



FEDERCHIMICA

ASSOGASTECNICI

Associazione nazionale imprese gas tecnici,
speciali e medicinali

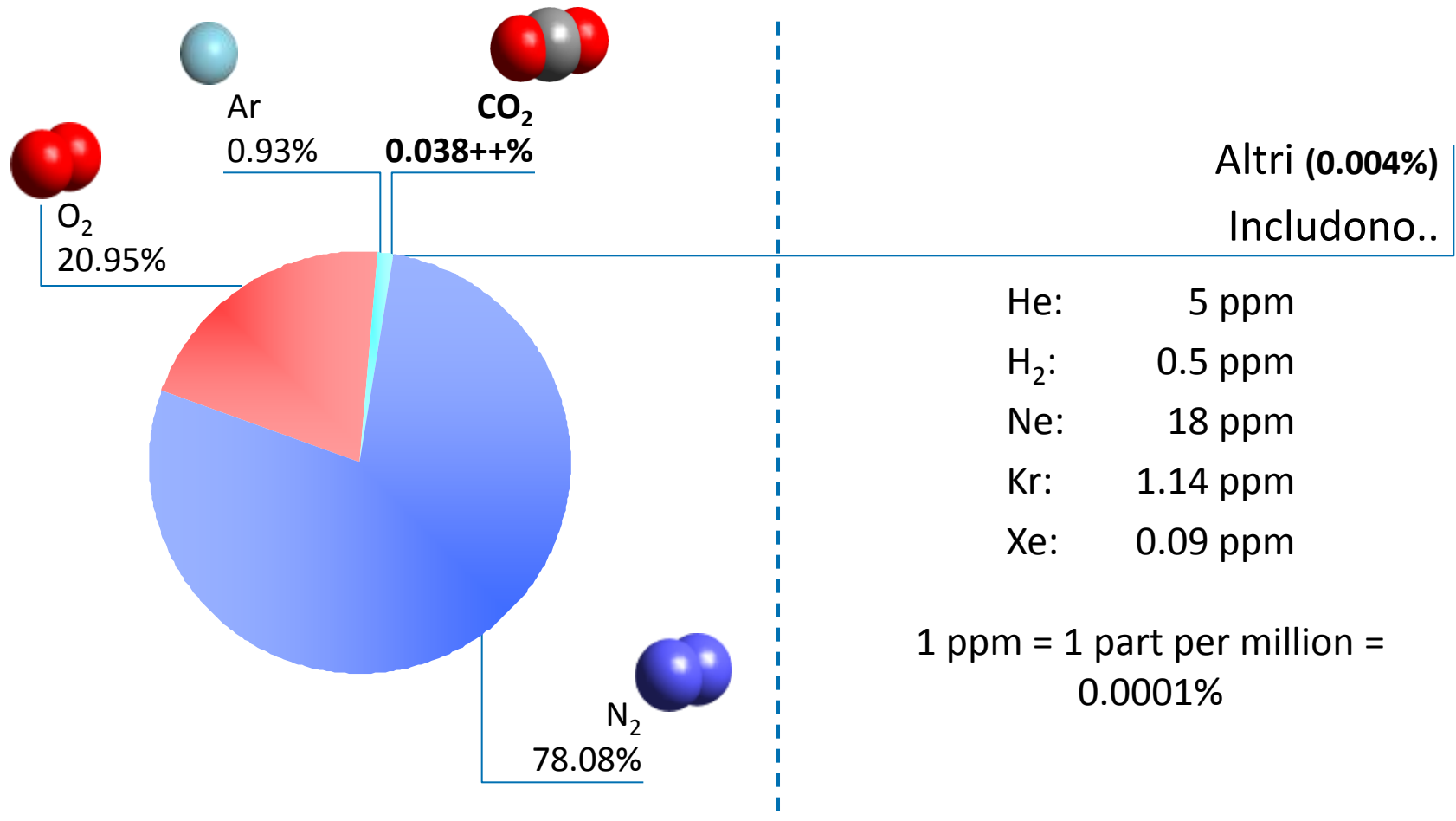
L'anidride carbonica

Aspetti di sicurezza

L. De Lorenzi
SOL SpA

Generalità - Composizione dell'aria

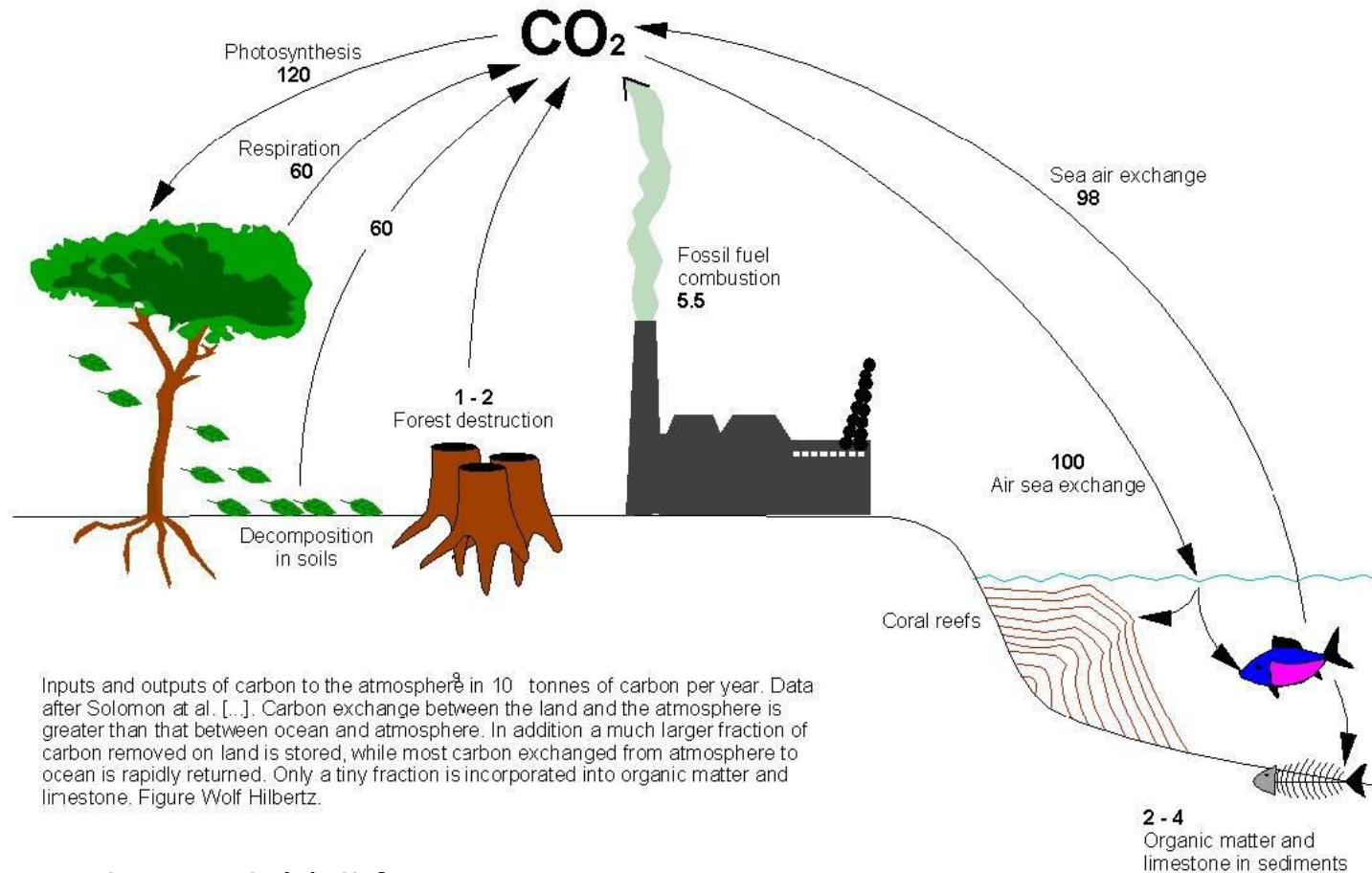
Principali Componenti *Air composition (vol%)*



Generalità - Composizione dell'aria

- Negli ultimi anni la CO₂ è stato oggetto di diversi dibattiti riguardante l'effetto serra
- CO₂ è un elemento chiave per il nostro pianeta e per l'intero ecosistema
 - usato dalle piante per formare la materia organica attraverso la fotosintesi
 - respirazione, la conversione di ossigeno in anidride carbonica, è un ulteriore processo elementare della natura per mantenere la vita
 - un importante prodotto finale della decomposizione di tutti i materiali organici

Generalità - Ciclo CO₂



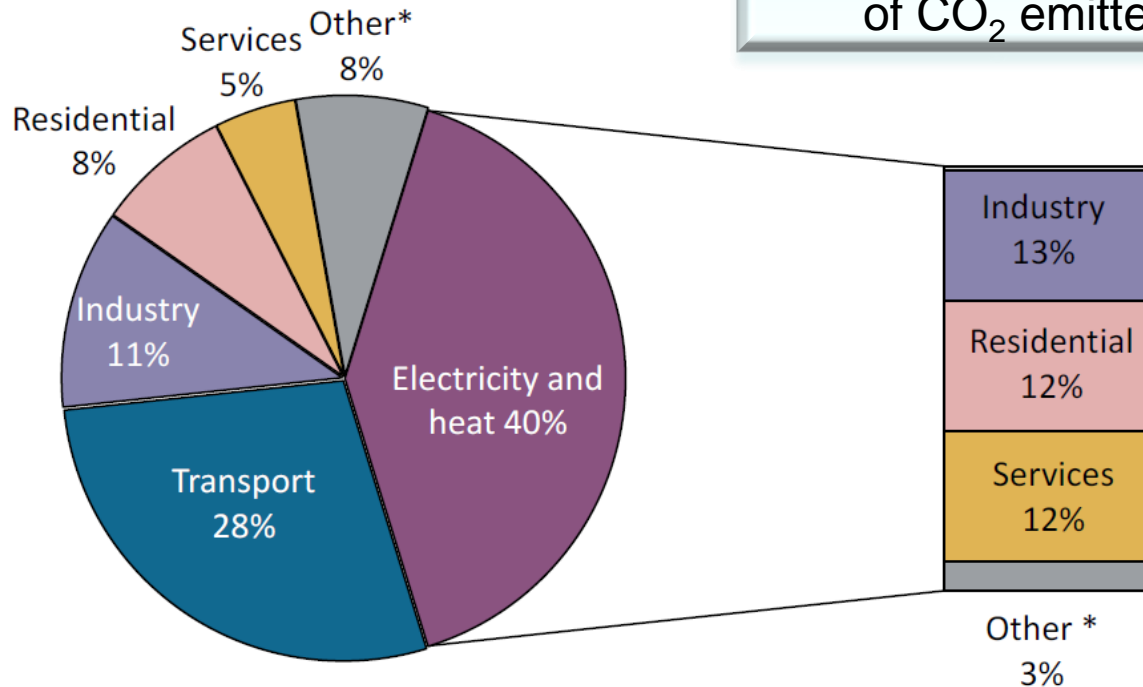
Inputs and outputs of carbon to the atmosphere in 10⁹ tonnes of carbon per year. Data after Solomon et al. [...]. Carbon exchange between the land and the atmosphere is greater than that between ocean and atmosphere. In addition a much larger fraction of carbon removed on land is stored, while most carbon exchanged from atmosphere to ocean is rapidly returned. Only a tiny fraction is incorporated into organic matter and limestone. Figure Wolf Hilbertz.

the carbon cycle' (all figures given in billion tons of carbon, one ton of carbon corresponds to 3.7 tonnes of carbon dioxide)

CO2 Industria ed Ambiente

- Emissioni di CO₂

Carbon dioxide industry in EU (4 MT) is less than **0.14%** of CO₂ emitted in EU



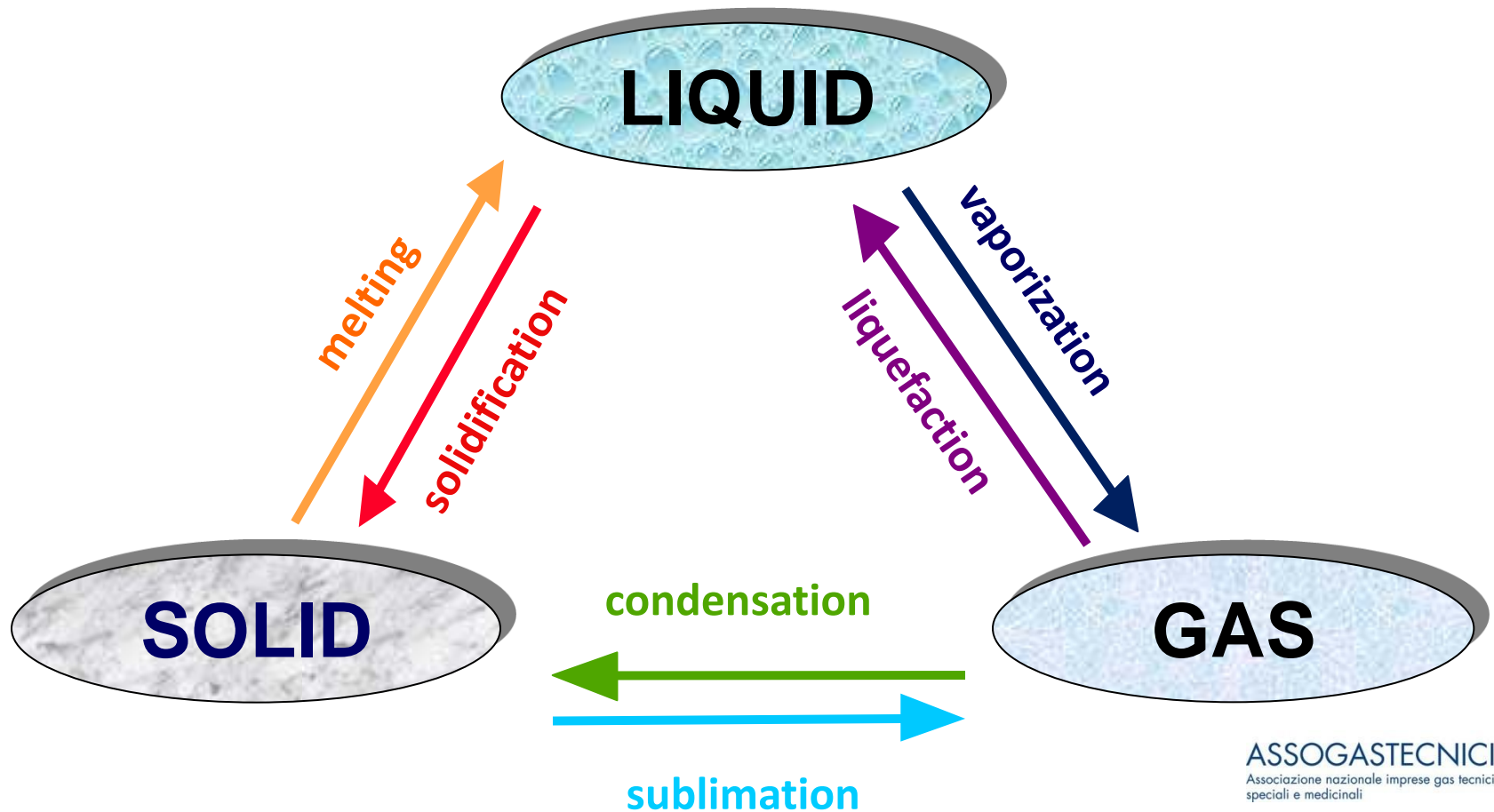
L'anidride carbonica

- L'anidride carbonica (formula chimica: CO_2) non è infiammabile e, a condizioni atmosferiche, è chimicamente stabile e inerte ed ha la capacità di ritardare o sopprimere le reazioni di combustione.
- La CO_2 , in condizioni atmosferiche, è circa 1,5 volte più pesante dell'aria; tende perciò a stratificare verso il basso, con la possibilità di accumularsi in fosse, o avvallamenti del terreno.

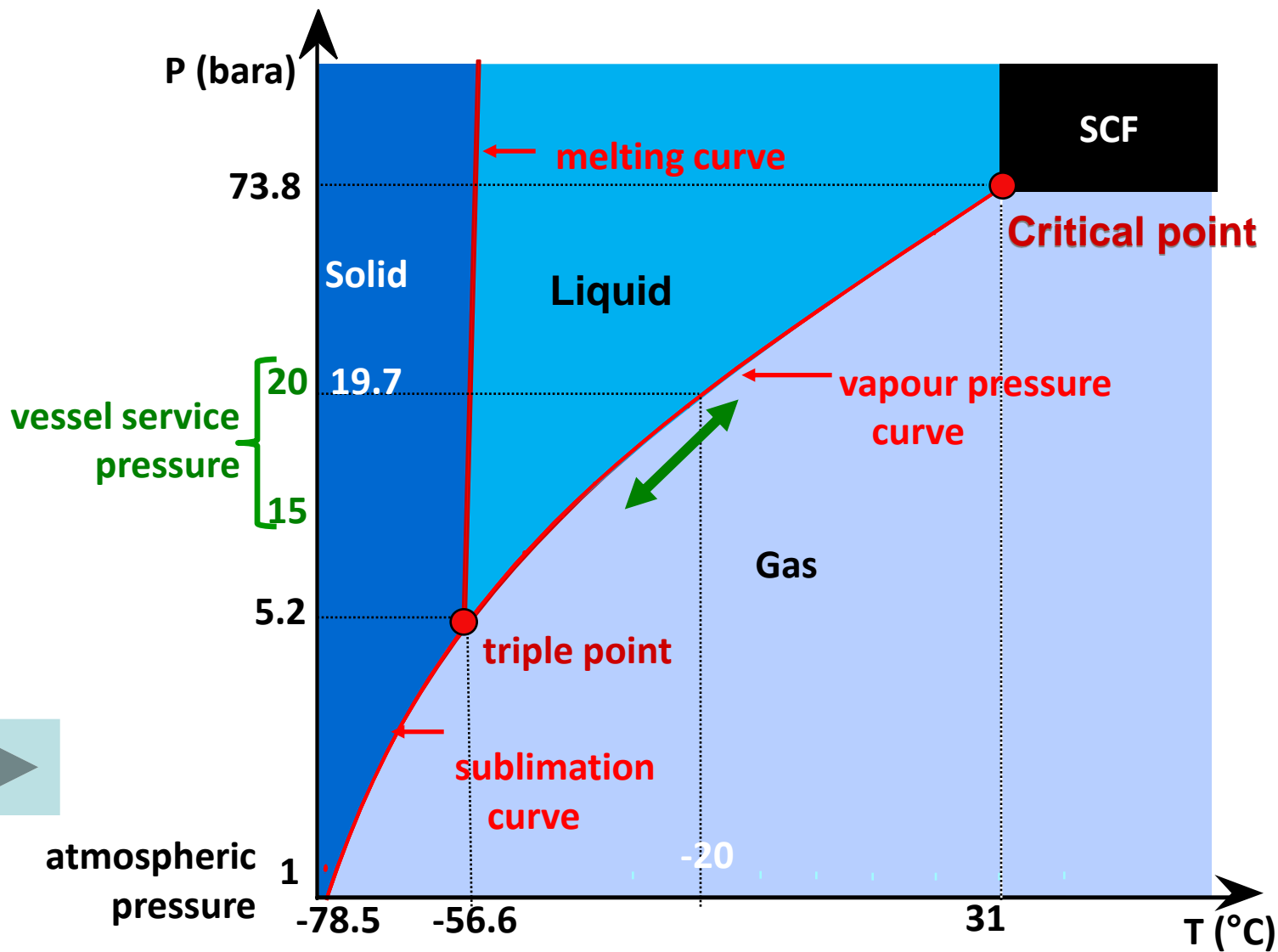


Proprietà della CO₂

La CO₂ si può presentare allo stato solido, liquido, gassoso oppure contemporaneamente in tutte e tre le fasi. Ciò dipende dalla pressione e dalla temperatura.

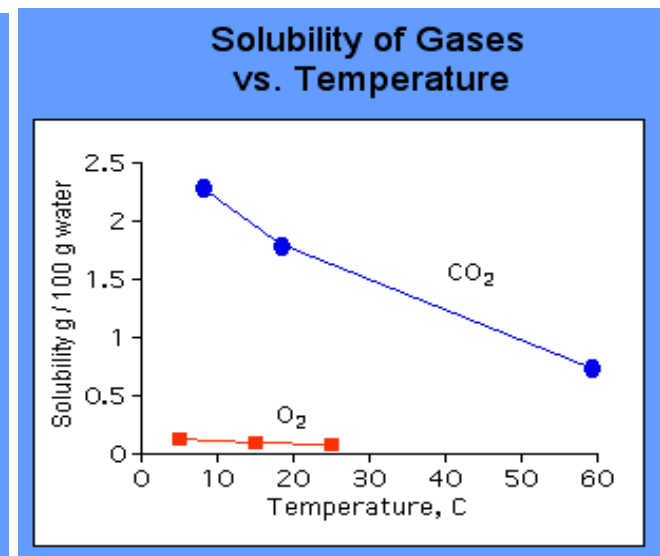
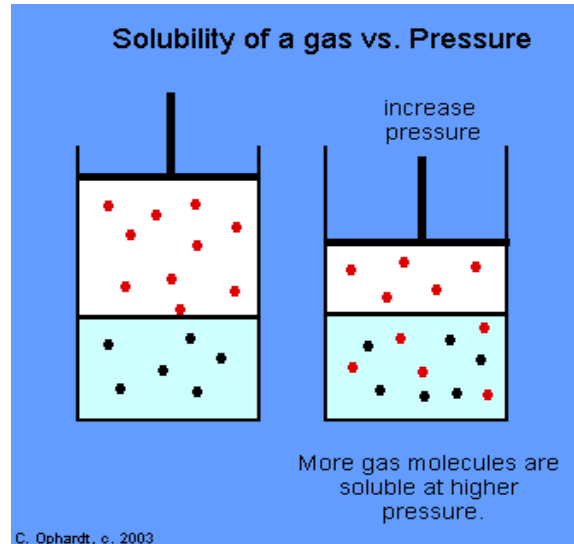
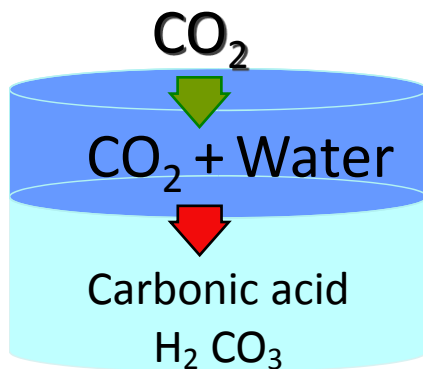


Proprietà della CO₂ P-T diagramma



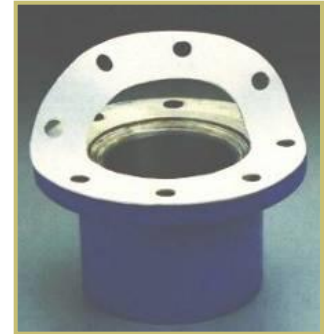
Proprietà della CO2 in acqua

- La CO2 si scioglie in acqua formando acido carbonico (H2CO3). Quest'ultimo ha una lieve reazione acida ed è corrosivo sull'acciaio al carbonio ed alcuni metalli non ferrosi
- La solubilità in acqua della CO2 è molto sensibile alla temperatura e pressione



Proprietà della compatibilità con i materiali

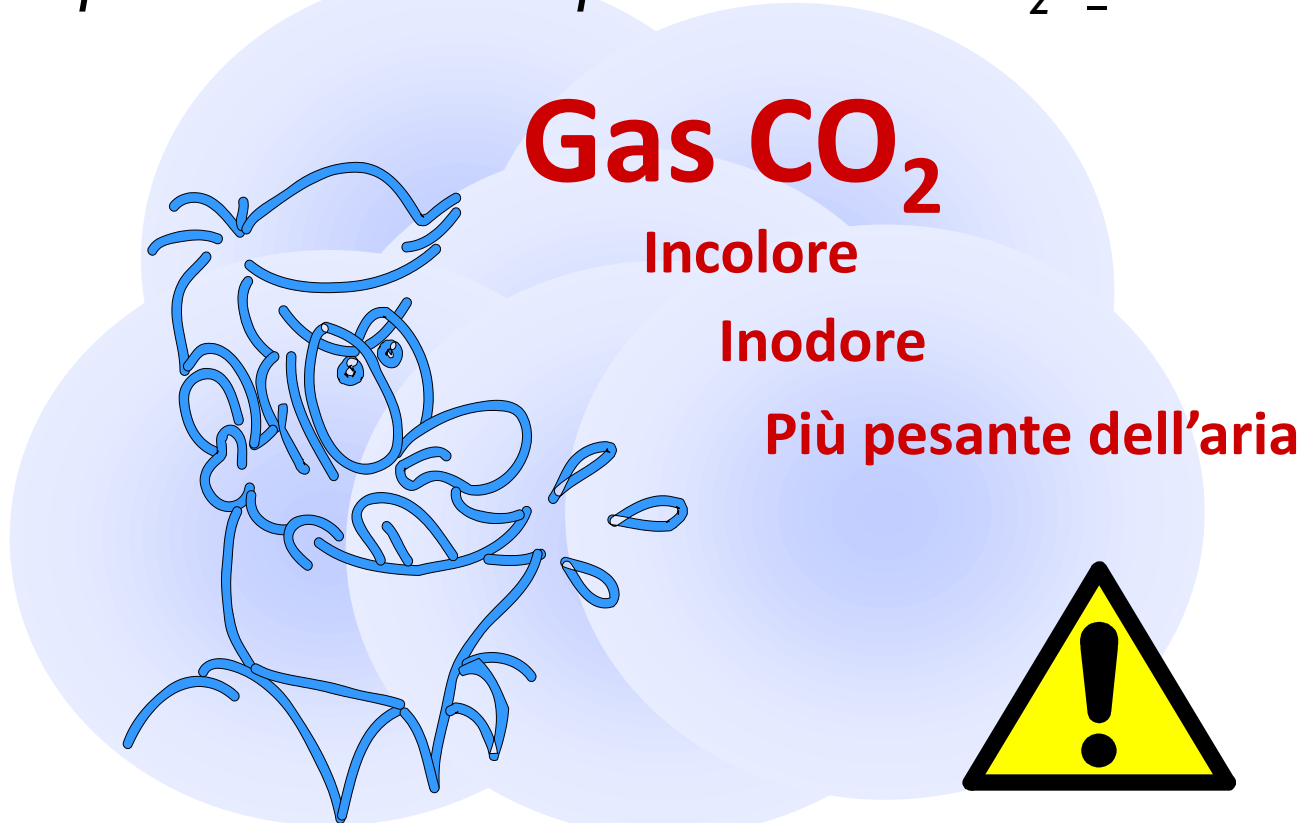
- Alcune leghe non possono essere utilizzate
- Materiali adeguati alle basse temperature come acciai inossidabili
- Materiale più comunemente usato è l'acciaio al carbonio
- **Materili plastici generalmente accetti sono**
 - ✓ PTFE (Polytetrafluorethylene with 25% glass fiber)
 - ✓ Kel-F®
- **Ma bisogna evitare di usare con CO2 I seguenti materiali:**
 - Viton ®
 - Buna-N
 - Elastomeri
 - Questi materiali sono aggrediti chimicamente dalla CO2
 - Si gonfiano



*PTFE
Gasket*

Rischi dell'anidride carbonica

Quale percezione della presenza di CO_2 ?_



L'unico modo sicuro per individuare la CO_2 è avere un analizzatore di CO_2 !

Il Rischio Asfissia CO₂

- Il principale rischio connesso con la presenza di CO₂ è il rischio asfissia
- Cosa succede?
 - ✓ Quando la concentrazione di anidride carbonica nell'aria ambiente incrementa, la capacità polmonare viene compromessa, in quanto minori quantità di anidride carbonica lasciano il sangue e c'è meno spazio per l'ossigeno! **Senza ossigeno non è possibile vivere**

Il Rischio Asfissia CO₂

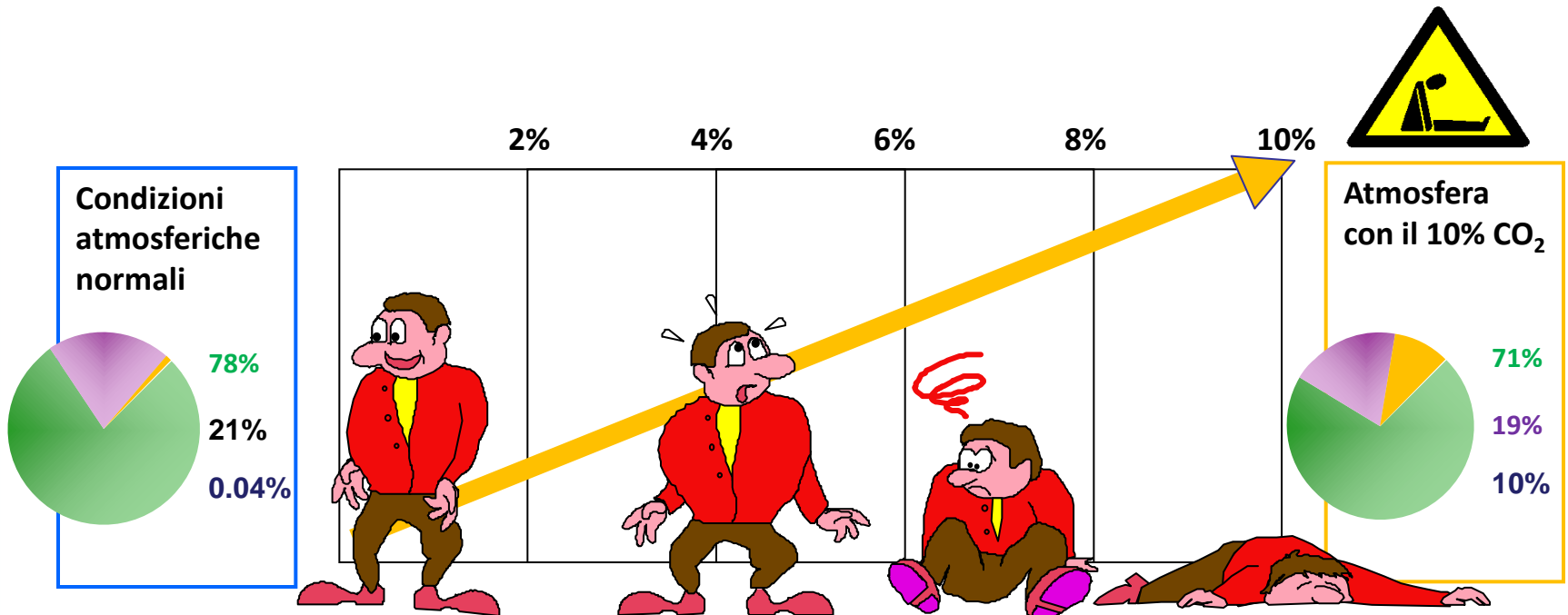
Effetti della saturazione di CO₂ in atmosfera

- Gli effetti dell'anidride carbonica nell'atmosfera sono assolutamente indipendenti dagli effetti della carenza di ossigeno!
 - ✓ L'ossigeno presente nell'atmosfera non è pertanto un effettivo indicatore di pericolosità!
 - ✓ Avere un **basso livello accettabile di ossigeno in atmosfera del 19,5%** e un **elevata concentrazione di anidride carbonica (sopra il 5%)** è estremamente pericoloso!

Bisogna sempre avere un indicatore di CO₂!

Il Rischio Asfissia CO₂

Effetti della saturazione di CO₂ in ambiente



I cambiamenti nella composizione dell'aria che respiriamo hanno conseguenze potenzialmente pericolosi per la vita

Il Rischio Asfissia CO₂ Effetti fisiologici

Gli effetti della respirazione a basse concentrazioni di CO₂ sono fisiologicamente reversibili, ma in alte concentrazioni gli effetti possono essere dannosi e tossici!

CO ₂ concentration in air	Symptoms and effects of inhaling CO ₂
1% - 1.5%	Effetto leggero sul metabolismo dopo l'esposizione di diverse ore
3%	Il gas è debolmente narcotico a questo livello, dando luogo a respirazione più profonda, ridotta capacità uditiva, accoppiato con mal di testa, un aumento della pressione sanguigna e della frequenza cardiaca
4 - 5%	La stimolazione del centro respiratorio si verifica con conseguente respirazione più profonda e più rapida. I segni di intossicazione diventeranno più evidenti dopo l'esposizione di 30 minuti
5 - 10%	La respirazione diventa più faticoso con mal di testa e perdita dei sensi
10 - 100 %	Quando l'anidride carbonica concentrazione aumenta superiori al 10%, perdita di coscienza si verifica in meno di un minuto e se non si interviene pronta, ulteriore esposizione a questi alti livelli finirà per provocare la morte



Concentrazione limite di esposizione ad un atmosfera di CO₂

A causa dei rischi per la salute dell'anidride carbonica, l'esposizione media di un operatore sano durante un turno di lavoro di otto ore (TWA) non deve superare lo 0,5% (5.000 ppm)

I limiti di esposizione a breve termine (STEL) sono più alti, ma non esiste un livello internazionale concordato, il valore limite comune è 1,5% (15000 ppm)

TWA: *Time Weighted Average*

STEL: *Short Term Exposure Limit*



EIGA Safety Information, Info 24

Carbon Dioxide Physiological Hazards "Not just an Asphyxiant!"

Il Rischio asfissia CO₂: Spazi confinati

- Qualunque rilascio di CO₂ in ambiente è potenzialmente pericoloso
- La presenza di avvallamenti in aree ➡ sono particolarmente pericolosi per il maggior peso della CO₂ rispetto all'aria
 - ✓ Accumulo di elevate concentrazioni locali
 - ✓ Il gas viene lentamente disperso nell'ambiente se non si dispone di sistemi di ventilazione forzata
- Spazi confinati
 - ✓ Il rischio di asfissia è potenzialmente presente in ogni spazio confinato



Rischio Asfissia

É necessario prevedere la presenza di rilevatori CO2 nell'area di produzione ed un'opportuna ventilazione dell'ambiente, se necessario



Per questo è necessario che i sistemi di rilevazione CO2 siano opportunamente collegati ad avvisatori acustico-luminosi e se richiesto anche con la possibilità di bloccare l'impianto ed attivare una ventilazione forzata

Rischio asfissia CO₂: Attenuazione

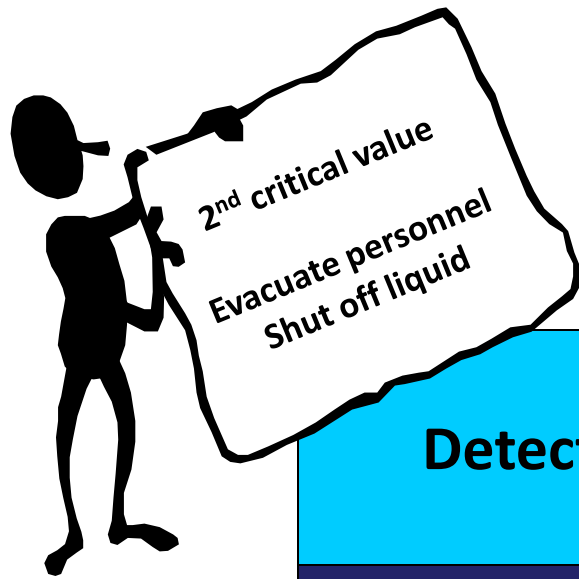
- Ventilazione
- Detector: Rilevatore Ossigeno
- Detector: Rilevatore CO₂. In caso di rilevatore fisso posizionare in basso
- Autorespiratore in caso di ambiente saturo di CO₂
- Seguire le Norme specifiche per l'attività in spazi confinati (Decreto Legge 81/08)



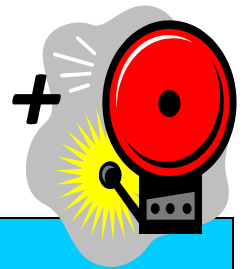
Attenzione: pericolo di asfissia



Rilevazione dei valori critici di CO₂



Detector	1 st critical value	2 nd critical value
O ₂ detector	19.5 %	18 %
CO ₂ detector	0.5 %	1.5 %



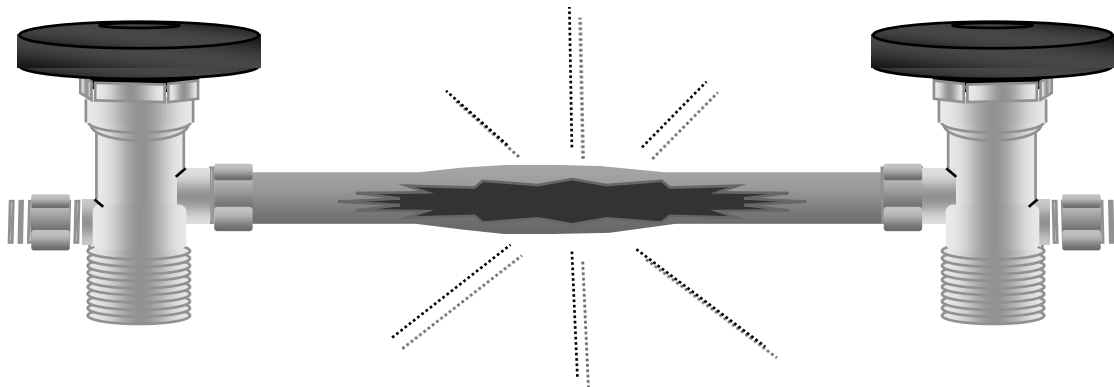
Rischio CO₂ sovrappressioni

Over-Pressurisation



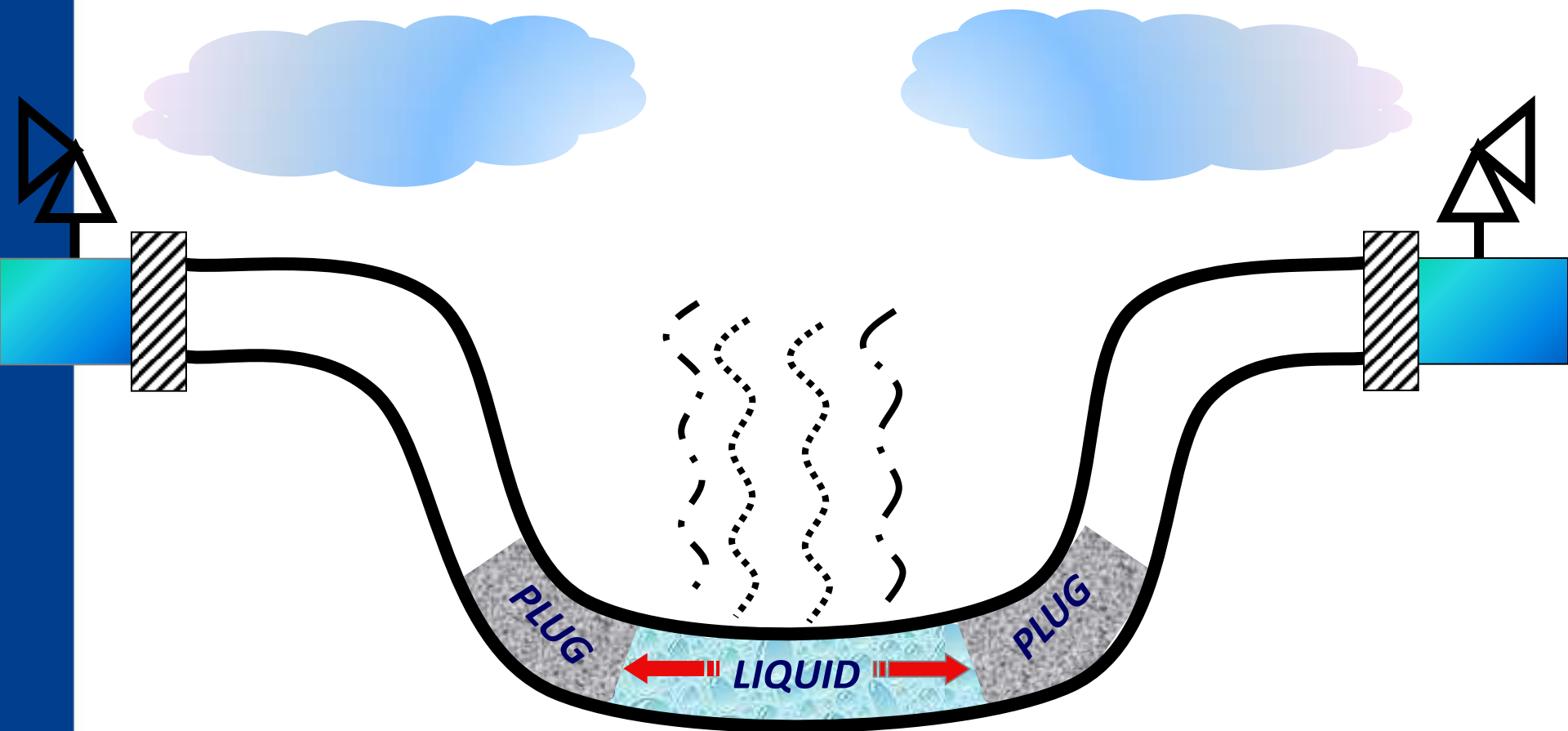
1 kilo of CO₂ solida produce 540 litres of gas a 15°C / 1 bar

Non permettere mai che CO₂ liquida possa rimanere intrappolata nelle linee e tubazioni senza valvole di sicurezza



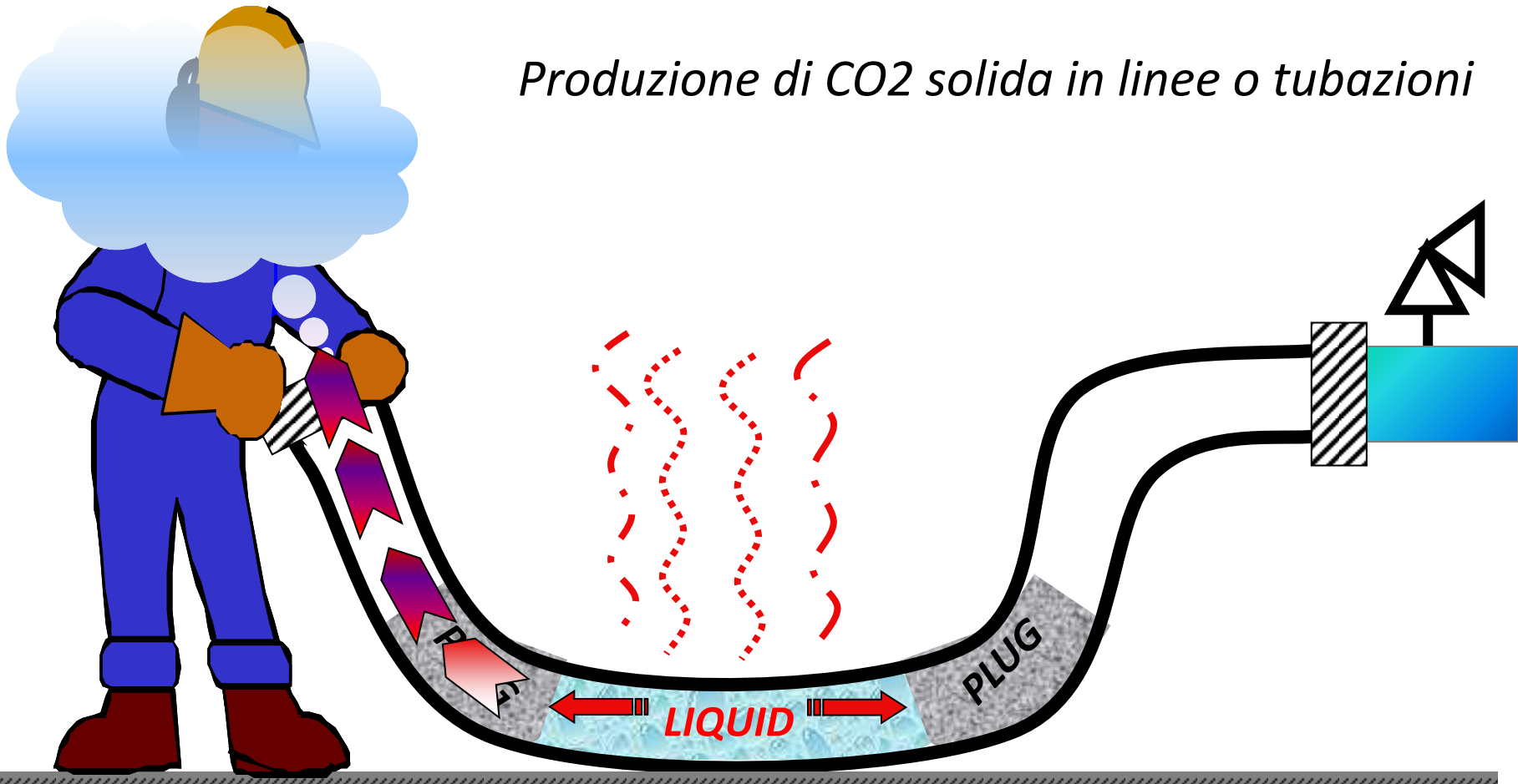
Rischio CO₂ sovrappressioni

Produzione di CO₂ solida in linee o tubazioni



Rischio CO₂ sovrappressioni

Produzione di CO₂ solida in linee o tubazioni



Rischio CO₂ Ustioni da freddo

- La CO₂ in condizioni ambiente è presente allo stato solido e gassoso
- Allo stato solido la CO₂ si trova alla Temperatura di -78,5° C
- La bassa temperatura della CO₂ solida rappresenta un rischio se la manipolazione non considera alcune semplici norme di sicurezza



Rischio Ustioni - Precauzioni

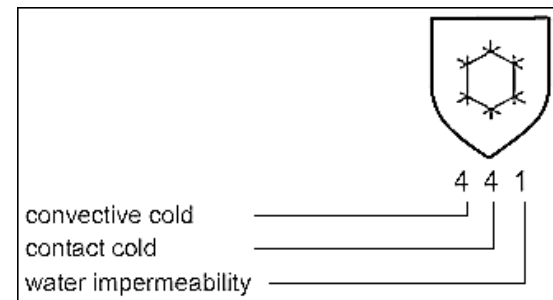
Per la manipolazione del ghiaccio secco è necessario utilizzare dei guanti adeguati alla protezione termica (EN 511: 2006 standard for convective and contact cold n 1-4 down to -50°C)

Tempo di contatto

Condizioni di umidità

Salute individuale

Materiale di costruzione (Food?)



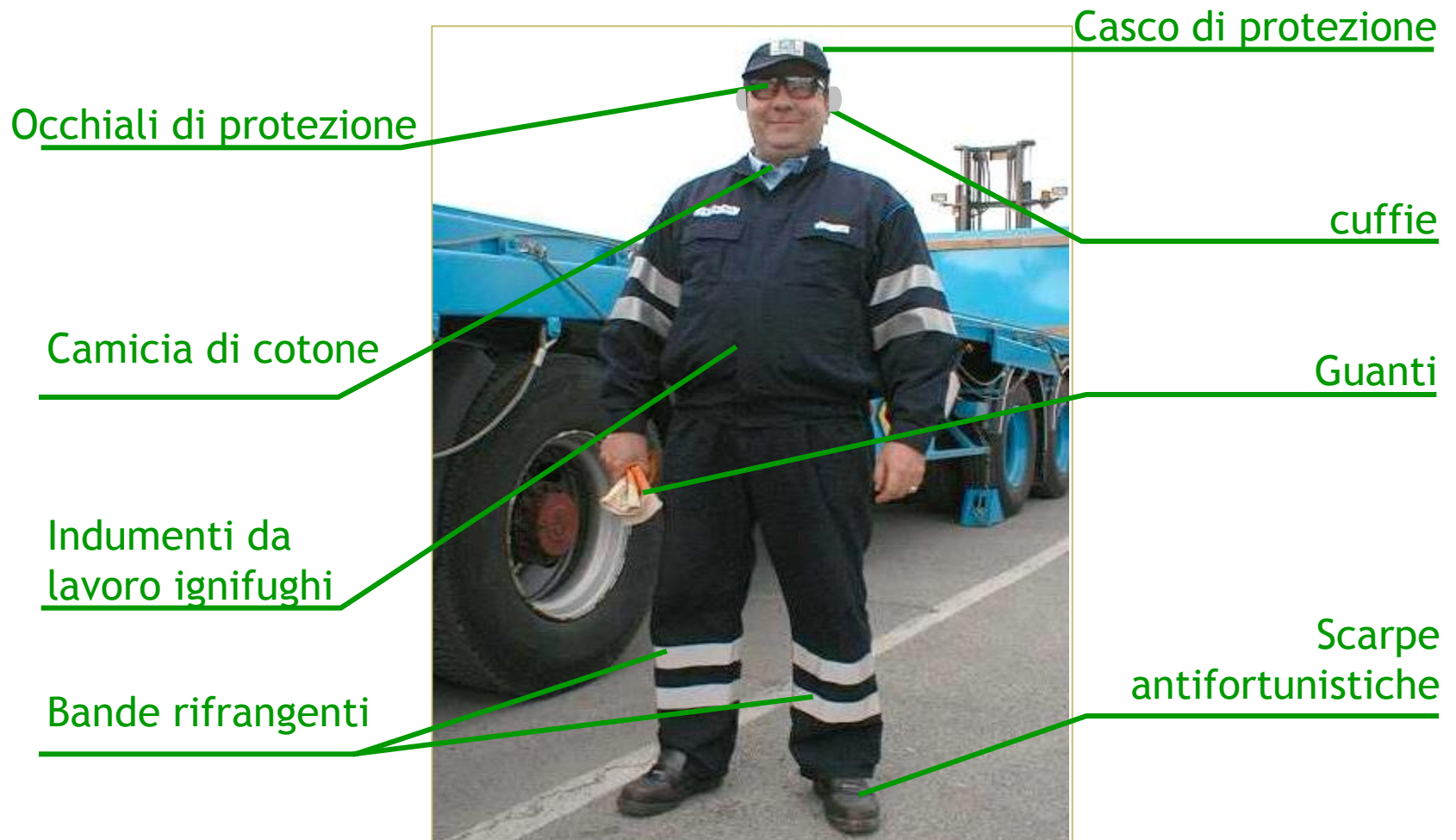
Rischio LCO₂: *Precauzioni*



- con CO₂ liquida
 - Drenare liquido pur mantenendo la pressione stabile per evitare la formazione di ghiaccio secco
 - Lasciare che la tubazione e le valvole si raffreddino lentamente
 - Ricordare che lo stress termico può causare perdite improvvise
 - Utilizzare sistemi di protezione acustica e guanti criogenici ed occhiali per evitare ustioni da freddo

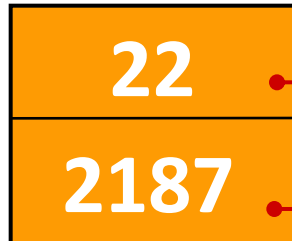
Rischio LCO₂: Precauzioni

Dispositivi di protezione individuale (PPE)



Etichette di sicurezza e trasporto

- Segnale di pericolo



Identificazione n°

Identificazione Materiale n° (UN identification number)

UN 1013: gas
UN 2187: liquido
UN 1845: solido

- Plate Labels (Hazard Placards)

- ✓ Gas inerte



Label 2.2 : Non flammable, non toxic gas.

- Segnali di rischio CO₂

- ✓ Asphyxia warning



- ✓ Low temperature warning



Conclusioni

- Cosa bisogna ricordare in materia di sicurezza
 - CO₂ è più pesante dell'aria
 - CO₂ è un gas asfissiante!
 - L'unico modo per rilevare la presenza di CO₂ è quello di avere un rilevatore CO₂
 - In fase solida e liquida la CO₂ presenta rischi da ustione per questo bisogna munirsi di guanti