additivati con una minima quantità di ossigeno per migliorare la stabilità dell'arco. Questi gas possono evidentemente migliorare i risultati di saldatura, soprattutto quando vengono utilizzati in corrente alternata per la saldatura TIG dell'alluminio.

I gas della serie VARIGON® N erano stati sviluppati in particolare per la saldatura TIG degli acciai duplex e per i materiali completamente austenitici. L'aggiunta di azoto produce austenite nella zona fusa, cosa particolarmente buona nella saldatura TIG degli acciai duplex senza l'aggiunta di materiale d'apporto. Questi gas si sono rivelati ottimi anche per la saldatura degli acciai altolegati a bassa ferrite nell'industria chimica. Si noti che, a causa del suo contenuto di idrogeno, VARIGON® N2H1 non è adatto per gli acciai duplex.

**VARIGON® H6 aumenta la velocità di saldatura e la penetrazione**

Saldatura manuale degli acciai inossidabili 1.4301, spessore della lamiera 4 mm

TIG- DC, Argon,  $v_s = 13$  cm/minTIG-DC, VARIGON® H6,  $v_s = 18$  cm/min**VARIGON® S per la stabilizzazione dell'arco con alluminio**

Saldatura automatica e relativa ossidazione superficiale



TIG-AC, Argon



TIG-AC, VARIGON® S

Linea Competence	Linea Performance	Materiale	Osservazioni
Argon		Tutti i materiali saldabili	Impiego più frequente. Purezza minima necessaria per i materiali sensibili 4.8
	VARIGON® He30S VARIGON® S	Alluminio e sue leghe	Maggiore stabilità dell'arco e innesco più sicuro in AC
	VARIGON® He15 VARIGON® He30 VARIGON® He50 VARIGON® He70	Alluminio e sue leghe Rame e sue leghe	Arco più caldo con aumento tenore He <ul style="list-style-type: none"> <li>• migliore penetrazione</li> <li>• aumento velocità di saldatura</li> </ul>
	Elio	Alluminio e sue leghe	Saldatura TIG a corrente continua con elettrodo a polarità negativa
	VARIGON® H2 VARIGON® H5 VARIGON® H10 VARIGON® I 22-25	Acciai inossidabili austenitici Nichel e leghe a base di nichel	Con l'aggiunta di idrogeno <ul style="list-style-type: none"> <li>• migliore penetrazione</li> <li>• aumento velocità di saldatura più elevata</li> <li>• migliore estetica cordone (azione riducente H<sub>2</sub>)</li> </ul>
VARIGON® N2 VARIGON® N3	VARIGON® N2He20	Acciai duplex- e Superduplex	Controllo e bilanciamento rapporto austenite/ferrite
VARIGON® N2 VARIGON® N3	VARIGON® N2H1	Acciai inossidabili superaustenitici	Riduce formazione di ferrite nella zona fusa Incremento prestazioni grazie all'apporto di H <sub>2</sub>

# Maggiore densità di energia nella saldatura ad arco concentrato. VARIGON®: saldatura al plasma.

## Linea Competence

Argon

## Linea Performance

VARIGON® H

VARIGON® He

Saldatura orbitale al plasma su tubi di alluminio  
(Fonte: Linde Engineering)



La saldatura ad arco PAW si differenzia dalla saldatura TIG, in quanto l'arco plasma ionizzato dal gas passa tra l'elettrodo di tungsteno interno alla torcia e il foro dell'ugello con aumento stabilità, temperatura e densità.

Un secondo gas inerte protegge poi il bagno di saldatura. Ne risulta che l'arco PAW possiede una maggiore densità energetica dell'arco TIG.

Nella saldatura plasma sono quindi necessari due gas: un gas per arco pilota/plasma e un gas di protezione secondario. L'argon è comunemente usato come gas plasma; in rari casi, se compatibile con il metallo da lavorare, all'argon viene aggiunto fino al 2% di H<sub>2</sub>.

Il gas di protezione secondario viene scelto seguendo gli stessi parametri che si usano per la saldatura TIG. L'argon è un gas molto versatile che può essere usato con tutti i materiali. Nella saldatura dell'alluminio il VARIGON® S stabilizza l'arco.

I gas di protezione della Linea Performance vengono generalmente impiegati per incrementare la performance della saldatura. I gas VARIGON® He sono adattabili per tutti i materiali. I gas VARIGON® H sono stati ottimizzati per gli acciai inossidabili alto-legati, i gas VARIGON® HeS per l'alluminio.

In base al metodo usato ed al rendimento che si vuole ottenere, la saldatura plasma può essere ulteriormente classificata in: saldatura micro-plasma (0,1-50 A, t = 0,05-2,5 mm), saldatura plasma di lamiere spesse (50-350 A, t = 2,5-10 [12] mm) e saldatura plasma keyhole (da 60 A, t > 2 mm).

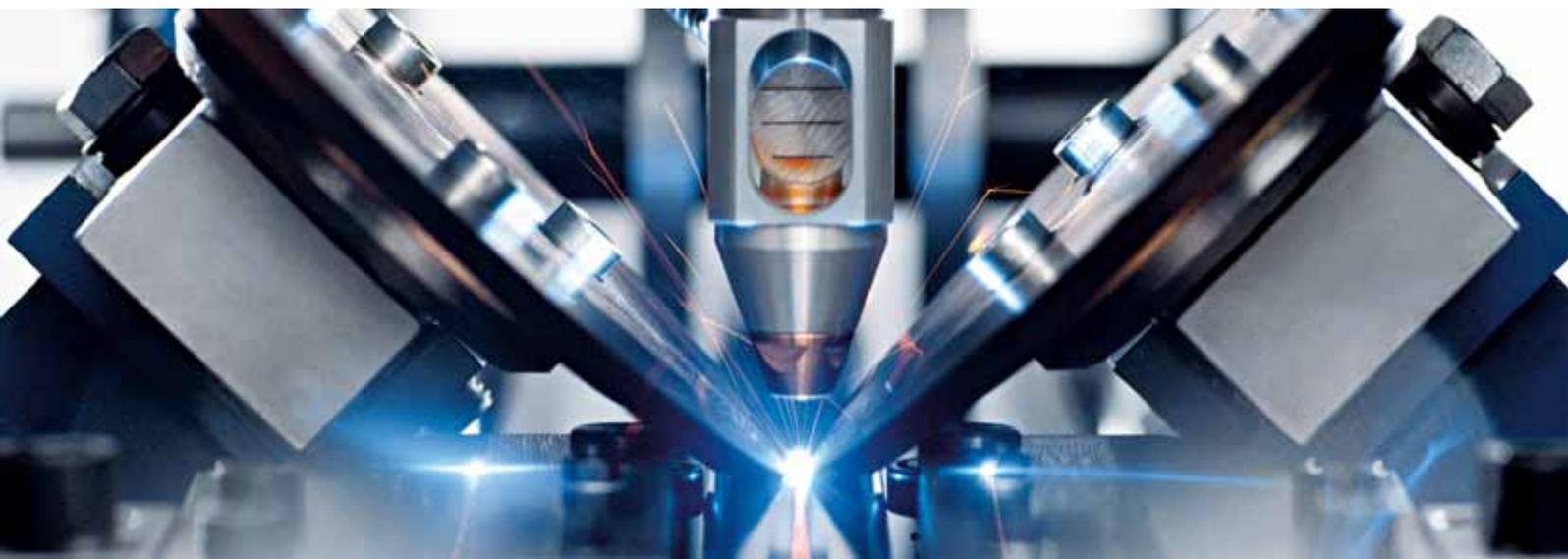
## Metalli saldabili con procedimento PAW

- Acciai non legati/acciai basso-legati
- Acciai alto-legati: CrNi e CrNiMo (buona con metodi keyhole dovuti all'alta viscosità del materiale fuso)
- Ni e sue leghe
- Titanio e sue leghe
- Leghe CuNi, Cu
- Alluminio e sue leghe

## Le applicazioni della saldatura PAW

- Ingegneria chimica
- Industria aerospaziale
- Costruzione di contenitori
- Industria alimentare
- Industria automobilistica.

## Quando precisione e velocità si incontrano. Gas di processo per saldatura laser e laser-ibrida.



Saldatura Laser (Fonte: TRUMPF GmbH + Co. KG)

Quando sono necessarie velocità di saldatura elevate, la tecnica laser offre una più mirata energia e una minore distorsione. La maggior parte delle saldature laser vengono fatte senza materiale d'apporto, anche se in alcuni casi questo può rendersi necessario per ragioni metallurgiche o per carenti preparazioni del giunto. La saldatura laser si applica agli acciai, ai metalli leggeri ed ai materiali termoplastici.

Per la saldatura laser esistono differenti tipi di laser: il laser a CO<sub>2</sub> e il laser Nd:YAG. A prescindere dal tipo di laser, per ottenere saldature di alta qualità, sono necessari i gas di protezione. Nel caso del laser a stato solido Nd:YAG la scelta del gas di protezione dipende dal tipo di materiale; nel caso del laser a CO<sub>2</sub> dev'essere tenuta in considerazione anche l'interazione tra il gas di protezione e il raggio laser.

Per il laser a CO<sub>2</sub> viene utilizzato l'elio e le sue miscele. LASGON® C1, per esempio, viene usato per la saldatura laser di acciai basso-legati e galvanizzati. Per il laser Nd:YAG si utilizza argon e miscele di qualità LASGON®.

La saldatura laser-ibrida è una combinazione tra saldatura laser, un processo ad arco, come MAG, TIG o plasma. I due processi interagiscono contemporaneamente nel bagno di fusione. Il tipo di gas di protezione viene determinato dal processo ad arco e dal tipo di materiale da saldare. Per esempio per ottenere una saldatura di elevata qualità degli acciai basso-legati, il CORGON® S3He25 è un'ottima scelta.

# Per lavorazioni di altissima qualità. Gas per protezione a rovescio.

## Linea Competence

Argon	VARIGON® N
Azoto	

## Linea Performance

Forming gas 95/5 - 70/30
VARIGON® H

Saldatura mediante forming gas



Molti metalli, quando esposti ad alte temperature, tendono ad ossidarsi. Per esempio sugli acciai inossidabili o materiali al titanio, generalmente gli ossidi appaiono come colore di rinvimento. Il colore di rinvimento danneggia la resistenza alla corrosione di questi metalli. Inoltre una forte ossidazione danneggia la parte a rovescio della saldatura. Per assicurare una resistenza ottimale alla corrosione si deve proteggere anche la saldatura a rovescio dall'aria atmosferica. Un'accurata eliminazione dell'ossigeno atmosferico può prevenire ossidazione e colori di rinvimento.

Si possono utilizzare due procedimenti diversi

- Rimozione dell'aria mediante gas inerti, come Argon, o parzialmente inerti, come Azoto.

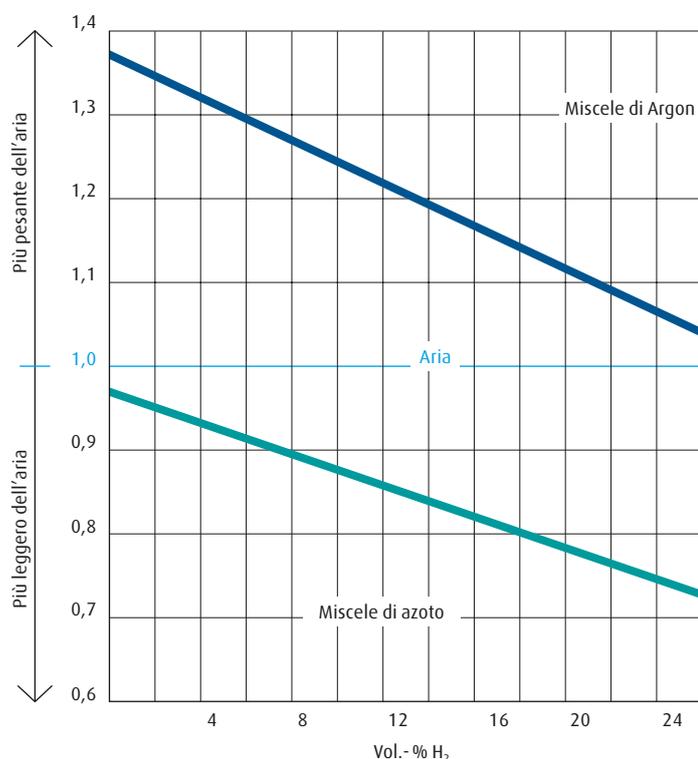
Il processo di protezione a rovescio avviene per immissione del gas di protezione che rimuove i gas dell'aria presenti, inducendo una minima miscelazione. Questo principio si applica, per esempio, per grandi serbatoi. Con questo metodo è molto importante tenere presente la densità relativa del gas di protezione. Dal punto di vista puramente teorico, nello scenario del caso-tipo con questo processo, si utilizza tanto gas di protezione quanto è il volume da spurgare.

Nel caso di rimozione dell'aria in condizioni di diluizione, il gas di protezione è distribuito uniformemente su tutta la superficie e si miscela con l'aria da eliminare. Nel caso di grossi volumi d'aria da rimuovere, l'immissione del gas di protezione e relativo spurgo deve continuare finché l'ossigeno residuo non si abbassa al di sotto di una determinata soglia. Pertanto la quantità di gas di protezione necessaria è molto superiore rispetto a quella del volume da spurgare.

- Rimozione dell'aria e sfruttamento dell'azione riducente dell'idrogeno.

Le miscele di protezione a rovescio contenenti idrogeno offrono maggiori garanzie contro la formazione di colorazioni da rinvimento, ma purtroppo non sono adatti per tutti i metalli. La scelta del gas per la protezione a rovescio dipende principalmente dal tipo di materiale da proteggere. L'acciaio è molto sensibile all'idrogeno come i metalli altamente reattivi, quali titanio, sono generalmente protetti con argon. L'acciaio inossidabile austenitico può essere protetto con i gas di protezione contenenti idrogeno, per esempio quelli della linea "Forming Gas" o della serie VARIGON® H.

## Densità relativa del forming gas



Retro del cordone di saldatura senza protezione a rovescio



Retro del cordone di saldatura con protezione a rovescio

### Informazioni d'uso

I gas per la protezione a rovescio sono definiti dalla norma UNI 14175.

- Gruppo R (Miscela Ar-H<sub>2</sub>)
- Gruppo I (Miscela Ar o Ar-He)
- Gruppo N (Miscela N<sub>2</sub> o N<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>)

Per evitare la formazione di colore di rinvenimento è necessario rispettare dei tempi minimi di lavaggio. Questi tempi dipendono dalla geometria e dal volume del componente oltre che dal flusso di gas. Come valore indicativo di volume di gas protettivo necessario per il tubo, per esempio, si calcola 2,5-3 il volume geometrico del componente, calcolato dal punto di immersione al punto di saldatura. In base al diametro del tubo si consiglia una portata da 5 a 12 l/min.. Si raccomanda l'uso di un dispositivo per la misurazione dell'ossigeno residuo.

Per prevenire la formazione dei colori di rinvenimento dopo la saldatura, il flusso del gas di protezione deve essere inserito finché il pezzo non si è raffreddato ad una temperatura di circa 220 °C. Se il rovescio della saldatura non è accessibile per una successiva lavorazione, bisognerebbe immettere il gas di protezione tramite apposita scarpetta per un tempo necessario a dissolvere il colore di rinvenimento del lato saldatura.

Sugli acciai inossidabili stabilizzati al titanio i gas che contengono N<sub>2</sub> provocano una colorazione giallognola sul rovescio della saldatura, come conseguenza alla formazione del nitrito del titanio. L'uso di gas di protezione per la saldatura a rovescio sugli acciai Duplex e Superduplex migliora la resistenza alla corrosione.

### Raccomandazioni di sicurezza

I gas per la protezione a rovescio con tenore di idrogeno superiore al 4%, messi a contatto con aria o ossigeno, possono formare miscele esplosive. L'utilizzatore deve prendere precauzioni per prevenire la formazione di tali possibili conseguenze. Per ragioni di sicurezza il bollettino DVS 0937 raccomanda la combustione dell'idrogeno nel caso di miscele con tenore di idrogeno uguale o superiore al 10%.

Durante i processi di inertizzazione di grossi particolari è necessario assicurare adeguata ventilazione dell'area di lavoro, prima che il personale vi acceda; se l'area dove si lavora è di dimensione ridotte, bisogna tenere in considerazione la carenza di ossigeno.

### Forming gas impiegati per i diversi materiali

Forming gas	Materiale di base
Argon	Tutti i materiali saldabili
Serie VARIGON® H	Miscela Ar-H <sub>2</sub>
Forming gas	Miscela N <sub>2</sub> -H <sub>2</sub>
	Acciai inossidabili austenitici (non stabilizzati al titanio)
	Acciai (eccetto acciai ad alta resistenza e grano fine)
Serie VARIGON® N	Miscela Ar-N <sub>2</sub> -N <sub>2</sub>
	Acciai inossidabili austenitici (non stabilizzati al titanio)
	Acciai Duplex e Superduplex

# Soluzioni pratiche per materiali speciali.

## Gas di saldatura per materiali speciali.

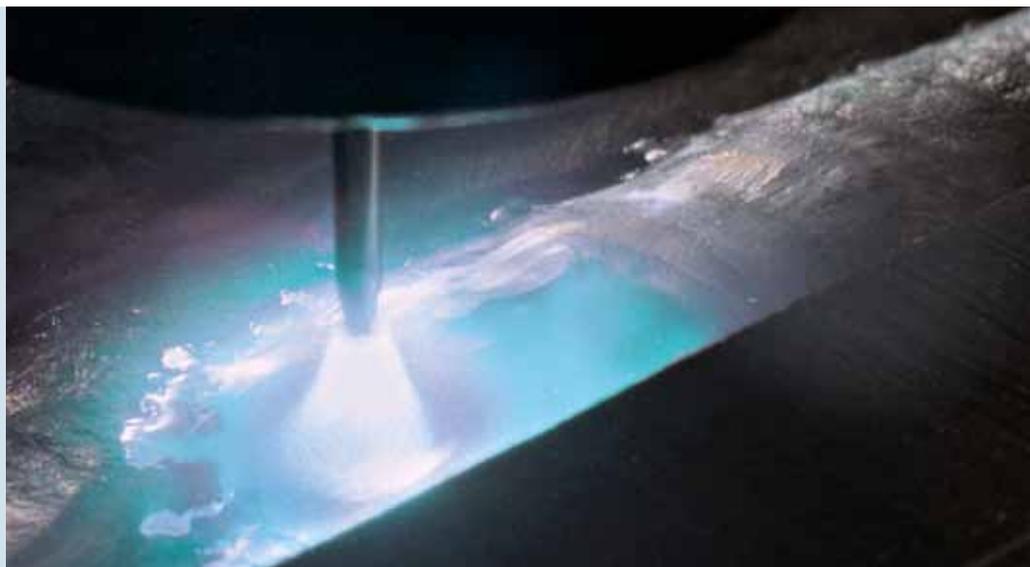
### Linea Competence

Argon	VARIGON® N
-------	------------

### Linea Performance

VARIGON® He	VARIGON® HeS
CRONIGON® Ni10	CRONIGON® Ni20

Saldatura MAG con CRONIGON® Ni30



Il gruppo dei cosiddetti “metalli speciali” non è chiaramente definito. In generale vengono considerati speciali tutti quei materiali che non rientrano nella categoria “standard”, come per esempio l’alluminio, gli acciai strutturali e quelli inossidabili. Questo gruppo include sia i metalli a base di nichel, rame o magnesio, sia i metalli sensibili, quali titanio, tantalio e zirconio.

#### Materiali sensibili: Ti, Ta, Zr

Titanio, tantalio e zirconio sono definiti materiali reattivi, in quanto reagiscono immediatamente con  $O_2$ ,  $N_2$  e  $H_2$ . Questi processi sono causati dal calore che si genera durante la saldatura. La presenza anche di minime quantità di gas atmosferici può provocare fragilità del cordone di saldatura; condizione irreversibile anche se si ricorre ad un successivo trattamento termico. In simili condizioni di calore, l’ossigeno causa anche una notevole ossidazione della superficie e, di conseguenza, inficia la resistenza alla corrosione tipica di questo materiale. L’impiego di gas di protezione appropriati è il fattore più importante per la protezione di materiali così pregiati e suscettibili a queste influenze negative.

La saldatura TIG con argon puro come gas di protezione è il procedimento di saldatura più comune per questo tipo di materiali. La purezza dovrebbe essere almeno 4.8 (99,998%). Per spessori più elevati e per ottenere una maggiore penetrazione, si possono impiegare anche le miscele inerti, come ad esempio VARIGON® He30.

#### Nichel

Nel caso delle leghe di nichel la scelta del gas di protezione più adatto dipende largamente dal tipo di lega. Sono disponibili sul mercato diversi tipi di lega che variano notevolmente a seconda del tipo di applicazione in termini di proprietà metallurgiche e di idoneità alla saldatura; di conseguenza ci sono altrettante tipologie di gas raccomandati. Qualora foste indecisi circa il gas da utilizzare, Vi consigliamo di contattare i nostri specialisti oppure il produttore del materiale.

#### Saldatura TIG

Molte leghe di nichel possono essere saldate facilmente con miscele argon-idrogeno, per esempio VARIGON® H2. Per altri materiali, per esempio quelli suscettibili a cricche a caldo, è meglio utilizzare argon puro. Tuttavia, per ragioni metallurgiche, le superleghe a base di nichel necessitano dell’aggiunta di azoto nel gas di protezione, per esempio VARIGON® N2.



Produzione di un tubo per forno fatto in lega di Nicrofer® 6025HT/602CA con CRONIGON® Ni30.  
(Fonte: H. BUTTING GmbH & Co. KG)

### Saldatura MAG

I gas della serie CRONIGON® Ni sono stati creati appositamente per la saldatura MAG dei materiali a base di nichel. Queste miscele brevettate sono tutte addizionate con CO<sub>2</sub>. Questa minuscola quantità di CO<sub>2</sub> stabilizza l'arco in maniera appena percettibile senza causare alterazione del tenore di carbonio del metallo da saldare.

CRONIGON® Ni10 e CRONIGON® Ni20 contengono idrogeno e elio, componenti che migliorano le proprietà della ionizzazione, l'aspetto del cordone e, allo stesso tempo, la resistenza alla corrosione.

CRONIGON® Ni30 è stato sviluppato specialmente per la saldatura MAG delle superleghe 602CA. Oltre alla CO<sub>2</sub> questa miscela contiene anche elio e idrogeno; quest'ultimo riduce il rischio di cricche a caldo durante la saldatura.

### Rame

Il rame e la maggior parte delle sue leghe sono materiali caratterizzati da un' altissima conduttività termica. Per compensare la rapida dissipazione di calore, si raccomanda l'uso di miscele contenenti elio. Sia VARIGON® He30 sia VARIGON® He50 sono una buona scelta per entrambe le saldature MIG e TIG. Con l'utilizzo di queste miscele si possono ridurre/eliminare i tempi di preriscaldamento. Per prevenire l'ingrossamento da idrogeno, è meglio evitare l'uso di gas di protezione contenenti H<sub>2</sub>.

### Magnesio

Le miscele di gas inerti, nello specifico argon, elio ed i loro composti, sono usati per la saldatura ad arco con gas delle leghe di magnesio. L'argon può essere impiegato per tutti i metodi di saldatura eccetto che nel processo TIG in CCPD. Tuttavia le miscele VARIGON® He sono generalmente raccomandate come gas di protezione dato che possono ridurre la formazione di pori.

Solo i gas di protezione con un contenuto di elio molto alto, come VARIGON® He90 o elio puro, possono essere usati per la saldatura TIG in CCPD del magnesio, altrimenti non ci sarà sufficiente energia/calore per la saldatura.

Nel caso della saldatura MIG, a causa dell'alta resistenza elettrica del magnesio associata al riscaldamento della parte finale libera del filo, la quantità di energia che può essere trasferita nel filo è limitata. Questo problema può essere in qualche modo evitato, usando un gas di saldatura che contenga elio. Oltre alla classica tecnica dell'arco pulsato recentemente si utilizza una forma d'arco di saldatura detta short arc controllato o special pulsed. Anche in questo caso, per ridurre la formazione di pori, possono essere usate le miscele VARIGON® He.

# Soluzioni di fornitura Linde Gas. Efficienza ed Economicità.



## Linde GENIE® Digital

Il costante impegno del Gruppo Linde nella sperimentazione, ricerca e sviluppo e l'esperienza acquisita con la nuova Linea di miscele Performance per saldatura ha permesso di realizzare LINDE GENIE®: bombole gas di nuova generazione. LINDE GENIE® è una nuova soluzione tecnologica di stoccaggio e fornitura gas a 300 bar che segna un cambiamento fondamentale nella tecnologia delle bombole per l'industria.

Nel sistema LINDE GENIE®, oltre al contenitore di nuova generazione, sono state perfezionate nuove valvole e regolatori con unità di controllo digitale del prodotto.



Linde GENIE® Digital capacità 20 lt. 300 bar

I nostri moderni impianti di produzione, i regolari controlli di qualità e la capillare rete distributiva ci permettono di garantire un servizio di fornitura estremamente preciso ed affidabile.

I nostri canali distributivi sono differenziati ed economici. Le tipologie di fornitura si adattano alle Vostre esigenze: dalle piccole bombole da 10 litri fino ai serbatoi di stoccaggio da 75.000 litri. La fitta rete di distribuzione, i molteplici siti di produzione e l'ampia gamma di prodotti offerti sono fattori di garanzia per la disponibilità immediata del prodotto.

Il nostro Team del Servizio Tecnico è in grado di progettare, installare ed effettuare collaudi sugli impianti di distribuzione per gas tecnici presso lo stabilimento del Cliente.

Previa visita accurata delle Vostre strutture, Vi proponiamo la soluzione di fornitura/stoccaggio più idonea, funzionale ed economica.

## Bombole di acciaio



Capacità in litri	Qtà* in m <sup>3</sup>
10	2,1-2,4
20	4,0-4,7
50	9,1-11,8

\*Contenuto gassoso, la quantità di prodotto immesso nella bombola dipende dal gas.

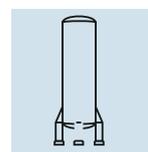
## Pacchi di bombole



Contenuto\* m<sup>3</sup> 106,8-141,6

\*Contenuto gassoso, la quantità di prodotto immesso nella bombola dipende dal gas.

## Serbatoi stoccaggio



Contenuto in litri  
600-75.000 l

## Servizi e Corsi di Formazione.



### LISY<sup>®</sup>tec

LISY<sup>®</sup>tec è un sistema di distribuzione di ossigeno, acetilene ed altre miscele di saldatura in speciali bombole con regolatore di pressione integrato a due stadi che garantisce la facilità d'uso e l'alto livello di sicurezza. L'ergonomico dispositivo di protezione della valvola permette di maneggiare la bombola con facilità e protegge la struttura da danni. LISY<sup>®</sup>tec fa risparmiare: non dovrete più acquistare un regolatore di pressione.

### Total Gas Management

Preferite sedere tranquilli alla Vostra scrivania e dare in gestione tutte le attività legate al gas ad un Partner sicuro ed affidabile? Il nostro Team di Total Gas Management si occuperà di tutto: aspetti logistici, servizi di movimentazione, manutenzione e sicurezza.

### Programma di sicurezza manipolazione dei gas

Linde Gas Italia dispone di programmi modulari; veri e propri pacchetti formativi personalizzati costruiti sulla base delle esigenze del Cliente e del suo processo produttivo.

- Formazione in materia di sicurezza
- Servizi per la sicurezza
- Prodotti di sicurezza.

### Altri servizi

Il nostro staff altamente specializzato e certificato IWT\* è in grado di fornire:

#### Consulenza Tecnica

Analisi e assistenza procedimenti di saldatura  
Assistenza normative e procedimenti di saldatura  
Assistenza controlli e ispezioni qualità saldatura

#### Formazione

Corsi di formazione procedimenti di saldatura ad arco elettrico  
Corsi di formazione procedimenti di brasatura  
Corsi di addestramento pratico tecniche di saldatura

#### Ottimizzazione

Selezione specifica miscele di protezione per procedimento/materiale  
Assistenza applicativa nei processi produttivi di saldatura  
Assistenza applicativa nei processi produttivi di taglio

#### Certificazione

Analisi e prove di laboratorio (presso laboratori cliente e/o IIS)  
Certificazione qualifiche di procedimento (IIS)  
Certificazione qualifiche saldatori (IIS)  
Certificazione UNI EN ISO 3834 (IIS)

#### Progettazione

Progettazione e realizzazione impianti di stoccaggio e distribuzione gas tecnici

\* International Welding Technologist

# Competenza ed innovazione. Linde gas Italia.

The Linde Group è il leader mondiale nel settore dei gas industriali, medicinali e dell'ingegneria impiantistica.

Con l'acquisizione delle Aziende multinazionali AGA nel 2000 e BOC nel 2006, il Gruppo vanta oggi un fatturato mondiale di oltre 12 miliardi di euro e circa 50.000 dipendenti in oltre 70 Paesi.

Linde Gas, presente in Italia dal 1991, nel corso degli anni ha effettuato significativi investimenti in tutto il Paese e fattura oggi circa 200 milioni di euro.

Linde produce e vende ogni tipo di gas, dai più conosciuti quali ossigeno, azoto, argon, acetilene e miscele, fino ai gas campione ed ai gas ultrapuri per la ricerca e per l'elettronica; Linde progetta, sviluppa e commercializza processi ed impianti di ogni dimensione per l'applicazione dei gas tecnici nei più disparati campi di applicazione industriale.

Linde offre ai propri Clienti un portafoglio ampio e completo di gas compressi e liquefatti, oltre ad altri prodotti chimici, fornendo uno spettro molto ampio di Clientela industriale che va dalla produzione di acciaio, alle raffinerie, all'industria chimica e farmaceutica, alla protezione ambientale, alla saldatura, all'industria alimentare, alla produzione del vetro, all'elettronica.

In Italia Linde vanta anche una presenza molto significativa nei gas farmaceutici per la sanità e nelle terapie respiratorie domiciliari.

Linde Gas Italia dispone di propri centri di produzione, imbottigliamento e distribuzione gas, nonché di una fitta rete di punti vendita in grado di garantire un capillare servizio di fornitura e consulenza.

Coerenza e rispetto dei valori aziendali sono aspetti centrali della strategia Linde, insieme all'attenzione verso il Cliente e all'eccellenza dei processi. La responsabilità sociale e il rispetto ambientale sono valori chiave che coinvolgono tutto il personale.

## Sedi commerciali.

### Linde Gas Italia

Via Guido Rossa 3,  
20010 Arluno (MI)  
Telefono: +39.02.90373-1  
Fax: +39.02.90373-599

Via Chiusa 6, Loc. Aspigo,  
60027 Osimo (AN)  
Telefono: +39.071.7202221  
Fax: +39.071.7202259

Str. Prov.le. Pianura 11,  
Loc. San Martino, 80078 Pozzuoli (NA)  
Telefono: +39.081.85300-40  
Fax: +39.081.85300-34

Via dell'Agricoltura 4,  
Z.A.I. Est, 37047 San Bonifacio (VR)  
Telefono: +39.045.61091-1  
Fax: +39.045.6109-141

Z.I. Via Danubio snc,  
65016 Montesilvano (PE)  
Telefono: +39.085.46863-1  
Fax: +39.085.4681478

Via dei Lillà 2,  
70026 Modugno (BA)  
Telefono: +39.080.5380266  
Fax: +39.080.5380258

Via Virginio 382,  
50025 Montespertoli (FI)  
Telefono: +39.0571.6753-5  
Fax: +39.0571.6753-99

Via Pio Semeghini 38,  
00155 Roma  
Telefono: +39.06.22896-231  
Fax: +39.06.22896-512

### Linde Gas Italia

Gas Tecnici e Speciali, Tecnologie e Soluzioni per l'Industria

Via Guido Rossa 3, 20010 Arluno (MI)

Telefono: +39.02.90373-1, Fax: +39.02.90373-599

marketing@it.linde-gas.com; www.linde-gas.it